

ISTOM

Ecole Supérieure d'Agro-Développement International



32, boulevard du Port F. - 95094 - Cergy-Pontoise Cedex Tél. : 01 30 75 62 60 Télécopie : 01 30 75 62 <u>61istom@istom.net</u>

Mémoire de fin d'études

Diagnostic agronomique des systèmes de culture bananiers de Sainte-Lucie.

Quelles réalités concernant la cercosporiose noire dans les systèmes bananiers de l'île ?



Figure 1: Bananeraie de Sainte-Lucie (Collection personnelle, 2014)

LAPERRUQUE Anne Promotion 100



Stage effectué en Guadeloupe et Sainte-Lucie du 17/03/2014 au 15/09/2014 au sein du CIRAD

Maîtres de stage : DOREL Marc et TRAN QUOC Hoa Tuteur Pédagogique : BERTRAND Michel

Mémoire de fin d'études soutenu le 07/11/2014



ISTOM Ecole Supérieure d'Agro-Développement



32, boulevard du Port F. - 95094 - Cergy-Pontoise Cedex Tél. : 01 30 75 62 60 Télécopie : 01 30 75 62 <u>61istom@istom.net</u>

International

Mémoire de fin d'études

Diagnostic agronomique des systèmes de culture bananiers de Sainte-Lucie.

Quelles réalités concernant la cercosporiose noire dans les systèmes bananiers de l'île ?

LAPERRUQUE Anne Promotion 100



Stage effectué en Guadeloupe et Sainte-Lucie du 17/03/2014 au 15/09/2014 au sein du CIRAD

Maîtres de stage : DOREL Marc et TRAN QUOC Hoa Tuteur Pédagogique : BERTRAND Michel

Mémoire de fin d'études soutenu le 07/11/2014

RÉSUMÉ ET MOTS CLÉS

La culture de la banane des *Windward Islands*, et notamment de Sainte-Lucie, est depuis quelques années confrontée à de nouvelles contraintes: la concurrence des pays latino-américains dans les années 2000 ou encore l'arrivée de nouveaux parasites tels que le champignon de la cercosporiose noire, *Mycosphaerella fijiensis*, en 2010, qui fait diminuer la production et donc augmente la concurrence latino-américaine. Devant également faire face aux problèmes climatiques, comme le cyclone Tomas de 2010, de plus en plus de producteurs décident d'arrêter la production de ce fruit « miracle ». De ce fait, l'établissement d'un diagnostic agronomique s'impose afin de comprendre le fonctionnement de ces exploitations bananières à travers trois analyses: la filière, les systèmes de culture bananiers préalablement établis et les pratiques agricoles grâce à des indicateurs simples. L'ensemble permettra d'appréhender les stratégies de gestion d'exploitation et de lutte contre les bio-ravageurs. Les participants du plan « Banane Durable Caraïbes » de l'Interreg IV dans lequel s'insère cette étude seront alors capables de proposer des solutions d'innovation en vue d'améliorer les productions, en adéquation avec ces contraintes identifiées des producteurs de bananes.

<u>Mots clés</u>: Sainte-Lucie, banane, cercosporiose noire, *Mycosphaerella fijiensis*, diagnostic agronomique, pratique agricoles, plan « Banane Durable Caraïbes »

ABSTRACT AND KEY WORDS

The cultivation of bananas in the Windward Islands, especially in Saint Lucia, has been facing to new constraints: the competition of the south American countries since the 2000's or the arrival of new pests as the black Sigatoka fungus, *Mycosphaerella fijiensis*, in 2010, which is reducing the production of the island and increasing the Latin-American competition. Having to face also climate problems, such as the hurricane Tomas in 2010, more and more producers have decided to stop the production of this "miracle" fruit. So, the establishment of an agronomic diagnosis is required in order to understand the functioning of these banana farms, through three analysis: the procedure, the previously established cropping systems and the farming practices thanks to simple indicators. The all will permit the apprehension of the strategies of the management of the farms and the fight against the bio-aggressors. The participants of the "Banane Durable Caraïbes" plan of the Interreg IV project in which inserts itself this study will be able to propose innovate solutions in order to improve the production, in keeping with the identified constraints of the banana growers.

The analysis of the agronomic practices of the banana growers of the island will let us understanding the fight and the management of their farm.

Key words: Saint Lucia, banana, black Sigatoka, *Mycosphaerella fijiensis*, agronomic diagnosis, agronomic practices, plan "Banane Durable Caraïbes"

RESUMEN Y PALABRAS CLAVES

El cultivo del plátano de los *Windward Islands*, especialmente de Santa Lucia, se enfrenta desde algunos años a nuevas coacciones: la competencia de los países latino-americanos en los años 2000 o de la llegada de nuevos parásitos como el hongo de la Sigatoka negra, *Mycosphaerella fijiensis*, en 2010. Todo eso hace disminuir la producción y así aumenta la concurrencia latino-america. Necesitando también frente a los problemas climáticos como el ciclón Tomas de 2010, más y más productores decidieron dejar la producción de esta fruta "milagro". Así, el establecimiento de un diagnostico agronómico se impone en fin de entender el funcionamiento de las explotaciones de banana a propósito de tres análisis: el procedimiento, los sistemas de cultivo del plátano, que fueron establecidos antes, y las prácticas agrícolas con los indicadores simples. Todo junto permitirá la aprehensión de las estrategias de manejo de explotación y de lucha contra los "bio-agresores". Los participantes del plan "Banane Durable Caraïbes" del Interreg IV en el que se pone este estudio serán capaces proponer soluciones de innovación en fin de mejorar las producciones, en adecuación con esas coacciones identificadas de los bananeros.

<u>Palabras claves</u>: Santa Lucia, plátano, negra Sigatoka, *Mycosphaerella fijiensis*, diagnostico agronómico, prácticas agrícolas, plan "Banane Durable Caraïbes"

TABLE DES MATIÈRES

Résumé et mots clés	3
Abstract and key words	3
Resumen y palabras claves	4
Table des matières	5
Table des illustrations	7
Table des tableaux	8
Liste des abréviations et des sigles	9
Remerciements	10
Introduction	11
Partie 1 : La banane à Sainte-Lucie	13
I. Contexte de l'étude	13
II. La banane dans le contexte saint-lucien	14
A. Agro-écologie de la banane	14
B. Histoire agricole de Sainte Lucie	16
C. Les bio-agresseurs principaux du bananier	16
1. La cercosporiose noire	16
2. D'autres nuisibles de la production bananière	18
D. Les acteurs de la filière (cf. Annexe 5)	18
1. Les producteurs	18
2. WINBAN, WIBDECO et WINFRESH	18
3. Fair Trade (NFTO)	19
4. La BSMU et le MALFF	20
III. Importance de penser à de nouveaux systèmes de culture bananiers dépendant	ts des
pesticides	20
A. Qu'est ce qu'un système de culture durable ?	20
B. Exemple du chlordécone dans les Antilles françaises	21
PARTIE 2 : Matériels et méthodes	22
I. Les entretiens auprès des producteurs de bananes	22
A. Construction du questionnaire	
1. Guide d'entretien (pour les producteurs)	
2. Grille d'observation (pour les observations terrains)	23
3. Ajustement du guide d'entretien	26
4. Réalisation des enquêtes	26
B. Echantillonnage	
II. Traitement des données	
A. Analyse descriptive : construction de la typologie des systèmes de culture	
1. Qu'est-ce qu'un système de culture ?	
2. Comment construire une typologie ?	28
B. Analyses explicatives	
PARTIE 3 : Résultats des enquêtes auprès des producteurs	
I. Fonctionnement de la filière de production à Sainte-Lucie	
A. Les différents marchés : l'Europe privilégiée	
B. Evolution de la filière	31

1.	Sur les exploitations soumises à l'étude	31
2.	Pour l'île en général	32
II.	Les systèmes de production	33
III.	Les systèmes de culture bananiers de l'île	34
A.	Typologie des systèmes de culture	
B.	Quel est l'effet du milieu sur les systèmes de culture ?	35
1.	Répartition spatiale des systèmes de culture	35
2.	Lien entre caractéristiques du milieu physique et le système de cult	ure adopté?
	37	
3.	Autres corrélations avec le système de culture	38
C.	Conclusion partielle	39
IV.	Etendue de la cercosporiose noire dans les bananeraies saint-luciennes	40
A.	Influence de l'environnement actif d'une bananeraie sur le développ	ement de la
cercos	sporiose noire	40
1.	Le milieu	40
2.	Les pratiques culturales, quelles sont-elles ?	41
3.	Pratiques culturales et cercosporiose noire, quelle relation ?	45
B.	La cercosporiose noire et l'environnement passif	45
1.	Les performances agronomiques des bananeraies	45
2.	Etat sanitaire des parcelles	48
C.	Conclusion partielle	48
Conclus	ion	50
Bibliogr	aphie	52
Table de	s annexes	56
Annexes		57

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Bananeraie de Sainte-Lucie (Collection personnelle, 2014)
Figure 2 : Cartes des Windward Islands (à gauche) et de Sainte-Lucie (à droite) (Geoscience
News and Information, 2014; CIA, The World Factbook 2014)
Figure 3 : Carte de l'isohyète de Sainte-Lucie (Shem Willie, 2009)14
Figure 4 : Schéma général d'un bananier en phase de fructification (Adapté de Lassoudière,
1978)
Figure 5 : Distribution géographique des cercosporioses jaune (SD) et noire (BLSD)
(Mourichon et al., 1997)
Figure 6 : Régime d'un bananier étant en stade floraison, avec les doigts horizontaux
(Collection personnelle, 2014)
Figure 7 : Répartition des ventes des producteurs interrogés de Sainte-Lucie
Figure 8 : Répartitions des exploitants selon la variation de leur surface bananière de 2004 à
2009 (à gauche) et de 2009 à 2014 (à droite) (n = 51)
Figure 9 : Répartitions des exploitants selon la variation de leur production bananière de 2004
à 2009 (à gauche) et de 2009 à 2014 (à droite) (n = 51)
Figure 10 : Evolution de la production bananière pour l'ensemble de l'île de 2004 à 2008
(Adapté du MALFF, 2014)
Figure 11 : Distribution des exploitations en fonction des UTH/hectare34
Figure 12 : Carte localisant les 51 exploitations de Sainte-Lucie
Figure 13 : Résultats de l'AFC concernant la répartition spatiale des systèmes de culture 36
Figure 14 : Répartition des systèmes de culture par rapport aux trois classes du milieu
physique
Figure 15 : Caractéristiques des trois classes obtenues par CAH
Figure 16 : Distribution des exploitants selon leur activité (n = 51)
Figure 17 : Répartition de la SAU et de la surface bananière par système de culture
Figure 18 : Résultante de l'ANOVA réalisée entre le nombre de feuilles fonctionnelles et les
conditions du milieu
Figure 19 : Répartition du nombre d'exploitants pratiquant l'effeuillage contre la
cercosporiose noire (n = 50)
Figure 20 : Répartition du nombre d'exploitants prévenant la présence de charançons grâce à
la prophylaxie (n = 51)
Figure 21 : Répartition des différentes techniques prophylactiques concernant la prévention du
développement des adventices (n = 51)
Figure 22 : Modèle linéaire mettant en relation circonférence et poids des régimes des
bananiers (Dorel et Auguste, 2012)
Figure 23 : Modèle linéaire de l'indicateur agronomique du rendement en fonction du nombre
de caisses produites par acre et par an

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Récapitulatif des caractéristiques de deux ravageurs du bananier (ac	dapté de Gold
et Messassiaen, 2000 ; Lassoudière, 2007)	
Tableau 2: Distribution des exploitations selon la succession culturale dans le	temps et dans
l'espace ainsi que le mode de conduite de la bananeraie	35
Tableau 3 : Tableau représentant la différence entre la pratique et la théorie a	au niveau des
différents apports annuels	44

LISTE DES ABRÉVIATIONS ET DES SIGLES

\$ US: Dollar américain

% : sigle représentant le pourcentage

°C : degré celsius

 μ : moyenne σ : écart type

AFC(M): Analyse Factorielle de Correspondances (Multiples) ANOVA: ANalysis Of VAriancy (analyse de la variance)

BMSU : Black Sigatoka Management Unit CAH : Classification Ascendante Hiérarchique

Cf. Confére

CIRAD : Centre International pour la Recherche Agronomique et le Développement

Cm: centimètre

FAO: Food Agriculture Organization GPS: Global Positioning System IT²: Institut Technique Tropical

kg : kilogramme km² : kilomètre carré

m: mètre

MAE : Ministère des Affaires Etrangères

MALFF: Ministry of Agriculture, Lands, Forestry and Fisheries

mm : millimeter N.B. : Nota bene

PIB : Produit Intérieur Brut R² : Coefficient de corrélation SAU : Surface Agricole Utile

S.D.: Sans donnée

SLBC: Saint Lucia Banana Cooperation

SLNFTO: Saint Lucia National Fair Trade Organization

UGPBAN: Union de Groupement des Producteurs de BANanes

UTH: Unité Travail Humain

WIBDECO: WINdward (Islands) Banana Development and Exporting Company

WINBAN: WINdward (Islands) Banana

REMERCIEMENTS

Je tiens à adresser mes plus sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire de fin d'études.

En premier lieu, je remercie mes maîtres de stage, Marc Dorel et Hoa Tran Quoc, qui, grâce à des conseils avisés et à leur expérience, m'ont permis de réaliser un stage dans de bonnes conditions.

J'aimerais également remercier mon tuteur, Michel Bertrand, pour le temps qu'il m'a consacré ainsi que l'aide qu'il m'a apportée durant mon stage, dont la pertinence des remarques m'a fait avancer au cours des six mois.

Je remercie aussi l'équipe de la *Black Sigatoka Management Unit* de Sainte-Lucie, pour m'avoir accueillie dans leurs locaux et m'avoir aidée lors des enquêtes auprès des producteurs de l'île. De même, je salue les producteurs de bananes de Sainte-Lucie qui ont bien voulu m'accorder un peu de leur temps pour répondre au questionnaire et m'accompagner sur leurs parcelles.

Par ailleurs, je souhaiterais également adresser toute ma gratitude à l'équipe « Agronomie » du CIRAD, notamment Gaëlle Damour et Vincent Bonnal, qui ont su me conseiller, me permettant un bon déroulement de stage.

J'ai également une pensée pour les autres stagiaires présents, Marina Lonardi, Annabelle Revel-Mouroz, Céline Gentil et Xavier Le Clanche, pour la bonne ambiance qui régnait au bureau, ainsi que pour toutes les personnes qui m'auront aidée pour la conception de ce mémoire.

INTRODUCTION

La banane dessert est une culture présente sur tous les continents ayant un climat tropical (Office de développement de l'économie agricole d'outre-mer – ODEADOM, 2010). Avec une production d'environ 100 millions de tonnes, il représente le fruit le plus produit sur la planète. Cependant, malgré cette forte popularité, son système de production est peu étudié dans les îles anglophones des petites Antilles.

Le projet « Banane Durable Caraïbes » s'insère dans le programme INTERREG IV Caraïbes de 2010 à 2014, regroupant les petites Antilles (Guadeloupe et Martinique pour les Antilles françaises, Dominique, Sainte-Lucie et Saint-Vincent-et-les-Grenadines pour les Windward Islands et la République Dominicaine). Ce plan est porté par l'Union des Groupements de Producteurs de Banane (UGPBan). Son objectif est de « finaliser et diffuser en milieu réel chez les producteurs de la Caraïbe des innovations techniques permettant d'asseoir la durabilité des systèmes de culture bananiers et d'en réduire les impacts environnementaux » (CIRAD, 2011). Toute la filière du secteur bananier est mise en avant, telle que les producteurs, les groupements et coopératives, les organismes techniques ou de recherche agricole (CIRAD, IT2), sur les six territoires de la Caraïbe. Dans le cas de Sainte-Lucie, les acteurs spécifiques de l'île sont le Ministère de l'agriculture (MALFF) et plus particulièrement l'unité dédiée à la prévention contre la cercosporiose noire (la BSMU : Black Sigatoka Management Unit). La coopération entre ces différents acteurs a différentes finalités, telles que le développement et le transfert d'alternatives afin de favoriser une culture du bananier plus écologique ou encore l'aide aux bénéficiaires du projet en les aidant au mieux à chercher des alternatives éventuelles à la maladie des raies noires. Ceci peut par exemple être effectué par le biais d'implantation de méthodes de luttes alternatives contre les ravageurs, du développement de nouveaux hybrides résistants à la maladie, ou de systèmes de culture innovants réduisant l'utilisation d'intrants chimiques grâce à des plantes de couverture.

L'étude présentée ici a été réalisée dans le cadre d'un stage de fin d'études à l'ISTOM (Ecole supérieure d'agro-développement international). Elle a été menée à Sainte-Lucie, île des Windward Islands où la cercosporiose noire a fait son apparition en 2009 mais n'a été découverte qu'un an plus tard, en 2010 (Charles, 2014). La production bananière de l'île tend à diminuer tous les ans, depuis 2009, et conséquemment depuis 2010 (chute de 43 % environ) (BMSU, 2014). La mission va permettre au CIRAD (Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement) d'avoir une meilleure compréhension des pratiques culturales de la banane dessert type Cavendish, peu connues aujourd'hui concernant Sainte-Lucie. La suite de cette étude sera de réfléchir à des solutions innovantes que le CIRAD pourra proposer aux producteurs, en vue d'améliorer leur production tout en respectant l'environnement et les attentes des producteurs. Pour cela, en s'appuyant sur des travaux d'enquêtes effectués sur l'île auprès des producteurs de bananes, un diagnostic agronomique des systèmes de culture bananiers est nécessaire et a donc été établi suite à l'investigation menée sur l'île, répondant ainsi à deux grandes questions :

- 1. Quels sont les grands types de systèmes de culture bananiers présents sur l'île ?
- 2. Quels sont les facteurs (biotiques et/ou abiotiques) qui influencent les performances agronomiques des parcelles bananières ? Qu'en est-il concernant notamment la cercosporiose noire ?

Pour répondre à ces questions et notamment à la problématique du mémoire « quelle est l'influence de la cercosporiose noire sur les bananeraies saint-luciennes », des objectifs spécifiques ont été fixés :

- la compréhension globale de la production bananière, afin d'identifier les atouts mais surtout les contraintes rencontrées,
- l'identification des différentes pratiques culturales, afin de comprendre comment celles-ci sont construites, notamment si elles sont soumises à une quelconque influence (milieu physique par exemple), mais aussi dans le but de proposer des solutions aux différents acteurs,
- la mesure de l'impact des bio-agresseurs, notamment le champignon responsable de la cercosporiose noire, qui est l'objet principal de cette prospection. Dans ce volet, l'état sanitaire des parcelles et les performances agronomiques seront pris en compte dans le but d'étudier plus particulièrement l'impact de la maladie des raies noires sur la production. Le schéma conceptuel d'une bananeraie (cf. Annexe 1) permettra de comprendre au mieux le raisonnement choisi lors de l'étude.

Dans le but d'accéder aux objectifs fixés, le contexte saint-lucien sera présenté dans un premier temps, suivi de la méthodologie choisie et enfin des résultats de l'étude, répondant aux deux grandes questions précédemment citées, qui seront également discutés.

PARTIE 1: LA BANANE À SAINTE-LUCIE

I. Contexte de l'étude

L'étude a été réalisée à Sainte-Lucie, une île volcanique située entre la mer des Caraïbes et l'océan Atlantique, au sud de la Martinique. Cette île anglophone fait partie des petites Antilles, et plus particulièrement d'un groupement d'îles appelé Iles du vent (*Windward Islands*) (*cf.* Figure 2). Avec une superficie de 616 km², sa population s'élève à 163 000 habitants (CIA World Factbook, 2014), soit une densité de 264 habitants/km².



Figure 2 : Cartes des *Windward Islands* (à gauche) et de Sainte-Lucie (à droite) (Geoscience News and Information, 2014 ; CIA, The World Factbook 2014)

A la différence des autres îles des Petites Antilles, Sainte-Lucie connaît une pluviométrie relativement peu différente entre sa Côte-au-vent (à l'est) et sa Côte Sous-le-Vent (à l'ouest), de même pour l'île en général (cf. Annexe 2) où la pluviométrie globale varie de 1 500 mm à 4 200 mm (cf. Figure 3). Sainte-Lucie possède un climat de type tropical humide, avec deux saisons bien distinctes : l'hivernage, ou saison humide, de mai à octobre, et le carême, saison sèche, de novembre à avril. La pédologie de l'île est plus difficile à déterminer car il n'existe à ce jour pas de carte des sols. L'île, d'origine volcanique, possède une topographie très variée, le plus haut sommet étant le Mont Gimie qui culmine à 950 m d'altitude, ce qui fait de l'exploitation de ses terres un véritable défi (Winfresh, S.D.).

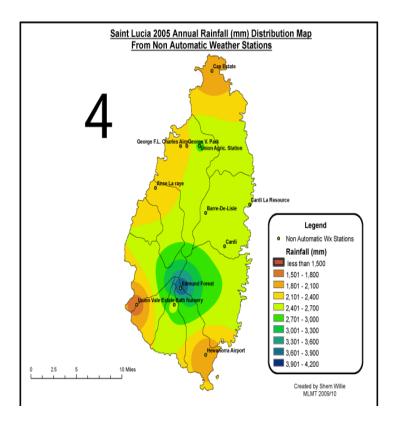


Figure 3 : Carte de l'isohyète de Sainte-Lucie (Shem Willie, 2009)

L'économie saint-lucienne était traditionnellement basée sur l'agriculture, avec notamment la culture des bananiers; en 1990, la réduction des intrants de 13 % a provoqué un ralentissement de l'économie de l'île (Ministère des Finances, des Affaires Economiques et du Développement National (MFAED), 2010). Entre 1995 et 2009, la place de l'agriculture dans le Produit Intérieur Brut (PIB) a diminué significativement en passant de 11 à 4 %, pour laisser sa place aux secteurs de la construction et autres secteurs (Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC), 2011). Aujourd'hui, le secteur de l'agriculture représente seulement 5,4 % du PIB (Ministère des Affaires Etrangères (MAE), 2013) et la culture des bananiers n'a plus le même poids qu'en 1995, aujourd'hui remplacée par la pêche et les autres cultures. Le secteur des services a connu une hausse, et représente quant à lui 76,6 % du PIB, notamment celui axé sur le tourisme, qui, en plein essor, s'élève à 40 % du PIB (MAE, 2013).

II. La banane dans le contexte saint-lucien

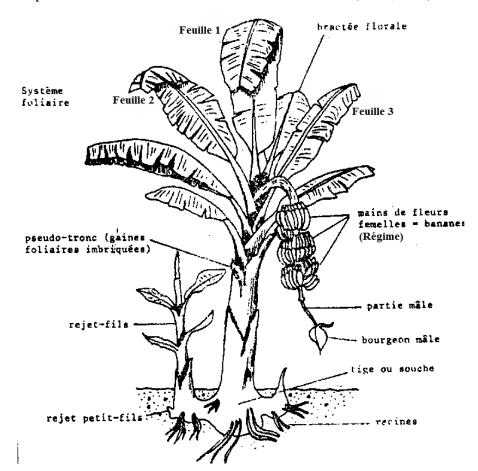
A. Agro-écologie de la banane

La banane est le fruit du bananier, herbe géante monocotylédone, qui se cultive généralement en milieu tropical. « L'espèce *Musa acuminata* est à l'origine de tous les bananiers à fruits parthénocarpiques » (Lassoudière, 2007). On y retrouve les bananes plantains et les bananes Cavendish (recensées en plus de 30 cultivars).

<u>Famille</u>: Musaceae

Genre : Musa Section : Eumusa

<u>Espèce</u>: *M. acuminata* Sous-groupe: Cavendish



La Figure 4 représente les nomenclatures associées au bananier (FAO, S.D.).

Figure 4 : Schéma général d'un bananier en phase de fructification (Adapté de Lassoudière, 1978)

Le bananier se reproduit par multiplication végétative qui induit des rejets. Il produit un régime de bananes (d'un poids pouvant varier de 15 à 25 kg (Ministère de l'agriculture, S.D.)) par cycle¹. Sachant qu'un cycle peut durer entre neuf et quinze mois, en plantant des bananiers à différentes fréquences (tous les mois par exemple), il est alors possible pour un agriculteur de produire de la banane annuellement. Une bananeraie a une durée de vie pouvant aller de deux à dix ans (RITA DOM, 2013). Le bananier croît sur une période de douze mois généralement, avec trois phases majeures :

- 1) la phase végétative les six premiers mois, au cours de laquelle il y a production des feuilles et des racines, ainsi qu'un développement de la tige souterraine,
- 2) la phase reproductive, les trois mois suivants, initiée par l'initiation florale dont la fleur sera à l'origine du futur régime de bananes,
- 3) la phase productive les trois derniers mois de l'année, durant laquelle les fruits vont apparaître puis se développer (Lassoudière, 2007).

La croissance du bananier nécessite une nutrition (hydrique et minérale) optimale. « Cette herbe est constituée de plus de 90 % d'eau, ce taux avoisinant les 97 % dans les gaines foliaires constituant le pseudo-tronc » (Lassoudière, 2007). Cependant, elle est tout autant vulnérable aux excès d'eau (jaunissement de la plante au bout de deux jours et décomposition

¹ Cycle: Pour le bananier, temps nécessaire jusqu'à la récolte du régime. En premier cycle, il correspond au temps depuis la plantation jusqu'à la récolte du premier régime (R1). Pour les cycles suivants, la durée du cycle est celle du temps écoulé entre deux récoltes successives. (Lassoudière, 2007).

au bout de trois semaines) qu'aux manques en eau (émission foliaire diminuée, remplissage lent des fruits et doigts plus petits en phase de floraison) ; ses besoins en eau avoisinent les 125 à 150 mm/mois. De plus, le bananier est sensible à la température (température optimale avoisinant les 28 °C), au vent et au sol ; des sols aérés, riches en azote et en potasse assurent une bonne croissance de la plante. (Lassoudière, 2007).

B. Histoire agricole de Sainte Lucie

Sur l'ensemble des 616 km² de terres, environ 18 % des terres sont utilisables pour l'agriculture, mais la surface cultivée diminue au cours du temps (passage de 20 000 à 11 000 hectares de 1980 à 2008) (FAOSTAT, S.D.).

L'agriculture était la source principale de revenus des *Windward Islands*, notamment grâce à l'export qui a toujours existé entre ce groupement d'îles et l'Europe. Les produits exportés étaient la canne à sucre, le cacao, la noix de muscade, les citrus et le coprah. L'exportation de la canne à sucre, principal produit exporté, a connu un déclin suite à l'introduction de la betterave à sucre en Europe. Ainsi, la banane est devenue la culture alternative à la canne à sucre; en plus d'attirer les agriculteurs, il était facile de remplacer les champs de canne par des bananeraies d'une part, et d'autre part, les pratiques culturales semblaient facilement adaptables à de petites exploitations. De plus, cette culture apporte des revenus réguliers tout au long de l'année, la banane n'ayant pas de saison particulière.

Sainte-Lucie est le plus gros exportateur de bananes des *Windward Islands* et contribue à 70 % des exportations totales de cet ensemble d'îles. En 2008, l'île a envoyé près de 38 000 tonnes de bananes au Royaume-Uni, ce qui contribue à garder sa première place d'exportateur, comparé aux 8 000 tonnes de la Dominique et de Saint-Vincent-et-les-Grenadines. Cela représente une augmentation des exportations de 7 % des *Windward Islands* avec près de 55 000 tonnes de bananes exportées. L'île a enregistré sa meilleure production bananière cette année-là, notamment grâce à un niveau des précipitations idéal depuis 2005, ce qui équivaut à une augmentation des exportations de bananes de 26,5 % (Ministry of Agriculture, Lands, Forestry and Fisheries (MALFF), 2009).

L'année 2008 a également été celle de l'émergence de la *Saint Lucia National Fair Trade Organization* (SLNFTO), remplaçant la *Saint Lucia Banana Cooperation* (SLBC), à cause des changements des standards concernant l'exportation vers l'Union Européenne. La chronologie de l'industrie bananière et des organisations existantes se retrouve en Annexe 3.

C. Les bio-agresseurs principaux du bananier

Le bananier, de pat son environnement et sa biologie, est soumis à la pression de divers nuisibles tels que la cercosporiose, les rats, les charançons, les thrips, les nématodes ou encore les adventices.

1. La cercosporiose noire

La cercosporiose est une maladie fongique due aux champignons ascomycètes du genre *Mycosphaerella*. On distingue deux genres de cercosporiose : la cercosporiose jaune (*Mycosphaerella musicola*) et la cercosporiose noire (*Mycosphaerella fijiensis*), ou maladie des raies noires, la plus virulente. Originaires d'Asie, elles ont conquis l'Afrique avant d'arriver récemment dans les petites Antilles, en 2009 et se retrouvent désormais sur toutes les

zones tropicales, comme le montre la Figure 5, touchant ainsi un plus grand nombre de variétés telles que la banane plantain, résistante à la cercosporiose jaune jusque là :

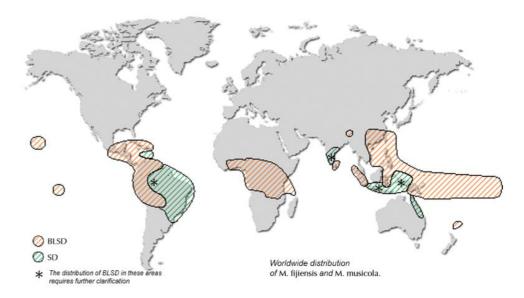


Figure 5: Distribution géographique des cercosporioses jaune (SD) et noire (BLSD) (Mourichon et al., 1997)

Cette maladie, décrite en six stades (cf. Annexe 4), provoque un dessèchement des feuilles (Gasparotto, 2005) par le développement de longues raies, brunes à noires, qui ont ainsi donné nom à la maladie. Cette nécrose empêche l'activité foliaire : les feuilles ne permettent alors plus de réaliser leurs fonctions photosynthétiques ce qui entraîne une baisse des rendements et de la qualité, un mûrissement plus rapide des fruits, un alourdissement des tâches d'entretien (effeuillage et protection phytosanitaire accrus) (IT², S.D.). De ce fait, à cause des exigences du marché européen dont les fruits doivent être conformes à leurs standards, les fruits mûrs avant l'arrivée au port ne peuvent être affrétés et voient donc leur destination changer, pour les petits marchés locaux ou au mieux, le marché régional. La propagation de ce champignon est facilitée par deux éléments :

- l'eau, qui transporte les conidies (spore fongique asexuée) depuis les feuilles les plus hautes du bananier vers les plus basses ou bien les rejets,
- le vent, qui dissémine les acosporoses (forme de reproduction sexuée) dans toutes les directions.

La prophylaxie conseillée par l'Institut Technique et Tropical (IT²) est l'effeuillage, la diminution de l'humidité au sein de la parcelle qui peut passer par la gestion de l'irrigation, la préconisation de la jachère afin d'éliminer tout foyer d'infestation et un apport en engrais régulier et équilibré. L'emploi de pesticides permet également de lutter contre ce champignon. Ils peuvent prendre différentes formes :

- une huile, afin de bloquer le développement du champignon sur les feuilles,
- des fongicides systémiques, ayant une action curative et préventive sur les jeunes stades de la maladie,
- des fongicides de contact, mais les applications restent très nombreuses (une vingtaine pour la cercosporiose jaune contre trois fois plus pour la noire) (Lassoudière, 2007).

Souvent, l'huile est couplée au fongicide systémique lors de l'épandage. Par ailleurs, ces dernières années, le CIRAD travaille sur de nouvelles variétés hybrides résistantes à la

cercosporiose noire, répondant toutefois aux critères de la filière ; bien que testées dans les *Windward Islands* et dans les Antilles françaises, ces variétés ne sont pas encore commercialisées.

2. D'autres nuisibles de la production bananière

La cercosporiose noire, bien qu'étant le principal et le plus redouté, n'est pas le seul ravageur du bananier. En effet, les rats, en construisant leurs nids dans les régimes, et les thrips², qui en piquant l'épiderme du fruit peuvent créer des défauts et donc déclasser sa qualité, n'ont pas été étudiés dans ce mémoire mais peuvent également provoquer des dégâts sur la culture du bananier. Le Tableau 1 présente deux autres nuisibles du bananier, dont les dégâts ont été étudiés au cours de cette enquête :

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Stade de développement	Dégâts provoqués	Lutte chimique	Lutte non chimique (culturale ou biologique)
Charançons	Cosmopolites sordidus (Germar)	Larve	Galeries dans le bulbe → risque de chute des plants	Nématicides à action insecticide Insecticides (à base de cyclodiènes)	Pièges à phéromones Jachère/rotation + vitroplants → assainissement du milieu avant plantation Destruction des vieilles bananeraies → éviter l'accroissement des populations
Nématodes	Radopholus similis	S.D.	Nécrose radiculaires → chute des plants	Nématicides	Assainissement de la parcelle avant plantation (jachère, rotation)

Tableau 1 : Récapitulatif des caractéristiques de deux ravageurs du bananier (adapté de Gold et Messassiaen, 2000 ; Lassoudière, 2007)

D. Les acteurs de la filière (cf. Annexe 5)

1. Les producteurs

Les producteurs de bananes constituent l'acteur clé dans la filière bananière. Pourtant, peu d'informations sont connues à leur propos, dont quelques unes seront décrites en Partie 3.

2. WINBAN, WIBDECO et WINFRESH

L'association des producteurs des *Windward Islands* (WINBAN) a été constituée en 1961, dont les quatre actionnaires étaient les associations de producteurs de Dominique, Sainte-Lucie, Saint-Vincent et les Grenadines. WINBAN a d'abord été conçue pour gérer un plan « assurance récolte », l'industrie bananière étant de plus en plus confrontés à des dommages climatiques (tempêtes *Janet* et *Katie* dans les années 1950, *Abbey* en 1960). Ses fonctions se

² Thrips : insectes ailés de petite taille, responsable de la rouille du bananier (IT², S.D.)

sont agrandies, passant ainsi à l'administration du contrat d'approvisionnement entre les associations bananières et Geest³.

Puis sont arrivées 33 ans plus tard, la WIBDECO (Windward Islands Banana Development and Exporting Company) et sa succursale anglaise. Contrairement à WINBAN qui n'avait pas pour vocation d'être commerciale, WIBDECO l'était. Sa première tâche importante dès sa prise de fonction a été la renégociation du contrat d'approvisionnement avec Geest. De ce fait, le contrat n'était alors plus entre associations de planteurs et Geest mais désormais entre Geest et WIBDECO. Malgré un manque d'expérience commerciale et suite à des actions audacieuses, WIBDECO a su assumer ses stratégies : en 2001, après le quasi effondrement du marché en 2000, la société décide de reprendre la commercialisation des bananes en provenance de Geest dans un nouvel arrangement commercial avec Fyffes⁴, décision qui ne sera effective qu'en 2003.

Dans le but d'éviter tout risque de pressions marchandes sur l'industrie locale, la création d'un marché de niche pour les bananes des *Windward Islands* et enfin la tentative de conversion totale au commerce équitable, elle décide de fixer un prix stable dès 2001. Cependant, malgré une baisse phénoménale des prix de ventes de bananes en vrac au Royaume-Uni (56 % inférieurs en octobre 2009 par rapport à janvier 2001), WIBDECO a continué son dur labeur pour contrer la pression des marchés.

En dépit de ces initiatives, la situation est restée obstinément difficile. Le secteur de la banane locale a eu du mal à faire face à la concurrence en mutation rapide, notamment depuis la suppression des restrictions à l'importation suite aux accords de Cotonou de 2006.

Suite à un changement de direction, WIBDECO est devenue WINFRESH en 2007. Restructurée, elle comprend désormais plusieurs filiales impliquées dans l'agro-industrie. Pour être un générateur de richesse pour le secteur de l'agriculture, elle doit alors utiliser ses ressources pour moderniser et transformer la production agricole dans les îles du Vent (Winfresh, S.D.; Satney, 2014).

3. Fair Trade (NFTO)

Le commerce équitable, ou Fair Trade, est présent sur l'ensemble des îles des Windward Islands sous le nom de National Fair Trade Organization, et plus particulièrement sous SLNFTO (Saint Lucia National Fair Trade Organization). Ce mouvement s'est développé suite aux accords de Cotonou en 2006, ce qui a valu son implantation sur l'île en 2008. Il permet aux producteurs un accès facilité pour vendre leurs productions bananières : grâce à lui les producteurs saint-luciens peuvent exporter leurs productions vers le marché européen, et notamment celui du Royaume-Uni. De plus, SLNFTO apporte un appui technique aux agriculteurs qui viennent sur les parcelles afin de conseiller en temps et en heure les producteurs concernant la gestion de leur exploitation. Cependant, malgré la facilitation apportée, des contraintes sont également présentes telles que le nombre d'applications de pesticides et donc la teneur en matière active dans le fruit à ne pas dépasser.

Certaines informations sont manquantes, telles que le nombre de producteurs membres de l'organisation, le nombre de techniciens mis à disposition des producteurs pour un appui

³ Geest était d'abord le premier détenteur de terres bananières à Sainte-Lucie, assurant ainsi le rôle de mercatique et de gestion du transport.

⁴ Fyffes est un importateur et distributeur majeur de produits tropicaux.

technique ou encore l'organisation quant aux produits utilisés, puisque l'organisme n'a pas souhaité répondre aux questions posées malgré plusieurs sollicitations.

4. La BSMU et le MALFF

Le MALFF (Ministère de l'agriculture, des terres et des forêts de Sainte-Lucie) est un acteur très présent pour toute la filière agricole de l'île, et notamment les producteurs de bananes. En effet, il constitue un appui pour les producteurs, notamment par son unité *Black Sigatoka Management Unit* (BSMU), spécialisée dans la gestion de la cercosporiose noire.

La BSMU est composée d'une équipe d'une quinzaine de personnes, dont la moitié constitue le soutien technique aux producteurs grâce à la présence de techniciens. Ceux-ci, tout comme les techniciens de SLNFTO, leur prodiguent des conseils quant à la gestion de leur exploitation, la nécessité d'appliquer ou non des produits phytosanitaires ou de pratiquer les traitements prophylactiques tels que l'effeuillage. Cependant, les conseils de ces derniers ne sont pas toujours suivis puisque ce sont ceux de SLFTO qui priment, la vente de leur production étant assurée par l'organisme.

Par ailleurs, le gouvernement essaie de ne plus entrer dans les affaires agricoles, mais tient toutefois à participer à la hauteur de 50 % des frais concernant les produits antifongiques.

III. Importance de penser à de nouveaux systèmes de culture bananiers dépendants des pesticides

A. Qu'est ce qu'un système de culture durable ?

Aujourd'hui, l'agriculture subit de fortes pressions, avec une demande conséquente d'aliments sains produits en respectant l'environnement. De ce fait, il paraît important de changer les modes opératoires des agriculteurs et de penser à adapter les systèmes de culture déjà présents afin de répondre à cette demande de la part des consommateurs. C'est de là qu'émergent les systèmes de culture durables qui doivent répondre à diverses exigences telles que :

- les exigences environnementales sollicitées par la société,
- les exigences économiques réclamées par les exploitations agricoles qui se doivent de rester rentables pour perdurer,
- les exigences sociales, qui concernent les acteurs du monde agricole, qui souhaitent une meilleure qualité de vie (Association pour la relance agronomique (ARAA), 2013).

En effet, construire un système de culture c'est changer les actuels qui ne sont pas économes en intrants (fertilisation azotée pour éviter des carences ou booster la croissance, usage intensif de pesticides pour protéger les cultures contre les bio-ravageurs). Ces différentes pratiques basées sur l'emploi d'un intrant particulier sont généralement la solution simple pour les producteurs afin de régler le problème présent sur la parcelle le plus rapidement possible. C'est pourquoi elles doivent être adaptées en combinant différentes méthodes agronomiques raisonnées, comme par exemple l'utilisation de rotations ou allongement du temps de rotation, le choix de la variété, l'introduction de plantes de services comme les

légumineuses pour l'apport d'azote : « Construire des systèmes de culture économes, c'est anticiper les problèmes pour ne pas avoir à les résoudre » (Réseau agriculture durable, S.D.).

Cependant, il arrive que les agriculteurs soient effrayés par cette demande de la part des autorités et des centres de recherche de changer leurs pratiques. C'est pourquoi les planteurs nécessitent l'accès à des références techniques locales sur lesquelles ils peuvent s'appuyer. Ce type de recommandations est alors issu d'essais « systèmes de culture » comparant des systèmes ayant chacun leur propre logique dont l'objectif est qu'une fois conçus, ils doivent être évalués après avoir été testés au champ (ARAA, 2013). C'est là qu'intervient le CIRAD. En effet, il travaille lui-même sur la question de la durabilité des cultures annuelles en milieu tropical contraint : son objectif est de valoriser les ressources disponibles tout en mobilisant les processus écologiques régissant leur dynamique au sein des agrosystèmes (CIRAD, 2010). Cette unité est en lien étroit avec le département Persyst (Performances des systèmes de production et de transformation tropicaux), via lequel l'étude à Sainte-Lucie a pu être menée.

B. Exemple du chlordécone dans les Antilles françaises

Dans les Antilles françaises, Guadeloupe et Martinique, un pesticide, le chlordécone, a été utilisé en masse dans le but de lutter contre le charançon du bananier, véritable fléau à l'époque. Cette substance, efficace mais très stable, a été détectée dans les sols et les eaux de surface de ces îles, contaminant ainsi certaines denrées végétales ou animales mais aussi l'homme, provoquant des maladies graves comme le cancer. Malgré son interdiction en 1993, la contamination constitue une préoccupation concernant divers secteurs : sanitaire, environnemental, agricole, économique et social. En effet, la pollution étant présente à la fois dans l'eau et dans le sol antillais, il devient difficile pour la population locale de consommer ses propres produits, notamment ceux qui sont directement en contact avec la terre (tubercules, volaille, bétail). Cela a amené à divers contrôles dans les années 2000, suite à la découverte du contaminant dans des produits fermiers, le pesticide étant toutefois interdit depuis près d'une décennie : « le service de Protection des végétaux de Martinique a procédé à quatorze destructions de récolte entre 2003 et 2005, les directions de la Concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes (DGCCRF) de Martinique et Guadeloupe ont contrôlé et retiré de nombreux aliments commercialisés pour non-conformité » (Torny, 2010).

Ainsi, comme le souligne Torny, durant quelques décennies, les populations antillaises ont vécu dans l'ignorance la plus complète de la contamination de leur environnement à travers le chlordécone. « Le chlordécone est exemplaire parce qu'il n'est pas difficile d'imaginer un monde dans lequel il n'aurait pas été repéré et où l'ensemble des mobilisations décrites n'aurait jamais existé. » (Torny, 2010). Il représente alors la situation à ne pas réitérer dans d'autres biotopes, notamment en environnement bananier où l'agriculture d'exportation est privilégiée, comme cela est le cas dans certaines îles des *Windward Islands*.

PARTIE 2: MATÉRIFLS ET MÉTHODES

I. Les entretiens auprès des producteurs de bananes

La finalité de l'étude consiste à réaliser un diagnostic agronomique des systèmes bananiers de Sainte-Lucie. Pour ce faire, deux approches ont été entreprises :

- la réalisation d'enquêtes auprès des producteurs de l'île,
- l'observation des parcelles des producteurs interrogés.

A. Construction du questionnaire

1. Guide d'entretien (pour les producteurs)

Afin de comprendre le fonctionnement des systèmes bananiers de l'île, un questionnaire à destination des producteurs a été réalisé avec l'aide de Marc Dorel, Marina Lonardi et Hoa Tran Quoc, reprenant les facteurs définissant un système de culture mais aussi permettant de les comprendre. Comme le temps imparti pour les entretiens était relativement court (deux mois), il a fallu cibler des indicateurs précis permettant de comprendre les pratiques culturales des producteurs au mieux. Ainsi, des critères sociaux et environnementaux ont été pris en considération ; le critère économique n'ayant été que très peu intégré, il serait intéressant pour une future étude de le prendre en compte. Il est important, lors des entretiens, de recueillir un maximum d'informations concernant le fonctionnement des exploitations afin de mieux cerner les contraintes des producteurs.

Le questionnaire s'est déroulé en trois parties : 1) des généralités permettant de connaître le producteur et son engouement à la production bananière, 2) des questions concernant les différentes cultures présentes au sein de son exploitation et 3) des questions plus précises quant aux pratiques culturales, ne concernant que la culture du bananier. L'objectif donné par le CIRAD étant d'introduire une démarche participative, le questionnaire a été réalisé avec des questions ouvertes mais dont la réponse pouvait être orientée, dans le but d'avoir des entretiens semi-directifs (cf. Annexe 6). Ceci correspond à la démarche préconisée par Lassoudière (2007) qui dit que « des entretiens semi-directifs organisés avec les responsables de l'exploitation portent sur le fonctionnement et les pratiques culturales (identification des techniques adoptées) dans le but d'appréhender la logique et les contraintes de l'exploitation, de restituer les pratiques dans le contexte de l'exploitation et de mettre en évidence leur impact sur l'environnement ».

Les généralités prennent en compte, en plus de questions « personnelles » relatives aux différentes activités économiques du producteur, la date d'installation et l'appartenance à une quelconque organisation paysanne, la main d'œuvre et le coût qu'elle engendre, qu'elle soit familiale ou salariale. En effet, sachant que tous les employés n'ont pas la même tâche au sein de l'exploitation, il est important d'identifier chacune d'entre elles pour savoir à quel moment l'employeur aura le plus besoin de salariés (Ferraton et Touzard, 2009).

Puis, viennent des questions concernant la répartition des cultures au sein de l'exploitation, à savoir la production bananière et la surface qui lui dédiée, mais aussi la production, la surface dédiée et la destination (culture de rente ou vivrière) des autres cultures (maraîchères, arboricoles ou autres). Etant donné que les enquêtes ont débuté en mai 2014, il était compliqué de demander l'exactitude des différentes productions pour 2014, cette année

n'étant pas encore finie. De ce fait, 2013 étant proche dans le temps, les questions ont porté sur cette année afin d'avoir une photographie de la distribution des cultures à un instant donné de l'exploitation. De plus, un historique cultural a également été demandé; les productions et surfaces bananières de 2004 et 2009 ainsi que des autres productions ont fait partie du questionnaire afin de visualiser l'évolution de l'exploitation au cours des dix dernières années (modification des surfaces dédiées à la culture du bananier, introduction ou disparition de nouvelles cultures, *etc.*).

Enfin, la dernière partie du questionnaire est celle qui va permettre de réaliser le diagnostic agronomique des systèmes bananiers de l'île puisqu'il ne prend en compte que l'itinéraire technique des bananeraies. Pour ce faire, un intérêt est suscité, quant au nombre de parcelles bananières présentes et leurs précédents culturaux depuis 2011 au sein de l'exploitation, avec comme définition de parcelle « une surface dédiée à la culture bananière ayant un âge spécifique, une variété spécifique et si association il y a, une association spécifique ». Afin d'assurer la bonne compréhension de cette définition avec le producteur, un schéma de son exploitation avec les différentes cultures exploitées en son sein et l'année de plantation des bananiers lui est demandé. Puis viennent les questions concernant l'itinéraire technique mis en place, soit les techniques et fréquences de replantation des bananeraies, la réalisation de jachères, les différents intrants apportés (fertilisants minéraux, organiques, pesticides) et leur fréquence d'application sur les douze derniers mois, et les éventuelles techniques prophylactiques mises en place au sein de l'exploitation. La dernière question du questionnaire ne concerne que les bananeraies mises en association afin de comprendre la proportion des différentes cultures sur la parcelle, ainsi que leur agencement spatial et temporel (utilisation accrue de main d'œuvre à une période donnée pour la récolte par exemple).

Une des difficultés lors de l'élaboration du questionnaire était de faire attention à ne pas se répéter entre l'itinéraire technique et l'état sanitaire des parcelles.

2. Grille d'observation (pour les observations terrains)

Lassoudière (2007) préconise également de réaliser des observations terrain en aval du questionnaire auprès du producteur. En effet, elles sont un complément à l'étude menée auprès des producteurs, dont l'objectif était de constater à un instant donné, l'état sanitaire d'une parcelle bananière de l'exploitation, et ainsi de le comparer avec les pratiques culturales réalisées. Dans cette étude, deux types de données ont été requises : des observations concernant dans un premier temps le milieu (niveau de la pente, intensité de la présence en roches sur la parcelle et relevés GPS) et dans un second temps l'impact de quatre bioagresseurs (la cercosporiose noire, les charançons, les nématodes et les adventices). La grille d'observations terrain se trouve en Annexe 7.

a. Observations du milieu

La topographie et la pierrosité ont été évaluées par l'œil de l'enquêteur, en essayant d'être le plus objectif possible, selon trois critères : pas de pente / pas de roches, pente moyenne / présence moyennes de roches et forte pente / forte intensité en roches.

b. Impact des nuisibles

Afin de ne pas être soumis au faible temps imparti pour réaliser les observations terrain, il a été nécessaire de réfléchir à des indicateurs visuels faciles à identifier. Pour ce faire, lorsque les observations portaient sur un bananier, dans un souci d'homogénéité, dix bananiers étant



Figure 6 : Régime d'un bananier étant en stade floraison, avec les doigts horizontaux (Collection personnelle, 2014)

au stade floraison avec les doigts horizontaux étaient pris en compte, comme le montre la Figure 6. L'avantage de réaliser les observations à ce stade de développement est que le bananier cesse de produire de nouvelles feuilles (Dorel, 2014 ; Lassoudière, 2007) ; les résultats ne peuvent alors pas être biaisés.

Les observations réalisées permettent de mettre en évidence les performances des bananiers mais aussi l'impact des bio-agresseurs.

Ainsi, les performances des bananiers ont permis d'évaluer le rendement, indicateur agronomique mettant en avant la capacité de production. Le rendement est donné par la densité (nombre de pieds/unité de surface), le nombre de cycle de production au cours de l'année (estimé à un pour douze mois dans le but de simplifier le calcul) et le poids moyen des régimes. Afin d'obtenir la meilleure approche du rendement des producteurs, en plus de leurs propres estimations de productions (généralement données en nombre de caisses par unité de temps), il a fallu obtenir un indicateur de chacun des facteurs cités précédemment :

- la densité, calculée à partir de la **distance des bananiers les plus proches** (quatre en général) des dix bananiers étudiés,
- le nombre de cycle de production, pouvant être de un tous les neuf à quinze mois (Lassoudière, 2007), a été estimé à un pour une année,
- le poids des régimes. Dans ce cas ci, deux options étaient envisageables :
 - Compter le nombre de mains et de doigts des dix bananiers étudiés (un bananier porte un régime). Delvaux (1995) considère que le nombre de doigts peut être un bon juge du potentiel de production du bananier fixé lors de la différenciation florale. Mais Delvaux a démontré dans une étude antérieure, aux côté de Perrier (1991), que comme le remplissage des fruits est sujet à des variations, celles-ci ne sont pas prises en compte, ce qui peut biaiser les résultats. De plus, il aurait été difficile de compter avec exactitude le nombre de doigts pour chaque bananier, à moins de couper le régime avant la fin de sa maturité, et ceci est une option difficilement envisageable par rapport aux producteurs qui ne pourront alors pas exploiter cette centaine de kilogrammes de bananes.
 - Trouver un indicateur directement corrélé, tel que la circonférence des pseudos-troncs des bananiers, dont l'obtention a été démontrée dans une étude de 2012 par Dorel et Auguste. De même, la circonférence permet de connaître la biomasse du bananier, tout en sachant que celle-ci n'évoluera plus à partir de

la floraison, stade d'étude, étant donné que l'herbe arrête la sortie de feuilles dès l'apparition de la fleur.

L'impact des quatre bio-agresseurs a été évalué à l'aide d'un indicateur par ravageur :

- Le **nombre de feuilles totales** accompagné du **pourcentage de nécroses** sur chaque feuille, afin de représenter la cercosporiose noire. Une table de sévérité de la maladie a été mise au point au CIRAD avant le terrain (*cf.* Annexe 8). Ce critère d'observation peut être faussé par la nécrose ayant une toute autre origine ; afin d'y remédier, le pourcentage de nécrose doit tout de même être relevé, avec une note indiquant qu'elle n'est pas due à la cercosporiose (carence jaunissant la feuille par exemple). L'association de ces deux indicateurs permet d'obtenir le **nombre de feuilles viables**, important à chaque stade de développement afin d'assurer un bon développement des fruits.
- Le **nombre de pieds chutés**, sur un total de 50 bananiers afin de représenter l'impact des charançons et nématodes. Afin de connaître l'auteur de la chute du bananier, une coupe du bulbe est nécessaire (Dorel et Tran Quoc, 2014). Cependant, le temps imparti étant trop faible, il n'a pas été possible de réaliser cette opération. Ainsi, nous avons réalisé une approximation de l'intensité de la présence des charançons et nématodes, même si cela équivaut à la non différenciation de ces deux nuisibles.
- L'estimation de la **nature de la couverture du sol** grâce à un transect, sur une distance de quinze mètres, ceci tous les 20 cm. Ainsi, sur un total de 75 points, la nature du couvert a été identifiée : sol nu, litière (bananière ou autre), dicotylédone, monocotylédone, bananier, autre culture. En effet, l'enherbement est un facteur important à prendre en compte, car il peut être un concurrent pour le bananier quant à la nutrition minérale mais aussi peut maintenir un environnement humide et ainsi favoriser le développement de maladies fongiques telles que la maladie des raies noires (Griffon, 2013).

Une des limites de cette enquête concernant les observations est qu'elles n'auront été réalisées qu'en période sèche. Ainsi, il serait intéressant de confronter cette étude avec une seconde prospection, effectuée cette fois-ci en saison des pluies, afin de comparer l'état sanitaire à deux moments de l'année bien différents. En effet, il s'avère que d'après les producteurs interrogés, leurs bananiers sont plus « beaux » en saison des pluies, mais il faut également supposer que la propagation de la maladie des raies noires est alors plus importante, de par la forte humidité du milieu.

c. Comparaison des pratiques et des observations terrain

Les différents indicateurs obtenus précédemment permettent d'une part de regarder l'impact du nuisible sur la bananeraie, mais aussi dans un second temps de comparer les pratiques culturales que le producteur a donné dans l'interview préalable et l'état sanitaire réel de la parcelle.

En effet, le nombre de feuilles totales donné pour évaluer l'intensité de la cercosporiose peut également renseigner le producteur sur son effeuillage : si peu de feuilles sont présentes sur le bananier, cela signifie alors que le producteur a dû effeuiller au maximum son bananier afin d'éviter la prolifération du parasite auquel est soumis le bananier. De même, le niveau d'enherbement comparé avec le désherbage manuel éventuel ou l'apport en herbicides peut permettre d'évaluer l'efficacité des traitements effectués.

3. Ajustement du guide d'entretien

Afin d'optimiser au mieux le faible temps imparti sur le terrain pour la réalisation des enquêtes et donc de ne pas avoir à ajuster le questionnaire au dernier moment, une phase de pré-terrain a été effectuée en avril. Cette étape a permis, en testant le questionnaire auprès de deux producteurs de l'île, de se rendre compte dans un premier temps qu'il était important d'avoir en plus du questionnaire un guide d'entretien et dans un second temps qu'il pouvait être long et donc ennuyeux pour l'enquêté de rester concentré tout au long de l'enquête. Suite à ces enquêtes préliminaires, le questionnaire a donc pu être modifié et adapté aux éventuelles attentes des producteurs : la nécessité d'avoir une heure de temps pour la réalisation totale du questionnaire et l'intégration du guide d'entretien au questionnaire.

4. Réalisation des enquêtes

Afin de réaliser les enquêtes dans les meilleures conditions possibles, il est nécessaire d'installer un climat de confiance comme le stipule un dossier scientifique de l'Institut Français de la Nutrition (1996). Pour ce faire, l'introduction de l'enquêteur par le technicien de la BSMU connu du producteur est primordiale. Celle-ci permet d'indiquer à l'enquêté le projet dans lequel s'insère l'entretien, l'intérêt du questionnaire et surtout sa durée, afin de ne pas déranger le producteur en cas de forte activité agricole (notamment lors des jours de récolte).

Afin de ne pas être confronté à un problème d'incompréhension de la part des deux parties, les questions doivent être posées de manière claire, en suivant le guide d'entretien. En effet, la barrière de la langue pouvant être considérée comme étant une contrainte majeure, il reste primordial de poser des questions simples et d'expliquer certains mots. Cependant, donner en exemple une réponse peut orienter la réponse de l'enquêteur : en pensant que l'exemple donné est la réponse absolue, le producteur peut être tenté de répondre la même chose afin de se faire « bien voir » par l'enquêté. Ainsi, il est très important lors de l'introduction par le technicien d'expliquer que l'enquêteur n'est en aucun cas présent pour juger la situation de l'exploitant, mais de comprendre l'état actuel des bananeraies et que des réponses honnêtes sont attendues. Par ailleurs, le fait de mener les entretiens sur les exploitations permet d'instaurer un climat de confiance comme le préconisent Ferraton et Touzard (2009). En effet, les producteurs sont dans un environnement qu'ils connaissent parfaitement qui pourrait leur faire gagner du temps lorsqu'ils sont occupés (en effet en jour de récolte par exemple : leurs déplacements sont limités mais ils peuvent tout de même répondre présents en participant à l'enquête et interagir aux questions, tant que l'entretien n'interfère pas trop dans leur travail). De même, les observations terrain devant être effectuées après la rencontre avec le producteur, il est possible de proposer à ce dernier d'accompagner l'enquêteur dans ses mesures, afin de créer une toute autre ambiance entre enquêteur et enquêté. Durant cette nouvelle discussion, plus libre, il est alors possible d'aborder les réponses précédemment obtenues en rapport aux observations réalisées.

Cependant, la présence des techniciens lors des entretiens est une des limites de l'étude. En effet, ceux-ci étaient indispensables pour permettre de faciliter une première approche avec les producteurs mais il ne faut pas écarter la possibilité que les producteurs aient préféré embellir leurs réponses afin de satisfaire au mieux les préconisations des techniciens ou les besoins de l'enquêteur.

B. Echantillonnage

Jayaramana a écrit, dans un document de la Food and Agriculture Organization (FAO) publié en 1999, que « l'échantillonnage consiste essentiellement à tirer des informations d'une fraction (...) d'une population, de façon à en tirer des conclusions au sujet de l'ensemble de la population. (...) L'échantillon représentera la population et reproduira aussi fidèlement que possible les principales caractéristiques de la population étudiée ». Bréchon, de son côté, stipule qu'il existe deux types d'échantillon : l'échantillon aléatoire et l'échantillon non aléatoire.

Dans l'étude menée, l'échantillon aléatoire était préconisé, à la vue du peu de données obtenues en phase préparatoire : superficie et localisation des exploitations. La mission consistait, durant deux mois (40 jours ouvrables), à réaliser 80 enquêtes, soit environ un dixième de la population productrice de bananes sur l'île. Sainte-Lucie est divisée en huit régions agricoles ; la moyenne des superficies a donc été réalisée pour l'ensemble des producteurs (861) de l'île afin de déterminer le nombre proportionnel d'exploitations à interroger. Celui-ci a ensuite été divisé par 2 pour avoir le nombre d'exploitations ayant une superficie supérieure ou inférieure à la moyenne calculée. De ce fait, l'échantillon aurait été réalisé de manière stratifiée dans un premier temps car la localisation des exploitations et leur surface étaient connues mais également aléatoire car les exploitants auraient été choisis au hasard parmi chaque région.

Cependant, une fois en situation, les difficultés du terrain ressortent : disponibilité des exploitants et des techniciens, accessibilité des exploitations, producteurs sélectionnés ayant en fait abandonné la culture du bananier. Ayant un nombre de jours limités, il a alors été décidé de revoir à la baisse (de moitié) le nombre d'agriculteurs à interroger, soit entre 40 et 50 producteurs, afin de remplir au mieux la mission de départ.

C'est pourquoi la méthodologie d'échantillonnage a été repensée en la basant d'une part sur les conditions pédoclimatiques de l'île (pluviométrie, pédologie) et d'autre part sur des grands types de systèmes de culture. Une discussion avec les techniciens de la Black Sigatoka Management Unit (BSMU) ayant une connaissance sur les différents systèmes de culture bananiers de chaque zone de l'île, a été entreprise afin de n'exclure aucune catégorie d'exploitants de bananes. De ces discussions il est ressorti que seuls deux systèmes de culture étaient prédominants à Sainte-Lucie : la culture pure de bananiers et l'association avec des arbres fruitiers. Dans un second temps, compte tenu du peu d'informations obtenues concernant les conditions pédoclimatiques (carte pédologique de l'île inexistante et carte de l'isohyète obtenue après la phase terrain), il a été décidé de se baser uniquement sur le système de culture. Ainsi, nous avons essayé d'interroger un nombre plus ou moins proportionnel d'exploitants correspondants à ces critères, dans chaque zone, tout en tentant d'équilibrer au mieux l'échantillon au fur et à mesure. Etant donné que les enquêtes ont été déterminées par le choix des techniciens, le type d'échantillonnage a alors changé, en passant d'un échantillonnage aléatoire à un échantillonnage stratifié par quotas. La différence avec l'échantillonnage stratifié (issu d'un échantillonnage aléatoire) réside dans le fait qu'ici nous ne sélectionnons pas nos individus au hasard mais nous suivons les indications données (Statistique Canada, 2013) par les techniciens quant au choix des personnes à interroger.

Le choix des producteurs à interroger a donc été établi par les techniciens de la BSMU. Cette stratégie a pu être une limite à différents degrés. Il est possible que leur choix ait été basé sur des affinités entre les techniciens et les producteurs. De même, en discutant avec eux, nous nous sommes rendus compte que des pratiques, telles que la jachère ou la rotation pouvaient

exister mais qu'elles étaient rares. Il est donc possible que des agriculteurs, qui auraient pu être intéressants à interroger pour cette étude, aient été écartés.

II. Traitement des données

Afin de répondre à nos questions de recherche, nous avons décidé d'analyser nos données à l'aide des logiciels R et XLStat. Par ailleurs, étant donné que l'étude menée a pour finalité la réalisation d'un diagnostic agronomique, Doré *et al.* (2006) explique que celui-ci est synonyme « d'évaluation du fonctionnement d'un champ cultivé, considéré comme la combinaison d'un système biophysique et d'un système technique, par rapport à une performance recherchée ». Il déclare également que pour évaluer les performances du champ cultivé, ce qui est le cas dans cette étude, plusieurs méthodes d'analyses sont possibles :

- le modèle conceptuel du fonctionnement du champ cultivé, basé sur des hypothèses sur les relations causales,
- les analyses statistiques multivariées, permettant de rechercher des relations entre variables explicatives et variables à expliquer.

Afin de répondre au mieux à la problématique de ce mémoire, c'est cette approche qui sera employée, en plus d'une approche descriptive.

A. Analyse descriptive : construction de la typologie des systèmes de culture

L'étude menée consiste en un diagnostic agronomique des bananeraies de Sainte-Lucie. Par définition, « un diagnostic agronomique porte sur une culture et est pratiqué à l'échelle du territoire » (Mémento de l'agronome, 2013). Une limite à l'étude a été de ne pas avoir établi d'échantillon raisonné au préalable, par manque de données, malgré les objectifs de l'enquête bien définis : déterminer les différents systèmes de culture des bananeraies de l'île et comprendre la gestion de ces exploitations agricoles.

1. Qu'est-ce qu'un système de culture?

Dans un premier temps, il faut établir la typologie des systèmes de culture de l'île. Le système de culture est défini comme « l'ensemble des modalités techniques mises en œuvre sur des parcelles cultivées de manière identique. Chaque système se définit par : la nature des cultures et leur ordre de succession et les itinéraires techniques appliqués à ces différentes cultures, ce qui inclut le choix des variétés » d'après Sébillotte (1990).

2. Comment construire une typologie?

D'après le groupe Agéco (2007), « la typologie cherche à créer des catégories de fermes semblables dans un même groupe mais qui se distinguent d'un type à l'autre. Deux objectifs sont visés par une typologie agricole : décrire ou orienter ». Nous sommes dans un cas où nous souhaitons avoir un état des lieux de l'agriculture bananière de Sainte-Lucie de par la typologie, qui elle-même fait suite à des enquêtes auprès de producteurs de banane. La finalité de notre typologie étant de décrire les systèmes bananiers de l'île, nous sommes dans une intention de comparaison entre les groupes (Landais, 1998).

Afin de répondre au mieux à la définition d'un système de culture, il a été décidé de construire la typologie des systèmes de culture bananiers à partir des trois critères suivants :

- succession des cultures dans le temps,
- succession des cultures dans l'espace,
- mode de conduite de la bananeraie.

B. Analyses explicatives

Différentes analyses correspondent à cette approche, mais chaque analyse a ses composantes.

En cas de variables qualitatives, une Analyse Factorielle des Correspondances Multiples (AFCM) pourra être employée dont son objectif consiste à étudier l'association entre trois variables qualitatives ou plus. « L'objectif est d'obtenir une carte de représentation sur laquelle on peut observer les proximités entre les catégories de variables qualitatives et les observations » (XLStat, 2014). Cette opération, après avoir obtenu les coordonnées linéaires de chaque individu, peut être suivie d'une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) permettant d'obtenir des groupes homogènes, à partir d'un dendrogramme. Enfin, la dernière analyse de ce groupe de tests consiste en une analyse de la variance (ANOVA : Analysis Of Variance) qui permet de connaître la significativité de nos données, au seuil de 5 %. L'association de ces trois analyses va permettre de regarder si le milieu physique influence les systèmes de culture. De même, le test du Khi 2 sera usité dans le but de connaître également l'influence de variables qualitatives sur les systèmes de culture.

PARTIE 3: RÉSULTATS DES ENQUÊTES AUPRÈS DES PRODUCTEURS

Au cours des deux mois passés à Sainte-Lucie, 51 producteurs ont pu être interrogés ; les données récoltées suite à ces entretiens ont permis de réaliser des analyses statistiques, permettant ainsi d'établir un diagnostic agronomique des bananeraies saint-luciennes.

I. Fonctionnement de la filière de production à Sainte-Lucie

A. Les différents marchés : l'Europe privilégiée

Au cours des enquêtes, il s'est avéré que Sainte-Lucie possède quatre marchés bien distincts comme le montre la Figure 7 : les petits marchés locaux, les supermarchés locaux, le marché régional (la Barbade et Trinidad-et-Tobago) et le marché international (Royaume-Uni). Ce dernier domine les autres destinations de vente avec 84 % des producteurs de bananes interrogés qui ont choisi cette orientation. La vente pour le marché régional est alors moindre, avec 10 % des producteurs interrogés ; elle concerne en général les bananes qui ne correspondent pas aux standards demandés par *Fair Trade* pour l'exportation.

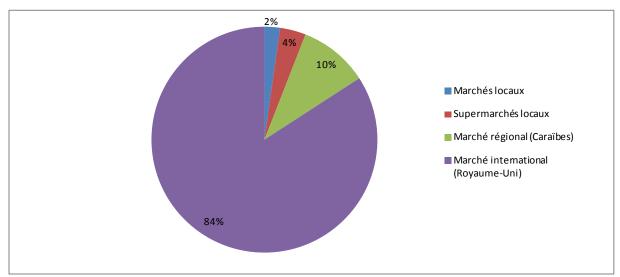


Figure 7 : Répartition des ventes des producteurs interrogés de Sainte-Lucie

Par ailleurs, près de deux tiers des exploitants interrogés (67 %) produisent exclusivement à destination du marché anglais et uniquement quelques uns d'entre eux ont décidé de ne pas vendre à l'international (trois exploitants). Cette forte tendance pour le marché européen peut s'expliquer par le prix d'achat, qui est de 27 \$US pour une boîte de 15 kg et de 33 \$US pour une boîte de 18 kg de bananes, contre 18 à 20 \$US pour une boîte de 18 kg pour le marché régional et 0,60 \$US la livre (0,454 kg) de bananes en marché local. Cependant, il est à noter que lors de la vente via NFTO, l'emballage reste à la charge des producteurs, dont le coût de revient est de 5,50 \$US : la charge financière d'une boîte de 18 kg de bananes est donc de 27,50 \$US pour le marché européen contre 14,5 \$US pour le marché régional et 23,8 \$US pour le marché local (il n'y a pas de charge pour l'emballage dans ce cas-ci). Mais, il faut toutefois garder en tête que la certification Global Gap dont font partie les producteurs a des normes qu'ils doivent respecter ; la marge réalisée par la vente sur le marché européen permet de payer ces coûts (traçabilité des produits, être membre de Global Gap, nombre d'applications et types de produits utilisés).

B. Evolution de la filière

1. Sur les exploitations soumises à l'étude

Des données de surfaces et de productions ont été demandées aux producteurs interrogés durant cette enquête, afin d'étudier l'évolution de la filière, en termes de production et de surface. Pour permettre une meilleure précision des évolutions, les répartitions ont été effectuées tous les cinq ans, de 2004 à 2009 et de 2009 à 2014.

La Figure 8 indique que pour les deux périodes données, l'évolution des surfaces bananières des producteurs interrogés a la même tendance, c'est-à-dire qu'une majorité d'exploitants (82 % pour la première période étudiée et 64 % pour la seconde) a gardé la même surface bananière. La raison des différentes variations de surface n'est pas connue, et mériterait pour cela une étude supplémentaire. Cependant, au cours des dialogues engagés avec certains producteurs, il s'avère que pour deux tiers d'entre eux, l'augmentation des surfaces correspond aux personnes qui ont commencé la culture du bananier au cours de ces dix années. La diminution des surfaces quant à elle, ne connaît de cause que pour un des producteurs, qui, tombé malade et ne pouvant alors plus assurer toute sa production, a dû diminuer ses surfaces de production. Elle peut également être causée par la diversification des cultures, et donc par l'augmentation des surfaces dédiées à d'autres cultures, telles que l'arboriculture (notamment la cacaoculture en tant que culture de rente) et le maraîchage. Il est difficile d'obtenir avec exactitude la surface dédiée aux autres cultures puisque les informations ont été données en nombre de pieds (en arboriculture et maraîchage).

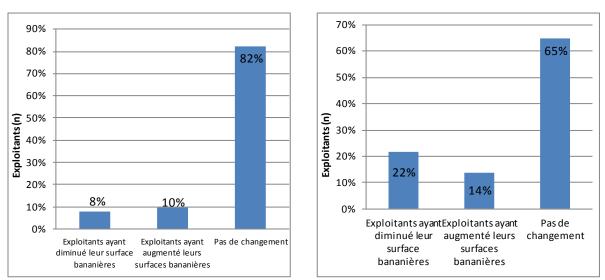


Figure 8 : Répartitions des exploitants selon la variation de leur surface bananière de 2004 à 2009 (à gauche) et de 2009 à 2014 (à droite) (n = 51)

La Figure 9 montre que l'évolution des productions a beaucoup changé en dix ans d'intervalle; une production inchangée est notée pour la production par hectare de 2004 à 2009 pour 71 % des agriculteurs enquêtés tandis que la tendance à l'augmentation et celle à la diminution atteignent chacune presque la moitié des exploitants entre 2009 et 2014, soit respectivement 49 % et 47 %. De même, les causes de ces variations sont inconnues mais des hypothèses peuvent être émises; l'augmentation de la production peut être due à une meilleure ou une plus grande utilisation d'intrants (fertilisants et pesticides) malgré l'arrivée de la maladie des raies noires en 2009. La diminution quant à elle peut être due soit à l'arrivée de la cercosporiose noire, soit à l'émergence de nouveaux agriculteurs, qui n'exploitaient pas

la banane quelques années auparavant, ou soit encore aux conditions climatiques telles que les ouragans/cyclones (Tomas en 2010) qui ont causé de nombreux dégâts.

Cependant, si on compare l'évolution du rendement et de la surface bananière pour une même période donnée, les tendances sont identiques : les producteurs ayant diminué leurs surfaces ont vu leur rendement diminuer contrairement à ceux qui ont augmenté la taille des parcelles bananières qui ont de ce fait augmenté leurs rendements. Cependant, les producteurs qui n'ont pas changé leurs surfaces bananières ont pour la moitié d'entre eux eu un rendement diminué et pour l'autre moitié, augmenté.

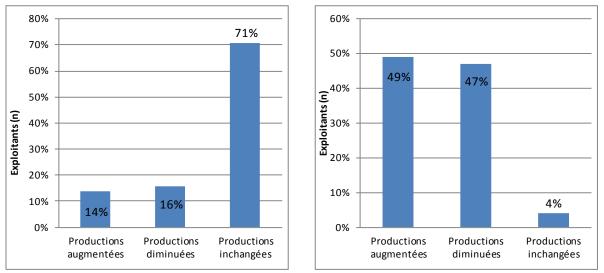


Figure 9 : Répartitions des exploitants selon la variation de leur production bananière de 2004 à 2009 (à gauche) et de 2009 à 2014 (à droite) (n = 51)

2. Pour l'île en général

Aujourd'hui on recense 861 producteurs de bananes sur l'île. Cependant, ce nombre tend à diminuer au fil des ans, avec un abandon de 28 % d'entre eux (soit 340 exploitants) entre 2009 et 2014 (Charles, 2014). La BSMU explique cette baisse par l'âge des agriculteurs, leur santé mais aussi l'augmentation des coûts de productions.

Par ailleurs, le rendement de la production bananière de Sainte-Lucie tend à diminuer depuis 2004, avec une baisse de 30 % entre 2004 et 2005. Malgré deux faibles augmentations entre 2005 et 2006, et 2007 et 2008, la production a nettement chuté sans plus jamais remonter depuis 2008, comme cela se note sur la Figure 10.

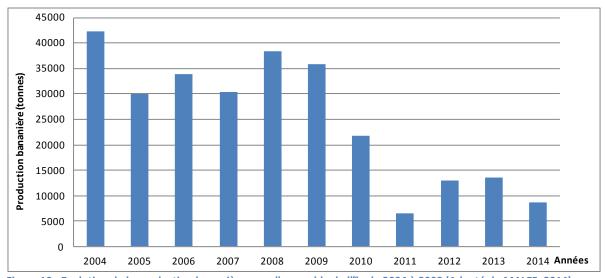


Figure 10 : Evolution de la production bananière pour l'ensemble de l'île de 2004 à 2008 (Adapté du MALFF, 2014)

II. Les systèmes de production

« Le système de production d'une exploitation se définit par la combinaison (nature et proportions) de ses activités productives et de ses moyens de production (terre, capital, travail). » (Tristan *et al.*, 2009). Dans cette analyse, ne sont pris en compte que les moyens de production, le questionnaire n'ayant pas permis d'obtenir les réponses adéquates pour étudier la combinaison des activités de production.

51 exploitants ont été interrogés sur les 861 producteurs actifs de l'île, soit environ 6 %. Les surfaces agricoles utiles (SAU) de ces exploitations varient entre 1,2 et 20,3 hectares ($\mu = 3,7$ et $\sigma = 3,2$), sachant que les surfaces bananières sont elles comprises entre 1,2 et 6,9 hectares ($\mu = 2,8$ avec $\sigma = 1,3$). Notons que la moyenne de la surface bananière de toutes les exploitations bananières de l'île est de 2,1 hectares (avec $\sigma = 1,2$), il est considérable que les exploitations interrogées représentent la tendance globale de l'île.

Concernant l'UTH (Unité Travail Humain donnée par unité de surface, ici l'hectare), nous avons décidé de le comparer avec celui de l'Afrique (1,1) et de la Guadeloupe (0,7) pour la culture du bananier (Dorel, 2014). Celui-ci est calculé à partir de la main-d'œuvre et du temps qu'elle consacre au champ; ici, nous considérons que UTH = 1 lorsqu'un employé travaille huit heures par jour, pendant cinq jours, ceci toutes les semaines tout au long de l'année, sur une surface d'un hectare. La Figure 11 montre qu'une minorité des exploitations (12 %) détient une UTH inférieure à 0,7, donc inférieure à l'UTH moyenne calculée pour les producteurs de bananes en Guadeloupe. De même, 35 exploitants, soit 69 % de la population interrogée, possèdent une UTH supérieure à 1,1, UTH moyenne propre aux producteurs de bananes d'Afrique. Cette différence peut s'expliquer par le coût de la main d'œuvre. En effet, celle-ci doit être moins chère, ce qui permet à l'exploitant d'employer plus de salariés régulièrement (deux à quatre fois par mois tout au long de l'année) (cf. Annexe 9).

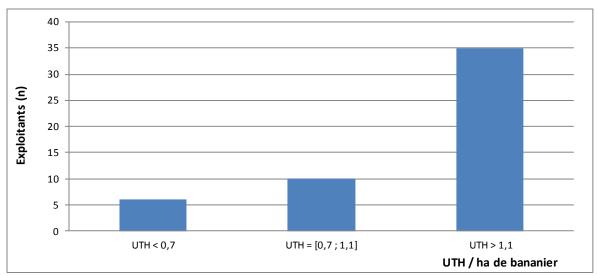


Figure 11: Distribution des exploitations en fonction des UTH/hectare

Par ailleurs, 98 % des agriculteurs interrogés vendent leur production via l'organisme *Fair Trade*. Ce dernier, permettant d'ordinaire la vente à l'international, n'a en réalité pas de répercussion sur les destinations de vente : les producteurs vendant leur production uniquement sur le marché local appartiennent également au groupement *Fair Trade* ce qui semble indiquer que cet organisme aurait une autre vocation pour les exploitants que de les aider à vendre leurs productions.

III. Les systèmes de culture bananiers de l'île

A. Typologie des systèmes de culture

Afin de répondre au mieux à la définition du système de culture donnée par Sébillotte (1990), il a été décidé d'établir la typologie des systèmes de culture au moyen de seulement trois variables :

- la succession des cultures dans le temps (rotation ou pas de rotation).
- la succession des cultures dans l'espace (culture pure ou association),
- le mode de conduite de la bananeraie (replantation fréquente 2-5 ans, replantation moyenne 5-8 ans, pérennité > 8 ans).

Tout d'abord, il a été décidé de ne pas prendre en compte la première variable « succession culturale dans le temps » car toutes les exploitations y répondent de la même manière, en ne pratiquant pas de rotation. La typologie a été obtenue de manière empirique, c'est-à-dire, grâce à la connaissance du terrain. En effet, après avoir comparé les méthodes statistique et empirique, il s'est avéré que les résultats étaient identiques, c'est pourquoi il a été décidé de garder la méthode non statistique pour l'élaboration de la typologie. Il faut toutefois garder en tête que l'outil statistique est, comme son nom l'indique, un outil et non une finalité en soi, qui pourra ainsi aider à compléter au mieux la typologie. De ce fait, ayant deux variables avec respectivement trois classifications chacune, six systèmes de culture bien distincts ont été obtenus, répartis comme suit dans le Tableau 2 :

	SdC 1	SdC 2	SdC 3	SdC 4	SdC 5	SdC 6
Succession culturale dans le temps			Pas de i	rotation		
Succession culturale dans l'espace		Culture pure			Association	
Mode de conduite de la bananeraie	Replantation fréquente 2 – 5 ans	Replantation moyenne 5 – 8 ans	Pérennité > 8 ans	Replantation fréquente 2 – 5 ans	Replantation moyenne 5 – 8 ans	Pérennité > 8 ans
TOTAL	6	11	8	5	8	13

Tableau 2: Distribution des exploitations selon la succession culturale dans le temps et dans l'espace ainsi que le mode de conduite de la bananeraie

N.B.: Il faut toutefois émettre une réserve quant à la modalité « Association » donnée en tant que succession culturale dans l'espace. En effet, l'intensité en arbres fruitiers n'est pas déterminée : de ce fait, il est possible qu'un système mis en association avec une dizaine de fruitiers sur la parcelle et un autre, avec une centaine d'arbres fruitiers n'auront pas les mêmes contraintes de travail ou ne seront pas soumis aux mêmes variations.

B. Quel est l'effet du milieu sur les systèmes de culture ?

1. Répartition spatiale des systèmes de culture

Après avoir identifié les six systèmes de culture bananiers de Sainte-Lucie, il est souhaitable de savoir s'il existe un lien entre le type de système et sa répartition spatiale. Cette dernière se vérifie avec la latitude et la longitude des exploitations, dont les données ont été obtenues au cours des enquêtes de terrain à Sainte-Lucie. Il est à noter que suite à une mauvaise manipulation, trois exploitations possèdent des coordonnées GPS erronées, ce qui empêche leur étude.

Dans un premier temps, les exploitations ont été placées sur Google Earth (cf. Figure 12) et montrent qu'elles ont une répartition plutôt aléatoire sur l'ensemble de l'île. Cependant, il se note que le système de culture 6, caractérisé par une bananeraie pérenne mise en association avec des arbres fruitiers, a ses exploitations situées dans le sud de l'île. De même, les exploitations représentant le système de culture 2 (culture pure bananière replantée entre cinq et huit ans) sont localisées en Côte Sous-le-Vent, à l'ouest de l'île.

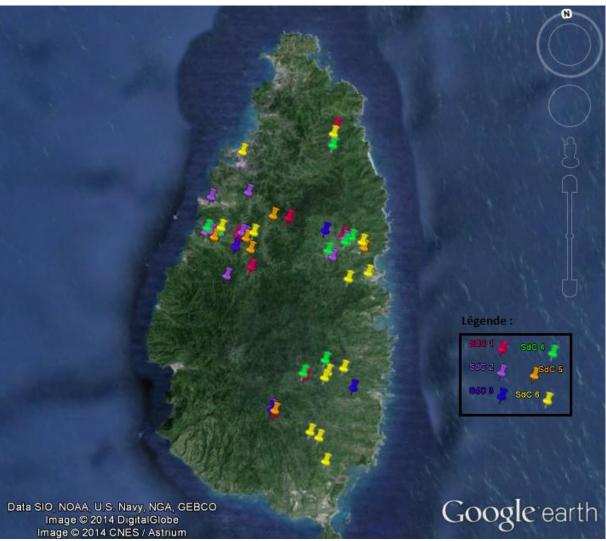


Figure 12 : Carte localisant les 51 exploitations de Sainte-Lucie

En réalisant une Analyse Factorielle à Correspondances (AFC) en prenant en compte le système de culture, la longitude et la latitude des exploitations, il apparaît que ces trois variables sont indépendantes entre elles (*pvalue* = 1), comme le montre la Figure 13 :

variables som macpenaan	tes entre entes (pratae = 1), comme le montre la 1 150
Test d'indépendance entre l	es lignes et les co	olonnes :
Khi² (Valeur observée)	0,012	
(hi² (Valeur critique)	64,001	
ODL	47	
p-value	1,000	
alpha	0,05	
nterprétation du test :		
10 : Les lignes et les colonn	es du tableau soi	nt indépendantes.
la : Il existe un lien entre le	s lignes et les co	olonnes du tableau.
• •	•	périeure au niveau de signification seuil ejeter l'hypothèse nulle HO.

Figure 13 : Résultats de l'AFC concernant la répartition spatiale des systèmes de culture

Le risque de rejeter l'hypothèse nulle H0 alors qu'elle est vraie est de 100,00%.

2. Lien entre caractéristiques du milieu physique et le système de culture adopté ?

De même, une deuxième analyse a été effectuée afin de connaître s'il existe une influence du milieu, caractérisé par la pierrosité, la topographie, la côte et la pluviométrie, sur ces systèmes de culture (cf. Annexe 9); le fait est que le résultat est positif.

La répartition des systèmes de culture mis en avant par rapport aux trois classes obtenues par analyse statistique constitue la Figure 14. Celle-ci montre que certaines classes sont caractéristiques du système de culture : la classe 2 n'est présente que dans deux systèmes de culture, et est présente en majorité (à 85 %) en classe 6 et en majorité par la classe 2. Les systèmes de culture 1 et 3 sont semblables (avec une prépondérance pour la classe 1 à 60 % contrairement à la classe 3), et de même pour les systèmes de culture 2 et 5 avec la classe 1 présente à 80 %.

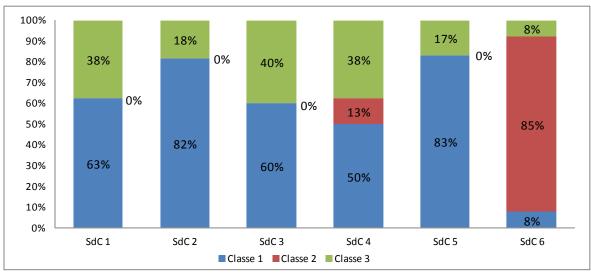


Figure 14 : Répartition des systèmes de culture par rapport aux trois classes du milieu physique

De même, les caractéristiques de chaque variable pour chaque classe sont reprises en Figure 15. Celle-ci permet de comprendre ce qui différencie les classes afin de comprendre la division des systèmes de culture.

<u>Classe 1</u>: Celle-ci est caractérisée par une faible pluviométrie $(2\ 101-2\ 400\ mm/an)$, avec une forte présence en Côte Sous-le-Vent $(83\ \%)$. La pente nulle et la terre nue de pierre correspondent aux observations réalisées sur le terrain. Les systèmes de culture majoritairement présents dans cette classe sont les 2 et 5, dont la similitude est la replantation moyennement fréquente $(5-8\ ans)$ des bananeraies.

<u>Classe 2</u>: Elle est majoritaire à 60 % dans les systèmes de culture 1 et 3, qui sont des cultures pures bananières. Cette classe est caractérisée par une pluviométrie dite moyenne (2 401 – 2 700 mm/an) et une présence en Côte-au-Vent. Dans ce cas, la pente n'est pas corrélée avec le niveau de pierrosité, étant donné que malgré une plus forte proportion à une forte pente, les trois niveaux de pierrosité sont présents.

<u>Classe 3</u>: La topographie est dans ce cas-ci liée avec la pierrosité, comme vu lors des observations terrain, avec une forte pente corrélée à une forte pierrosité. La pluviométrie est ici la plus importante (2 700 – 3 000 mm/an) avec des exploitations en Côte-au-Vent, comme en classe 2.

N.B.: Il aurait été intéressant de rajouter le type de sol dans cette analyse, mais n'ayant pas de carte pédologique de Sainte-Lucie, cela n'a pas été possible. Une étude future des sols de l'île pourrait être ainsi menée et ensuite comparée aux systèmes de culture établis, et donc de comprendre s'ils ont une influence ou non avec eux.

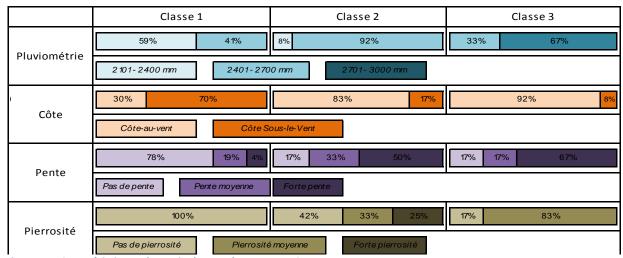


Figure 15 : Caractéristiques des trois classes obtenues par CAH

3. Autres corrélations avec le système de culture

a. Etiquette des producteurs

Le profil des producteurs de Sainte-Lucie n'est pas le même pour tous (*cf.* Figure 16) et ils peuvent se décliner en trois catégories :

- 1) Les producteurs « 100 % bananes », qui ne produisent que de la banane.
- 2) Les agriculteurs diversifiés, qui en plus de la banane, ont décidé d'exploiter leurs terres pour d'autres productions (élevage, maraîchage, arboriculture).
- 3) Les double-actifs, c'est-à-dire les producteurs de bananes qui exercent également une activité non agricole leur permettant de générer d'autres sources de revenu (boucher, chauffeur, professeur, *etc.*).

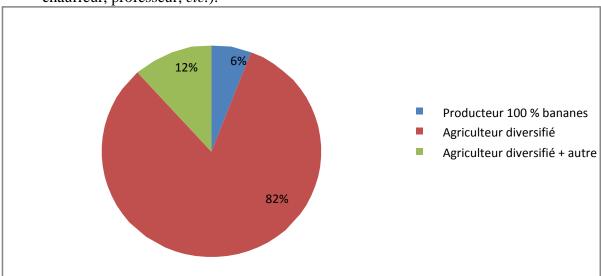


Figure 16 : Distribution des exploitants selon leur activité (n = 51)

Le test du Khi 2 (cf. Annexe 11) montre qu'il n'existe pas de lien entre l'activité de l'agriculteur et l'adoption du système de culture.

b. Main d'œuvre

De même, un autre test du Khi 2 a été réalisé (résultats en Annexe 12) concernant la main d'œuvre utilisée et le système de culture adopté. Il en résulte qu'encore une fois, il n'y a pas de corrélation entre les deux facteurs.

c. Surface agricole utile

La répartition de la SAU (avec la proportion de surface bananière) pour chaque système de culture se trouve en Figure 17. Les écart-types de chaque système sont relativement faibles, exceptés pour le système de culture 6 ; cela est dû à la présence de la plus grande exploitation (20,5 ha) dans ce système. Par ailleurs, le système de culture 2 est constitué d'exploitation n'ayant uniquement que de la surface bananière. Tandis que les systèmes 1, 3 et 5 exploitent la banane en grande majorité, la culture du bananier constitue un peu plus de la moitié des systèmes 4 et 6. Cependant, après avoir réalisé un autre test du Khi 2 concernant la SAU et le système de culture adopté (en Annexe 13), il s'avère que ces deux variables sont indépendantes l'une de l'autre.

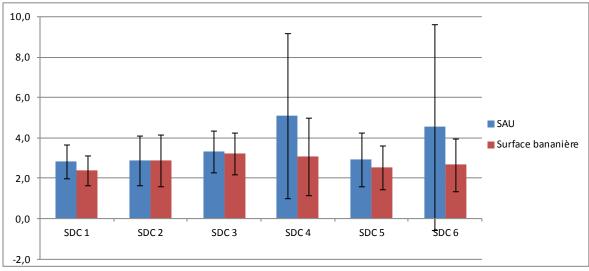


Figure 17 : Répartition de la SAU et de la surface bananière par système de culture

C. Conclusion partielle

Il était, dans un premier temps, envisagé de comprendre si les systèmes de culture adoptés à Sainte-Lucie sont liés à un facteur extérieur particulier (milieu physique, répartition géographique, contraintes socio-économiques). Dans ce cas, les résultats sont négatifs exceptés pour le milieu physique qui semble être corrélé avec l'adoption du système de culture. Il faut toutefois émettre certaines réserves car les classes ne sont pas totalement différentes les unes des autres : interroger de nouveaux producteurs sur une plus large répartition (différence d'altitude par exemple) n'est pas à négliger pour une étude future. De plus, afin d'affiner cette question et comprendre ce qui a une influence sur le système de culture, il serait intéressant d'étudier les stratégies des exploitants en utilisant des questionnaires moins directifs ; par exemple, prendre l'âge de l'exploitant en compte peut expliquer sa stratégie : un exploitant plus âgé peut vouloir exploiter une culture pure bananière pérenne, afin d'alléger sa charge de travail. De même, un producteur qui possède

une double étiquette n'aura vraisemblablement pas la même stratégie d'exploitation qu'un producteur 100 % ; étudier les revenus de chaque activité semble être un paramètre d'étude opportun.

IV. Etendue de la cercosporiose noire dans les bananeraies saintluciennes

La maladie des raies noires, de par la nécrose des feuilles, a une incidence sur la photosynthèse des bananiers, entraînant de petits régimes avec de petits fruits ou encore un mauvais remplissage de ces derniers. Il est alors important de comprendre la relation que détient le champignon *Mycosphaerella fijiensi*s (Morelet) avec ses deux environnements (*cf.* Annexe 1):

- l'actif, c'est-à-dire comprendre le ou les paramètres qui peuvent influencer la présence de ce champignon,
- le passif, c'est-à-dire, comprendre quels sont les éléments sur lesquels la cercosporiose noire peut avoir une influence.

Les variables étudiées dans cette partie seront confrontées au nombre de feuilles fonctionnelles des bananiers qui est le paramètre représentatif de l'état d'infestation de la cercosporiose noire.

A. Influence de l'environnement actif d'une bananeraie sur le développement de la cercosporiose noire

1. Le milieu

Comme vu précédemment, le milieu physique est caractérisé dans cette étude par la pluviométrie, la topographie, la pierrosité et la côte. Dans le cas présent, seules la pluviométrie et la côte peuvent constituer des facteurs intéressants à étudier quant à l'influence qu'elles peuvent avoir sur la présence de la maladie. En effet, étant d'origine fongique, le milieu humide est propice à son développement, l'eau et le vent étant deux vecteurs de propagation.

La Figure 18 est le résultat de la régression linéaire, et plus précisément l'ANOVA, réalisée. Celle-ci reprend les coefficients normalisés de chaque variable. En sachant que la variable explicative dont la valeur absolue du coefficient normalisé a l'effet le plus important sur la variable dépendante, ici le nombre de feuilles fonctionnelles, il en ressort que seule la pluviométrie 2 101 – 2 400 mm/an semble avoir une influence sur l'infestation de la cercosporiose sur la parcelle, ce qui confirme l'hypothèse de départ concernant l'impact de la pluviométrie : plus les précipitations sont « faibles », plus le nombre de feuilles fonctionnelles semble important.

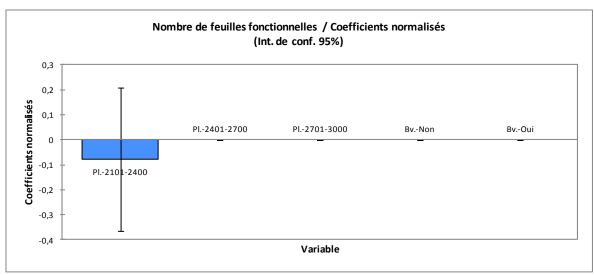


Figure 18 : Résultante de l'ANOVA réalisée entre le nombre de feuilles fonctionnelles et les conditions du milieu

2. Les pratiques culturales, quelles sont-elles ?

Après l'effet du milieu sur la cercosporiose, il paraît nécessaire de regarder l'impact que peuvent avoir les pratiques culturales sur celle-ci. En effet, l'entretien de la parcelle, tant au niveau nutritionnel que phytosanitaire, mais aussi sa densité ont également la possibilité de favoriser le développement de la maladie fongique.

a. Présence de brise-vents

Les brise-vents sont des arbres situés autour de la parcelle permettant d'atténuer le vent sur la parcelle afin d'empêcher la propagation du champignon par voie aérienne.

Par ailleurs, une majorité des exploitants (59 %) emploie les brise-vents pour protéger leurs parcelles. Cependant, les résultats de la Figure 18 montrent que ceux-ci ne sont pas forcément utiles : en effet, le vent ne semble pas avoir d'incidence qu'il y ait des haies brise-vents autour des parcelles ou non. Il serait alors intéressant de connaître les différentes puissances que le vent peut avoir sur l'île afin d'étudier son effet dans une étude ultérieure.

b. Techniques prophylactiques

L'étude a montré que la prophylaxie effectuée sur les bananeraies consiste en trois points pour les producteurs saint-luciens :

- l'effeuillage pour limiter la propagation du champignon,
- l'utilisation de pseudo-tronc pour piéger les charançons,
- le désherbage manuel afin de limiter le développement des adventices.

i. L'effeuillage

Deux types d'effeuillage sont pratiqués : l'effeuillage chirurgical, qui consiste à seulement couper les parties nécrosées de la feuille, et l'effeuillage total où la feuille entière est coupée, quel que soit son pourcentage de nécroses. Cette pratique est essentielle pour limiter le développement de la maladie au sein de la parcelle ; la contamination se fait en trois jours via les feuilles atteintes vivantes contre une quarantaine de jours pour des feuilles atteintes coupées, placées sur le sol de la bananeraie (Amar, 2014). La répartition de l'utilisation de ces

deux méthodes par les producteurs de l'île est en Figure 19. Hormis un producteur qui semble être un point aberrant compte tenu de la situation de l'île, tous utilisent une méthode prophylactique pour prévenir la cercosporiose : l'effeuillage total semble être la pratique majeure pour les producteurs de l'île tandis que 35 % d'entre eux jugent l'état de la feuille avant de la couper partiellement ou entièrement, ce qui permet alors au bananier de continuer sa photosynthèse plus facilement.

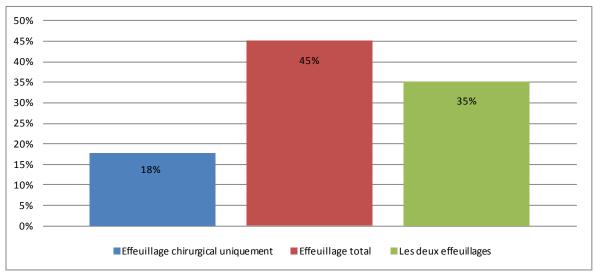


Figure 19: Répartition du nombre d'exploitants pratiquant l'effeuillage contre la cercosporiose noire (n = 50)

De manière générale, les producteurs effeuillent entre deux à quatre fois par mois. Cependant, cette réponse donnée par les producteurs est trop approximative pour la tester. En effet, il aurait été judicieux de connaître la fréquence de passages des ouvriers ou de l'exploitant luimême sur un même bananier et non pas son nombre de passages au sein de la parcelle. Effectivement, le bananier n'émettant plus de feuilles lorsqu'il est en floraison, il paraît difficilement concevable qu'un producteur effeuille chaque semaine un même bananier, celuici finirait alors rapidement nu (par exemple au bout d'un trimestre environ, en comptant une feuille par semaine, pour un bananier comptant douze feuilles au total, pour un effeuillage total).

ii. Les pièges en pseudo-troncs

La présence de charançons est limitée par l'utilisation de pièges sous forme de pseudotroncs (47 %) d'après la Figure 20. Après discussion avec les producteurs, il s'avère que ces pseudo-troncs servent en réalité à connaître la proportion de charançons sur la parcelle : si celui-ci est infesté, le producteur décide alors de traiter sa parcelle chimiquement afin d'éradiquer le nuisible.

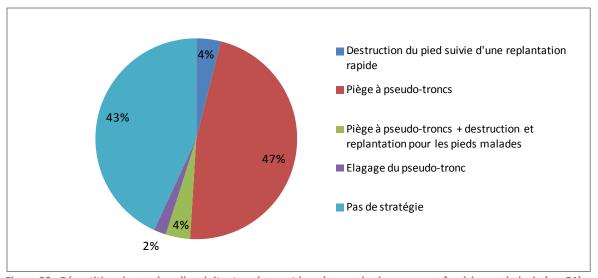


Figure 20 : Répartition du nombre d'exploitants prévenant la présence de charançons grâce à la prophylaxie (n = 51)

La prévention contre les nématodes quant à elle est inexistante puisque les producteurs n'ont pas de stratégie prophylactique à ce sujet.

iii. La prévention des adventices

Le développement des adventices peut être contrôlé de diverses manières : par désherbage (manuel ou mécanique), par la couverture du sol ou encore par l'utilisation d'animaux broutant, comme le montre la Figure 21. Ce contrôle est important car les adventices peuvent exercer une concurrence conséquente pour l'eau et les éléments nutritifs. Cependant, 52 % des producteurs n'ont pas de stratégie particulière, privilégiant la lutte chimique.

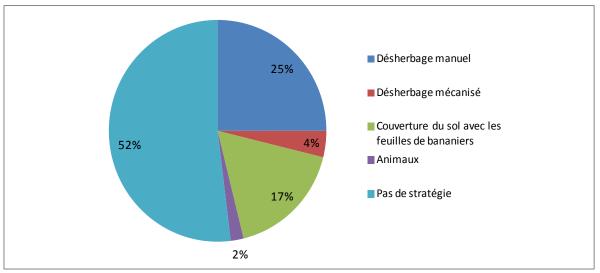


Figure 21 : Répartition des différentes techniques prophylactiques concernant la prévention du développement des adventices (n = 51)

c. Intrants

Les intrants (minéraux pour la fertilisation et chimiques pour les pesticides) sont une solution fortement appréciée par les producteurs de Sainte-Lucie concernant l'aide à la croissance des bananiers ou de la lutte contre les bio-ravageurs. La fréquence des applications dépend de chaque producteur ; ils épandent selon l'état sanitaire de leurs parcelles, tout en suivant les conseils des techniciens de la BSMU et de SLNFTO. La fréquence des apports appliqués sur

chaque parcelle, qu'ils soient azotés ou chimiques, est propre à chaque exploitant, qui épand sur les conseils des techniciens de la BSMU et mais surtout du bureau *Fair Trade* auquel il est associé.

La fertilisation à Sainte-Lucie est majoritairement d'origine minérale. En effet, malgré le souhait de quelques producteurs de vouloir épandre des produits organiques, tels que le guano, fumier, lisier et compost, il semblerait que SLNFTO n'accepte pas ce type de fertilisation. Malheureusement, n'ayant pas reçu de réponse positive de leur part pour les questionner à ce sujet, il n'est pas possible d'affirmer ces propos. Le Tableau 3 montre la proportion des exploitants à respecter les normes préconisées par les autorités (BMSU mais surtout la SLNFTO). Ainsi, ils sont plus de la moitié à respecter ces recommandations d'applications en pesticides, avec une plus grande considération pour l'application de l'insecticide/nématicide. Cela est peut-être dû au fort coût de ces produits. Par ailleurs, 25 % des producteurs peuvent être considérés comme « bons élèves » en écoutant et respectant les avis des techniciens quant aux trois pesticides, tandis que 8 % d'entre eux ne sont pas du tout attentifs et épandent quand ils le souhaitent. Cela aurait été intéressant de comprendre les répercussions de ces non respects des préconisations annoncées par la SLNFTO et la BSMU, et connaître le type de sanction si sanction il y a (interdiction de vente à SLNFTO par exemple).

La distribution de chaque intrant se retrouve en Annexe 14 ; les valeurs brutes du nombre d'applications de pesticides ont été obtenues grâce à une conversion (*cf.* Annexe 15).

N.B.: On décide de regrouper les insecticides et nématicides dans une seule et même catégorie car certains produits visent aussi bien les charançons que les nématodes.

Intrant	Nombre d'applications annuelles réalisées par le producteur	Nombre d'applications annuelles préconisée par la BMSU et la SLNFTO	Pourcentage d'exploitants respectant les normes préconisées par les autorités
Fongicides	5 – 34	12	55 %
Insecticides/nématicides	0-6	2 - 3	84 %
Herbicides	0 – 25	4	53 %

Tableau 3 : Tableau représentant la différence entre la pratique et la théorie au niveau des différents apports annuels

Par ailleurs, une seconde analyse statistique concernant les pesticides a été réalisée afin d'étudier l'existence d'une corrélation entre eux, deux à deux (cf. Annexe 16). En effet, cela pourrait correspondre à une stratégie de l'exploitant concernant ses intrants : par exemple s'il applique fréquemment des produits insecticides/nématicides, applique-t-il des fongicides à la même fréquence ? Les tests réalisés ne montrent cependant aucune corrélation entre eux, ce qui indique que la stratégie du producteur ne se situe pas dans la fréquence d'applications de ses produits phytosanitaires.

d. Densité

La densité de plantation préconisée par la BSMU est de 1 882 pieds/hectares tandis que la moyenne des densités est de 2 132 pieds/hectare (avec σ = 343), ce qui représente 29 % de la population interrogée respectant cette préconisation en ayant une densité plus faible.

Comme vu précédemment, une méthode de propagation du champignon *Mycosphaerella fijiensis* (Morelet) est le contact. De ce fait, il est envisageable que le développement du champignon sera facilité par une densité de peuplement importante, et donc un nombre de

feuilles fonctionnelles moins important. La régression linéaire réalisée en Annexe 17 indique un coefficient de corrélation $R^2 = 0.087$. Avec un coefficient aussi faible, il n'est pas possible d'affirmer l'hypothèse préalable.

3. Pratiques culturales et cercosporiose noire, quelle relation?

Après avoir étudié chaque pratique séparément, il est souhaitable de regarder si l'une d'entre elle a une influence sur le développement du champignon. De ce fait, toutes les variables précédentes (fréquence d'application des pesticides et des fertilisants, traitements prophylactiques, densité) sont reprises dans une ANCOVA. Les graphiques reprenant la répartition des variables selon leurs coefficients normalisés montrent que la fréquence d'application d'herbicides semble avoir une influence sur la cercosporiose présente dans la bananeraie. Afin de regarder plus précisément s'il n'y aurait pas également une variable quantitative influente, deux autres tests sont réalisés (cf. Annexe 18):

- une ANOVA (pour les variables qualitatives) qui montre que le couvert végétal a une importance sur le développement de la cercosporiose, mais aussi la donnée aberrante du producteur ne pratiquant pas l'effeuillage. Ce résultat est plutôt étonnant en sachant que l'effeuillage permet de réguler et la régression linéaire simple (pour les variables quantitatives),
- une régression linéaire simple (pour les variables quantitatives) qui indique une seconde fois que c'est la fréquence d'herbicides qui sembler impacter le développement du champignon en bananeraie.

Ainsi, les deux variables influentes mises en avant par ces deux tests sont étroitement liées puisque les deux luttent contre le développement des adventices. De ce fait, il semblerait que la présence d'adventices est bénéfique à la présence du champignon et qu'ainsi, à la place d'effeuiller et d'appliquer des fongicides périodiquement, le contrôle des adventices est plus important.

B. La cercosporiose noire et l'environnement passif

1. Les performances agronomiques des bananeraies

a. Le rendement, un indicateur agronomique

Le rendement est par définition, « le poids, le volume d'une récolte rapporté à l'unité de surface, souvent exprimé en quintaux ou en tonnes par hectare » (Larousse, 2014). Dans la pratique, la production est quantifiée selon le nombre de boîtes vendues (une boîte *Fair Trade* équivaut à 18 kg). Cependant, dans le cas de la culture des bananiers, il serait plus juste de la quantifier selon le poids des régimes récoltés ; on considère qu'il n'y a qu'un cycle de production annuel, avec un régime récolté par bananier, donc un nombre de régimes égal à la densité de peuplement. Par ailleurs, Perrier et Delvaux (1991) conviennent qu'il est difficile de déterminer le rendement d'une parcelle par voie d'enquête, du fait que :

- le stade d'échantillonnage ne correspond pas toujours au stade de récolte, en sachant que les bananiers d'une même parcelle n'ont pas forcément été plantés en même temps, ce qui amène à des stades de développement différents des bananiers d'une même parcelle,

- le rendement est une mesure de production par unité de temps et de surface, la détermination des poids des régimes nécessite alors de nombreux passages successifs sur la parcelle.

Un observateur permanent est alors la solution pour obtenir de manière correcte et précise le poids de chaque régime récolté (Wairegi, 2009), mais cette solution n'est pas toujours réalisable. Il est donc envisageable d'utiliser une estimation du poids des régimes. En effet, d'après plusieurs travaux (Delvaux *et al.*, 1986; Dorel et Perrier, 1990), il a été établi que le nombre de doigts d'un régime ou la circonférence du pseudo-tronc semblent avoir une forte corrélation avec le rendement. Dorel et Auguste ont établi, en 2012, dans le cadre d'une enquête conduite dans les bananeraies de Guadeloupe, un coefficient de corrélation entre la circonférence du pseudo-tronc et le poids du régime du bananier associé, grâce au modèle linéaire de la Figure 22:

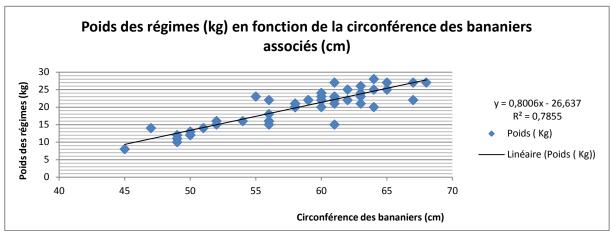
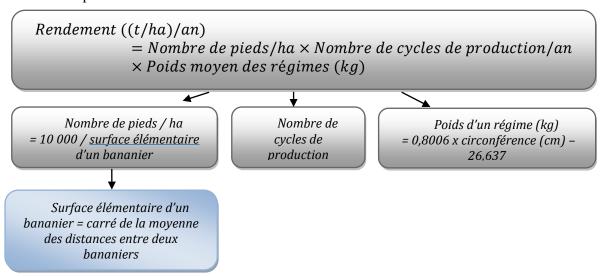


Figure 22 : Modèle linéaire mettant en relation circonférence et poids des régimes des bananiers (Dorel et Auguste, 2012)

La formule permettant d'obtenir le rendement est alors la suivante :



Cette formule permet d'estimer la productivité de la parcelle, grâce à l'indicateur agronomique du rendement. Il faut toutefois noter que le rendement est souhaité en kg/acre/an. Afin de valider cet indicateur, une représentation linéaire est réalisée en Figure 23 :

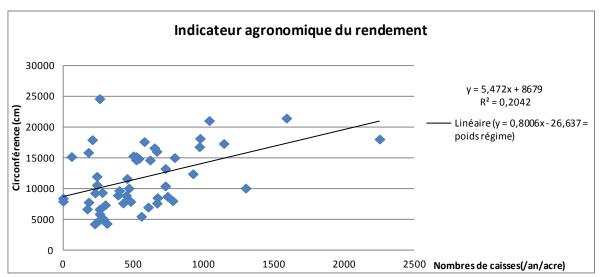


Figure 23 : Modèle linéaire de l'indicateur agronomique du rendement en fonction du nombre de caisses produites par acre et par an

Malgré la précédente démonstration de Dorel qui stipule qu'une relation existe entre la circonférence des pseudo-troncs et le nombre de caisses obtenues (par acre et pas an), le graphique présente un coefficient de corrélation relativement faible (R² = 0,2042) ce qui indique la faiblesse de la corrélation entre l'indicateur et le rendement réel. Sachant que ce R², malgré sa faiblesse, correspond aux résultats des enquêtes réalisées, il est possible que cette déficience soit due au nombre d'enquêtes menées pas assez élevé.

N.B.: Il faut toutefois souligner que le poids du régime et le nombre de caisses ne sont pas identiques. En effet, le poids du régime correspond au potentiel de rendement, et celui-ci peut être sensible à un écart de triage, tandis que le nombre de cartons tient lui, compte des écarts de triage (qui peuvent varier entre 5 et 25 % du poids du régime en fonction des chocs reçus et de la conformation et de la longueur des doigts) (Dorel, 2014).

Cependant, lorsque le rendement est ramené en tonnes par hectare, le rendement moyen des exploitations enquêtées est de 4,74 t/ha (avec σ = 2,01). Cette donnée, comparée aux données de l'année 2000 est relativement faible : le rendement dans les Antilles (îles du Vent et Jamaïque) à cette époque était de 11 t/ha (FAO, 2003). Puisque la Guadeloupe, la Martinique et la Jamaïque font partie de cette moyenne, l'hypothèse d'un faible rendement des îles anglophones est alors émise.

b. Indicateurs biologiques

i. Circonférences

La circonférence du pseudo-tronc a été mesurée à un mètre du sol pour chaque bananier, afin d'avoir plus d'homogénéité. Les exploitations ont une circonférence moyenne qui varie entre 39,6 (σ = 6,2) et 66 (σ = 2,9) cm, et la moyenne des 509 bananiers mesurés est de 50,1 cm (avec σ = 6,4). La vigueur des plants aurait pu être évaluée par la taille des bananiers, mais les moyens techniques employés ne pouvaient satisfaire ce critère.

ii. Nombre de feuilles fonctionnelles

Le nombre de feuilles fonctionnelles découle de deux observations réalisées sur le terrain :

- le nombre total de feuilles présentes sur les bananiers étudiés,
- le pourcentage de nécrose présente sur chaque feuille des bananiers étudiés.

Dans cette prospection, un bananier compte en moyenne 6,64 feuilles fonctionnelles (avec σ = 1,37), dont l'amplitude varie entre 3,81 à 9,40 feuilles fonctionnelles. En rappel au premier chapitre, un bananier en floraison nécessite 8 feuilles fonctionnelles afin d'assurer un bon développement des fruits et une maturité en temps et en heure. Ainsi, les bananiers saint-luciens semblent être soumis à divers causes :

- un problème de cercosporiose majeur impliquant :
 - o soit la nécrose des feuilles encore vivantes du bananier,
 - o soit l'effeuillage massif des bananiers,
- une nécrose non liée à la cercosporiose. En effet, un bananier soumis à une carence voit sa physiologie changer, comme le jaunissement de ses feuilles. Dans ce cas là, l'observation réalisée a été identifiée en tant que non liée à la cercosporiose. L'état nutritionnel des bananiers serait alors intéressant à évaluer.

2. Etat sanitaire des parcelles

Ce point-ci va traiter de la relation éventuelle existante entre l'état sanitaire des parcelles (c'est-à-dire la présence cercosporiose, charançons/nématodes et adventices) et les performances agronomiques de celles-ci. En effet, il se peut qu'une parcelle envahie par un ravageur induise une certaine faiblesse de la bananeraie infestée, ce qui amènerait alors à une production moindre.

Dans un premier temps, le niveau d'infestation des bananeraies concernant les différents ravageurs est le suivant :

- la cercosporiose, comme vu précédemment, semble être présente mais il n'est pas absolu que cette maladie fongique soit l'unique origine du faible nombre de feuilles fonctionnelles des bananiers,
- le taux d'enherbement moyen est de 23 % (avec $\sigma = 0.19$), allant d'une parcelle parfaitement saine (0 % d'adventices) à une parcelle étant enherbée à 76 %.
- le nombre de pieds chutés moyen est de 0,33 (avec σ = 0,74), sachant que la majorité des producteurs (80 %) ne connaît pas le problème de charançons/nématodes sur leurs parcelles.

Ainsi, les raisons du rendement peuvent être vérifiées de par le niveau d'infestation de la parcelle, grâce à une régression linéaire (cf. Annexe 19). Le graphique obtenu montre que le nombre de feuilles fonctionnelles est directement corrélé avec le rendement, avec un coefficient de détermination $R^2 = 0.244$, ce qui n'est pas négligeable. Ceci semble en adéquation avec l'hypothèse première que le nombre de feuilles fonctionnelles régit le développement des fruits et donc le rendement.

C. Conclusion partielle

Cette partie a mis en avant les éventuelles relations que la maladie des raies noires peut avoir avec son environnement, qu'il soit actif ou passif. Ainsi, il en ressort des résultats qui peuvent paraître surprenants à première vue : malgré une corrélation directe entre le rendement et la cercosporiose noire, le développement du champignon est favorisé par un environnement enherbé. Ces deux points sont intéressants pour les études futures qui pourront désormais cibler leur objectif : comprendre pourquoi l'enherbement joue un rôle important

dans le développement et/ou la propagation du champignon au sein d'une bananeraie. De même, il a été démontré que l'état sanitaire de la parcelle influence la productivité de la bananeraie. Ainsi, puisque c'est le nombre de feuilles qui régit le rendement, il se conclue rapidement que la cercosporiose noire a un réel impact sur les performances agronomiques des systèmes bananiers. Ainsi, toutes les pratiques culturales pouvant lutter contre ce nuisible (effeuillage total et chirurgical, diminution des densités afin d'amenuiser l'atmosphère humide propice au développement du champignon par œilletonnage par exemple) doivent être approfondies par les producteurs locaux, afin de leur montrer les bienfaits de ces techniques "simples mais utiles" lorsqu'elles sont bien réalisées.

CONCLUSION

L'étude menée à Sainte-Lucie durant les mois de mai et juin 2014 était nécessaire pour la continuité du projet Banane Durable Caraïbes, même si le plan Interreg IV dans lequel il s'insère, se termine à la fin de l'année 2014. Elle pourra alors contribuer au futur Interreg V, qui débutera en 2015, dont l'objectif est le développement et le partage entre les six territoires qui en font partie (dont Sainte-Lucie) de technologies innovantes qui permettront aux producteurs de bananes de réduire de manière significative les impacts négatifs que peut avoir cette culture sur l'environnement.

De ce fait, l'investigation menée pendant toute la mission a permis de « débroussailler » ce qui se passe sur l'île, puisqu'aucune enquête de ce type n'avait été effectuée auparavant, répondant aux deux grandes questions initialement posées. Ainsi, l'établissement des typologies des systèmes de culture a conduit à un total de six systèmes bananiers distincts des uns des autres, mais dont le choix n'est pas justifié. En effet, le milieu semble être le seul paramètre pouvant influencer le choix de l'agriculteur à adopter tel ou tel système de culture. De plus, l'analyse des pratiques agricoles exercées et des performances agronomiques obtenues, mises en relation avec le développement de la cercosporiose noire a mis en avant l'étonnante relation entre le champignon et les adventices. Elle a par ailleurs confirmé l'hypothèse que la maladie des raies noires a une influence sur le rendement d'une bananeraie. Une lutte contre ce nuisible amènerait donc à une amélioration de la production.

Ces résultats vont permettre aux équipes des différents partenaires du projet (CIRAD, IT², UGPBAN, etc.) de mieux cibler les prochaines prospections, dont les axes d'étude seront différents de celui-ci, avec par exemple comprendre pourquoi l'enherbement joue un rôle important dans le développement et/ou la propagation du champignon au sein d'une bananeraie. Ils pourront plus particulièrement étudier en complément de ce travail effectué l'aspect socio-économique uniquement de la filière, en prenant par exemple en compte les revenus de chaque activité de l'exploitant ou son âge. De même, ces quelques conclusions leur permettront d'ajuster les propositions de solutions d'innovation, en mettant l'accent sur différents points tels que des pratiques culturales préconisées mais absentes de l'île (jachère et rotation) ou une utilisation trop intensive des pesticides. Les contraintes de la production bananière étant mises en avant, les partenaires pourront également les prendre en compte au moment des recommandations et discussions avec les producteurs quant à l'amélioration des systèmes bananiers de l'île. En effet, si la présence d'adventices a un impact sur le développement du champignon, les producteurs devront lutter en priorité contre elles, en utilisant des techniques de paillage ou de plantes de service (maraîchères ou non) (Lassoudière, 2007; Griffon, 2013).

Par ailleurs, cette étude, suite aux discussions qu'elle a provoquées avec certains producteurs plus « bavards » que d'autres, peut également amener à se questionner sur un tout autre point auquel le plan « Banane Durable Caraïbes » ne fait pas référence : l'avenir de la banane pour Sainte-Lucie. En effet, selon certains producteurs, la production de cette dernière devrait s'interrompre d'ici quelques années et il serait malencontreux que le plan continue alors que les producteurs ont déserté leurs parcelles. Ainsi, si on parle de l'enjeu économique, il est effectivement fort probable que la banane saint-lucienne ne soit pas concurrentielle. C'est pourquoi la présence de *Fair Trade* est importante car il peut être plus compétitif que les organismes latino-américains, en certifiant ainsi une certaine qualité du produit aux

destinataires. Cependant, afin d'avoir un produit dit « tout-en-un », il devient nécessaire de promouvoir la recherche afin de permettre la durabilité de la filière à travers :

- le développement du marché local, via les hôtels de l'île par exemple, l'île étant très touristique elle comprend de nombreux complexes hôteliers,
- le développement du marché régional, comme perpétuer les échanges avec les îles voisines telles que Trinidad-et-Tobago et la Barbade qui sont amatrices de bananes mais n'en produisent pas, leur économie étant suffisante à travers l'exploitation du pétrole,
- l'intégration du fruit dans les programmes scolaires portant sur la nutrition, montrant ainsi les bienfaits du fruit qui peut être consommé en tant que légume ou fruit, tout au long de l'année sans forte fluctuation des prix,
- le recyclage du pseudo-tronc qui peut être utilisé en papeterie « de précision ».

Ces différents points peuvent constituer l'objectif d'une future enquête, dans le cadre du prochain Interreg ou bien d'un tout autre projet concernant la promotion de ce fruit dans les petites Antilles anglophones.

BIBLIOGRAPHIE

AMAR C. 2014. Conversation personnelle.

ASSOCIATION POUR LA RELANCE AGRONOMIQUE (ARAA). 2013. Systèmes de culture durables. [En ligne] [Septembre 2014] < URL: http://www.araa-agronomie.org/index.php/thematiques/systemes-de-culture-durables >

BRECHON P. 2011. Echantillon aléatoire, échantillon par quotas : les enseignements de l'enquête EVS 2008 En France. P1

BSMU. 2014. Communication personnelle

CHARLES L. 2014. Communication personnelle.

CIA. The World Factbook. 2014. Saint Lucia. [En ligne] [Août 2014] < URL: https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/st.html >

CIRAD. 2011. Plan Banane Durable Caraïbes (BDC). [En ligne] [Septembre 2014] < URL : http://antilles-

guyane.cirad.fr/recherche_en_partenariat/projets_interregionaux/banane_durable_caraibes >

CIRAD. 2014. Agroécologie et intensification durable des cultures annuelles. [En ligne] [Septembre 2014] < URL: http://www.cirad.fr/nos-recherches/unites-de-recherche/agroecologie-et-intensification-durable-des-cultures-annuelles >

DELVAUX B. 1995. Soils In" Bananas and Plantains". S.R. Gowen ed., Chapman and Hall, London, P. 230-257

DELVAUX B., LASSOUDIERE A., PERRIER X., MARCHAL J. 1986. Une méthodologie d'étude des relations sol-plante-techniques culturales par enquête diagnostic. Fruits 1(6): 359-370.

DORE T. LE BAIL M., MARTIN P., NEY B., ROGER-ESTRADE J. 2006. L'agronomie aujourd'hui. Versailles Cedex : Editions Quæ. P.384

DOREL M. 2014. Communication personnelle.

DOREL M. AUGUSTE JJ. 2012. Conduite des bananeraies en Guadeloupe.

DOREL M., PERRIER X. 1990. Influence du milieu et des techniques culturales sur la productivité des bananeraies de Guadeloupe. Enquête-diagnostic. Fruits, 45 (3). P. 237-244

DOREL M., TRAN QUOC H. 2014. Communication personnelle

ECONOMIC COMMISSION FOR LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN. 2011. An assessment of the economic impact of climate change on the agriculture sector in Saint Lucia. Saint Lucia's agricultural sector performance. p.12

FAO. 2013. Banana market review and Banana statistics 2012-2013.

FAO. ARIAS P., DANKERS C., LIU P., PILKAUSKAS P. 2003. L'économie mondiale de la banane 1985 – 2002.

FAO. JAYARAMAN K. 1999. Manuel de statistique pour la recherche forestière. Techniques d'échantillonnage. P.142

FAO. N'DA ADOPO A. S.D. Réduction des pertes après récolte des bananes plantains.

FERRATON N., TOUZARD I. 2009. Comprendre l'agriculture familiale. Diagnostic des systèmes de production. Versailles Cedex : Editions Quæ, p 123

GASPAROTTO L., PEREIRA J.C.R., URBEN A.F., HANADA R.E., PEREIRA M.C.N., 2005. Heliconia sittacorum: hospedeira de *Mycosphaerella fijiensis*, agente causal da Sigatoka- negra da bananeira. *Fitopatol. Bras.* P.30, 423–425

GEOSCIENCE NEWS AND INFORMATION. 2014. Leeward Islands Map - Windward Islands Map - Satellite Image. [En ligne] [Août 2014] < URL: http://geology.com/world/windward-islands-leeward-islands.shtml >

GRIFFON M. 2013. Qu'est-ce que l'agriculture écologiquement intensive ? Versailles Cedex : Editions Quæ. 2013. P.221

GROUPE AGECO, 2007. Définition d'une typologie des agricultures du Québec. Volet 1 : analyse méthodologique. Rapport final. p.2

INSTITUT FRANÇAIS DE LA NUTRITION. 1996. Dossier scientifique n°8. Abords méthodologiques des enquêtes de consommation alimentaire chez l'homme. Le déroulement pratique de l'enquête (NIRAVONG M.). P.104

IT². S.D. Les thrips du bananier aux antilles. Banane de Guadeloupe & Martinique.

IT². S.D. Contrôle des cercosporioses du bananier. Banane de Guadeloupe & Martinique.

LANDAIS E. 1998. Modelling farm diversity: new approaches to typology building in France. Agricultural Systems. Vol. 58. No. 4. 1998. p.505-527. 1998

LAROUSSE, 2014.

LASSOUDIERE A. 1978. Le bananier et sa culture en Cote d'ivoire. Première partie. P. 2, IRFA Cote d'Ivoire

LASSOUDIERE A. 2007. Le bananier et sa culture. Paris: Editions Quæ, p383.

MEMENTO DE L'AGRONOME. CROZAT Y. 2013. La démarche de diagnostic agronomique régional.

MINISTERE DE L'AGRICULTURE, DE L'ELEVAGE ET DE LA PECHE (MAEP). ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE (FAO). PROJET DE SOUTIEN AU DEVELOPPEMENT RURAL (PSDR). S.D. Fiches techniques de base destinées aux techniciens agricoles. Banane.

MINISTERE DES AFFAIRES ETRANGERES, 2013. Sainte-Lucie. [En ligne] [Mars 2014] < URL: http://www.diplomatie.gouv.fr/fr/dossiers-pays/sainte-lucie/presentation-de-sainte-lucie >

MINISTERE DES FINANCES, DES AFFAIRES ECONOMIQUES ET DU DEVELOPPEMENT NATIONAL. 2010

MINISTRY OF AGRICULTURE, LANDS, FORESTRY AND FISHERIES. 2009. FAO. St. Lucia Annual Agricultural Review 2008.

MOURICHON X. CARLIER J. FOURE E. 1997. Sigatoka leaf spot disease, Musa Disease fact Sheet n° 8 Inibap, Montpellier, France, 4p.

OBSERVATOIRE PESTICIDES. [En ligne] [Septembre 2014] < URL: http://www.observatoire-pesticides.gouv.fr/index.php?pageid=579 >

OFFICE DE DEVELOPPEMENT DE L'ECONOMIE AGRICOLE D'OUTRE-MER (ODEADOM). 2010. Recueil statistique Banane 2010. Production et commerce de bananes selon le CIRAD. P 5

PERRIER X., DELVAUX B. 1991. Une méthodologie de détection et de hiérarchie des facteurs limitant la production à l'échelle régionale. Application à la culture bananière. Fruits 46 (3). P 213-226.

RESEAU AGRICULTURE DURABLE. S.D. Techniques systèmes de cultures économes. [En ligne] [Septembre 2014] < URL: http://www.agriculture-durable.org/lagriculture-durable/technique-systemes-de-cultures-economes/ >

RESEAU D'INNOVATION POUR LE TRANSFERT AGRICOLE (RITA). Lycée agricole de Coconi (Mayotte). AMMEFLHORC. Chambre d'agriculture. CIRAD. 2013. La culture du bananier à Mayotte. Itinéraire technique recommandé.

SATNEY M. 2014. Communication personnelle.

SEBILLOTTE M., 1990. Système de culture, un concept opératoire pour les agronomes. In : L. Combe et D. Picard coord., Les systèmes de culture. Inra, Versailles : 165-196.

STATISTIQUE CANADA, 2013. Echantillonnage non probabiliste. [En ligne] [Août 2014] < URL: http://www.statcan.gc.ca/edu/power-pouvoir/ch13/nonprob/5214898-fra.htm#a4 >

TORNY D. 2010. Gérer une pollution durable. Le cas du chlordécone aux Antilles françaises. Courrier de l'environnement de l'INRA n°59.

TRISTAN D., CASSEDANE X., EVEN M-A., VERT J. 2009. Agriculture énergie 2030. Système de production et itinéraires techniques agricoles.

WAIREGI L., W. I., P. VAN ASTEN J. A., TENYWA M., BEKUNDA M., 2009. Quantifying bunch weights of the East African Highland bananas (Musa spp. AAA-EA) using non-destructive field observations. Scientia Horticulturae. 121:63–72.

WILLIE S. 2009. Saint Lucia 2005 Annual rainfall (mm) distribution map.

WINFRESH. S.D. History of Windward Bananas. [En ligne] [Août 2014] < URL: http://www.winfresh.net/home/history-of-windward-bananas >

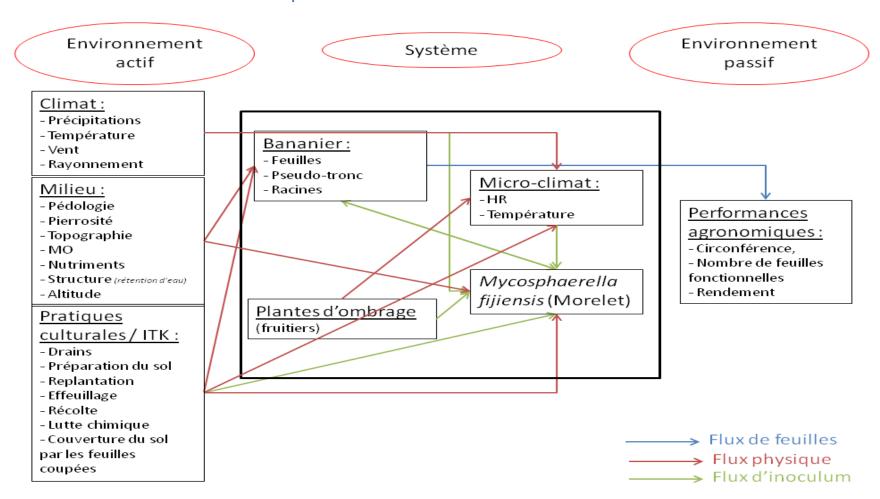
XLSTAT. 2014. Analyse des Correspondances Multiples (ACM ou AFCM). [En ligne] [Août 2014] $\,<\,$ URL: http://www.xlstat.com/fr/produits-solutions/fonctionnalite/analyse-descorrespondances-multiples-acm-ou-afcm.html

TABLE DES ANNEXES

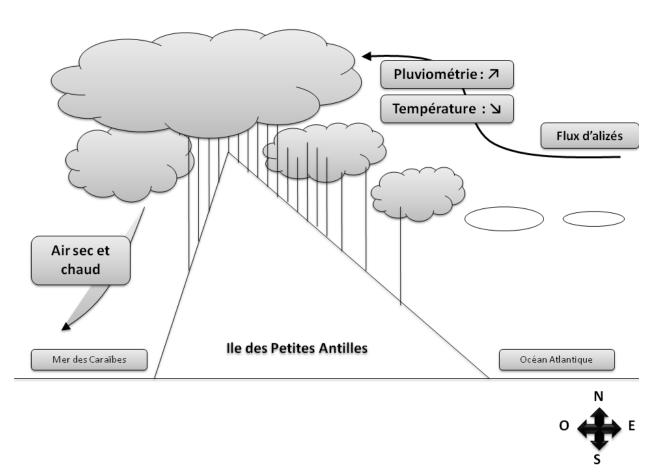
Annexe 1 : Schéma de modélisation conceptuelle d'une bananeraie	57
Annexe 2 : Schéma de l'effet de circulation de masse d'air dans les Petites Antilles,	en
fonction des côtes (Adapté de Dorel, 2014)	
Annexe 3 : Chronologie de l'industrie bananière	
Annexe 4 : Différents stades de développement de la cercosporiose (IT², ??)	60
Annexe 5 : Schéma de la filière de commercialisation de Sainte-Lucie	61
Annexe 6 : Questionnaire émis auprès des producteurs de bananes	62
Annexe 7 : Grille d'observations	
Annexe 8 : Guide de sévérité évaluant les dégâts causés par la Cercosporiose no	ire
(Mycosphaerella fijiensis)	
Annexe 9 : Récapitulatif des coûts de main-d'œuvre	80
Annexe 10 : Analyse statistique montrant la relation existant entre le milieu physique et	le
système de culture	81
Annexe 11 : Résultats de l'ANOVA mettant en relation le système de culture et le ty	
d'activité de l'exploitant	83
Annexe 12 : Test du Khi 2 concernant la relation entre la main d'œuvre et le système	de
culture adopté	
Annexe 13 : Résultats du Khi 2 concernant la SAU et le système de culture adopté	
Annexe 14 : Distribution de chaque pesticide (a. fongicides, b. insecticides/nématicides,	
herbicides) et des fertilisants utilisés par exploitant (n = 51)	
Annexe 15 : Conversion des données de l'exploitant concernant sa fréquence d'application	
fongicides, insecticides/nématicides et herbicides en valeurs brutes	
Annexe 16 : Corrélations entre les pesticides	
Annexe 17 : Résultats de la régression linéaire entre la densité de plantation des bananera	
et le nombre de feuilles fonctionnelles des bananiers	
Annexe 18 : Résultats de l'ANCOVA, ANOVA et régression linéaire comparant les pratiques	
culturales et l'infestation en cercosporiose des bananeraies	
Annexe 19 : Résultats de la régression linéaire mesurant la corrélation entre le rendement	
l'état sanitaire des parcelles	97

ANNEXES

Annexe 1 : Schéma de modélisation conceptuelle d'une bananeraie



Annexe 2 : Schéma de l'effet de circulation de masse d'air dans les Petites Antilles, en fonction des côtes (Adapté de Dorel, 2014)



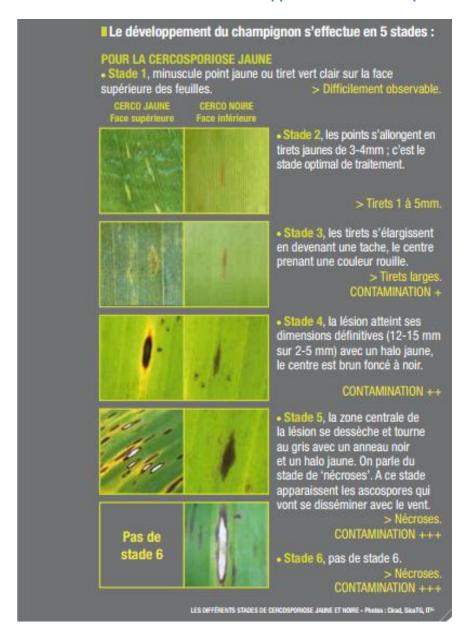
Les îles des Petites Antilles ont pratiquement la même représentation schématique. En effet, d'origine volcanique, les deux faces ne sont pas soumises aux mêmes conditions. Ainsi, la côte située à l'est, dénommée la Côte-au-vent, est généralement soumise à de fortes températures mais adoucies par des alizés, qui entraîne une sécheresse et donc une difficulté accrue de cultiver. Quant à la côte ouest, la Côte Sous-le-Vent, abritée des alizés par la chaîne volcanique, reçoit de plus fortes précipitations et des températures plus basses. Cependant, ce schéma très particulier et spécifique aux îles caribéennes n'est pas tellement représentatif de Sainte-Lucie car son point culminant de 950 m d'altitude se situe au sud et non pas au centre de l'île, ce qui réduit les différences entre les deux côtes.

Annexe 3 : Chronologie de l'industrie bananière

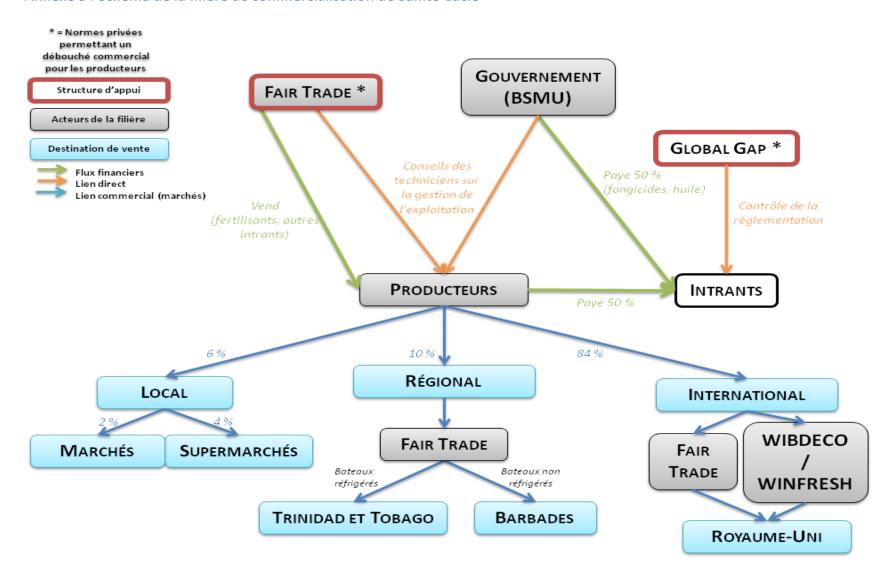
• Début de la production bananière pour l'export GEEST (compagnie à la fois de producteurs (elle possédait de nombreuses terres), de marketing, de shipping) • Convention de Lomé (Traité commercial entre l'Europe et les ACP - African, Caribbean, Pacific countries) → Accès préférentiel au marché européen pour les ACP (pas de taxes d'exportation pour les ACP) 1992-1993 •Traité du GATT (WTO) → Plus de traitements de faveur pour les ACP (10 ans plus tard) → GEEST contrôlait l'industrie bananière jusque là mais à cause de la ré-apparition des taxes, GEEST a décidé de vendre ses terres aux producteurs locaux (décision économique) 1994-1995 •WINBAN (Windward Islands Bananaa pris la place de GEEST → WIBDECO (Windward Islands Banana Development Compagny) = marketing + shipping • Avant: la principale organisation de producteurs, pour tous les producteurs (gros, moyen,s petits) (SLBGA (Saint Lucia Banana Growers Association) / association statutaire (créee par la loi, publique) • Problèmes au sein de l'OP : corruption, dettes → Le gouvernement a décidé de privatiser l'inductrie bananière à cause de ces problèmes → SLBGA devient alors une compagnie privée : SLBC (SLB Corporation) + création d'autres compagnies qui étaient en désaccord avec la politique de SLBC, comme TQFC, ATCO, CFO Accords de Cotonou: plus de traitements de faveurs à l'égard des ACP (origine: Chiquita, une grosse compagnie américaine, "jalouse" du statut de privilégiés des ACP) → Sainte-Lucie n'est plus assez compétitive (production pas assez importante pour des exportations dont elle doit payer les taxees) → Restratégisation pour WIBDECO, les producteurs, le Gouvernement • Développement du concept de Commerce équitable (Fair Trade) •NFTO (National Fair Trade Organization) achetait les fruits à ses producteurs membres afin de les vendre à WIBDECO 2008 •BPMU : (Black P Management Unit) Unité fondée par le Gouvernement, sous l'aile du Ministère de l'Agriculture de Sainte-Lucie (MALFF) • Mars: BPMU devient BERU (Banana Emergency Recovery Unit)

• BSESP devient BSMU (Black Sigatoka Management Unit)

Annexe 4: Différents stades de développement de la cercosporiose (IT², ??)



Annexe 5 : Schéma de la filière de commercialisation de Sainte-Lucie



Annexe 6 : Questionnaire émis auprès des producteurs de bananes

QUESTIONNAIRE « FARMER »

INTRODUCTION

Good morning/afternoon,

I am a student who works with the CIRAD (a French center for agricultural research and development) and the ministry of agriculture and forestry (MAF).

We work on a project named "Sustainable Banana Plan". The goal of this project is to find solutions to fight the Black Sigatoka disease. It's a plan in collaboration with all of the Caribbean islands (especially Guadeloupe and Martinique). The point of my study is to understand your farm management, especially concerning banana production. With this interview my colleague and I could understand how we can help planters to fight against this disease. And understand what are your difficulties to help you as best as possible.

I'm calling you to know if it would be possible to meet you (this week, or the next week) to ask you some questions about your farm. It would take 2 hours. After our interview, I'll need to take some measures, to know the level of sigatoka's infection on a plot where flowering banana trees can be found.

1. GENERAL INFORMATION

These first questions will help us understanding how your farm functions.

Date	Interview #:
Village/City	Name : \square Mr. $/\square$ Ms.
Area	Phone number:
Position of the respondent/the farm:	E-mail:

- Date of installation on this farm (how long did you start at your farm?)
- What is your main occupation? (Farmer, student, retired, officer, trader, off farm labor, etc.?) How often do you work on your farm?

Number of active people of the family, on the farm:

	Household's members	occupation ⁽¹⁾	If A, % on-Farm ⁽²⁾
1	The interviewed		
2	Ex. Spouse		
3	Child 1		
4	Child 2		
5			
6			

(1): A: Farmer; B: Student; C: Retired; D: Officer; E: Trader; F: Off-Farm labor; G: Other (precise) (2):% of time worked on-farm

• Do you employ "external" labor force? **If YES**:

Type? (permanent or seasonal)	What for?	Which period?	How long?	How many people?	Since when?
_					
_					

Permanent = someone who work during the hole year on the farm Seasonal = someone you employ occasionally for working peaks

• Member of an organization/institution?

	1 = 5, which one date since when
П	Producers organization (ex: NFTO)
	Household
	Association (with the neighbor)
	Other:

If YES, which one and since when:

CROPS in 2013 (bananas, fruit trees, market gardening)

- Last year, in 2013: what kind of crops did you have? How many of each one (in acres)? What was the yield for each one (in bags, boxes, any other mean of counting)? Are they cash or staple crops, or both?
- Only about banana: where did you sell your production of banana (local, regional=caribeean, export, *ect.*)

	Acre	Production (box)	
			□ Cash □ Staple
			→ if CASH, it's :
Banana			- local market
Danana			- retailing (supermarket)
			- regional market (Caribbean)
			- export (England)
			□ Cash □ Staple
			□ Cash □ Staple
			□ Cash □ Staple
			□ Cash □ Staple
			□ Cash □ Staple
			□ Cash □ Staple

• Evolution of crops surface

•	_	rs ago area)		rs ago area)	2014
Banana	TONS	AREA	TONS	AREA	100%

Pasture/fallow		100%
		100%
		100%
		100%
		100%
		100%
		100%
		100%

• Only about banana, what have been your banana yields the last 3 years (since 2012)?

Banana Yield (box)	2013 (cf. p1)	
Danana Tielu (box)	2012	

ANIMALS/LIVESTOCK in 2013

- Have you got animals?
- Have you got a value-creation (milk, eggs, cheese, meat) or do you sell some animals (young animals)?

	Number	Value-creation of by-products	Cash or staple?
Cattle			
Pig			
Goat			
Poultry			

• Are there some interactions between agricultural and livestock?

AGRICULTURAL/FARM EQUIPMENTS

- Have you got an access to agricultural equipments? What kind?
 - YES: Are you the owner of the equipment you use?
 - NO: Where do you find the equipments? How do you manage your farm without equipment? Do you use a service provider?

Own material (tractor, motocultivator, sprayer, misblower, etc.)	Service provider	Using a service provider

2. ROTATION/ASSOCIATION with BANANAS

Attention: si le tableau ci-après est dans cette section "with Bananas", on ignore donc les parcelles sans bananes, ou même les jachères

• How many plots have you got? (one plot = a piece of land where there is one type of crop of the same age (monoculture or crop association))

Number of Total cultivated fields/plots	

(global schema)										
• Can	• Can you draw your farm with the different plots?									
me where t	re specifically about bathey are (on your draw re there are flowering ervations?	ing)? As I told	you, I need to take	some measures on						
Number of banana fi	ields/plots									
(banana schema (cro	op plan))									
Area cultivatCurrent Bana	#1 (schema si comple 014:	/ Year of	f planting:							
Crops	2011 (acre)	2012 (acre)								
Banana (pure stand)			, ,	,						
Banana +										
Banana +										
Banana +										
Banana +										
Fallow = a land which fertility (intentional, no	h is ploughed and harrowed ot intentional)	l but left for a peri	od without being sown	in order to restore its						

ASSOCIATED CROPS ON THE STUDIED PLOT

Crons	Since	Land	SOWING	G period	HARVEST	(manual/chemic
Crops 2013	when?	preparatio n ⁽¹⁾	Date	Banana cycle	(Date)	al) Weeding frequency ⁽²⁾

(1): A: Ploughing (mechanized A1 or manual A2); B: Herbicides; C: Manual weeding; D: Other (precise) (2): If chemical weeding, precise the type (glyphosate, glufosinate...)

What is the SPACING for each associated crop?
-
-
_

Banana Field #2 (s	schema si complex	<u>ke)</u>		
Banana Field #2 (s	14:		• • • • •	
	ed since:			
- Current Banar	na Cycle:	/ Year of	planting:	
		□ Other (Pre		
	□ Intentional		t intentional	
Crops	2011 (acre)	2012 (acre)	2013 (acre)	2014 (acre)
Banana (pure				
stand)				
Banana +				
Banana +				
Banana +				
Banana +				
	<i>""</i>			
Banana Field	#3 (schema si con	<u>iplexe)</u>		
			• • • • •	
	ed since:			
- Current Banar	na Cycle:	/ Year of	planting:	
-	D	O.1 (D		
- Former crop:	□ Bananas	□ Otner (Pre	cise which one):	
			cise which one): t intentional	
- Former crop: - Fallow:				No Fallow
- Fallow:	□ Intentional	□ No	t intentional	No Fallow
- Fallow: Crops	□ Intentional	□ No	t intentional	No Fallow
- Fallow: Crops Banana (pure	□ Intentional	□ No	t intentional	No Fallow
- Fallow: Crops Banana (pure stand)	□ Intentional	□ No	t intentional	No Fallow
- Fallow: Crops Banana (pure stand) Banana +	□ Intentional	□ No	t intentional	No Fallow
- Fallow: Crops Banana (pure stand) Banana + Banana +	□ Intentional	□ No	t intentional	No Fallow
- Fallow: Crops Banana (pure stand) Banana +	□ Intentional	□ No	t intentional	No Fallow
- Fallow: Crops Banana (pure stand) Banana + Banana +	□ Intentional	□ No	t intentional	No Fallow
- Fallow: Crops Banana (pure stand) Banana + Banana +	□ Intentional	□ No	t intentional	No Fallow
- Fallow: Crops Banana (pure stand) Banana + Banana + Banana +	□ Intentional	□ No	t intentional	No Fallow
- Fallow: Crops Banana (pure stand) Banana + Banana + Banana + Banana + Banana +	□ Intentional	□ No	t intentional	No Fallow
- Fallow: Crops Banana (pure stand) Banana + Banana + Banana + Banana + Banana +	□ Intentional 2011 (acre) #4 (schema si con	□ No 2012 (acre)	t intentional 2013 (acre)	No Fallow
- Fallow: Crops Banana (pure stand) Banana + Banana + Banana + Banana + Banana + Surface in 20	☐ Intentional 2011 (acre) #4 (schema si con 14:	DNO 2012 (acre)	t intentional 2013 (acre)	No Fallow
- Fallow: Crops Banana (pure stand) Banana + Banana + Banana + Banana + Surface in 20 - Area cultivate	#4 (schema si con 14:ed since:	□ No 2012 (acre)	t intentional 2013 (acre)	No Fallow 2014 (acre)
- Fallow: Crops Banana (pure stand) Banana + Banana + Banana + Banana + Surface in 20 - Area cultivate	#4 (schema si con 14:ed since:	DNO 2012 (acre)	t intentional 2013 (acre)	No Fallow 2014 (acre)
- Fallow: Crops Banana (pure stand) Banana + Banana + Banana + Banana + Surface in 20 - Area cultivate	#4 (schema si con 14: cd since: na Cycle:	□ No. 2012 (acre) nplexe)/ Year of	t intentional 2013 (acre)	No Fallow 2014 (acre)
- Fallow: Crops Banana (pure stand) Banana + Banana + Banana + Banana + Surface in 20 - Area cultivate - Current Banana	#4 (schema si con 14: cd since: na Cycle:	DNO 2012 (acre) nplexe) / Year of Other (Pre	t intentional 2013 (acre) 2013 (acre) Ciplanting:	No Fallow 2014 (acre)
- Fallow: Crops Banana (pure stand) Banana + Banana + Banana + Banana + - Surface in 20 - Area cultivate - Current Banana - Former crop: - Fallow:	#4 (schema si con 14: acre Bananas Intentional	Description of the property of	planting:	No Fallow 2014 (acre) No Fallow
- Fallow: Crops Banana (pure stand) Banana + Banana + Banana + Banana + Surface in 20 - Area cultivate - Current Banar - Former crop: - Fallow: Crops	#4 (schema si con 14:	DNO 2012 (acre) nplexe) / Year of Other (Pre	t intentional 2013 (acre) 2013 (acre) Ciplanting:	No Fallow 2014 (acre)
- Fallow: Crops Banana (pure stand) Banana + Banana + Banana + Banana + Surface in 20 - Area cultivate - Current Banan - Former crop: - Fallow: Crops	#4 (schema si con 14: acre Bananas Intentional	Description of the property of	planting:	No Fallow 2014 (acre) No Fallow
- Fallow: Crops Banana (pure stand) Banana + Banana + Banana + Banana + Banana Field - Surface in 20 - Area cultivate - Current Banana - Former crop: - Fallow: Crops Banana (pure	#4 (schema si con 14: acre Bananas Intentional	Description of the property of	planting:	No Fallow 2014 (acre) No Fallow
- Fallow: Crops Banana (pure stand) Banana + Banana + Banana + Banana + Surface in 20 - Area cultivate - Current Banana - Former crop: - Fallow: Crops Banana (pure stand)	#4 (schema si con 14: acre Bananas Intentional	Description of the property of	planting:	No Fallow 2014 (acre) No Fallow

Banana	+
Banana	+
······	
<u>3.</u>	ECHNICAL ITINERARY ASSESMENT
	<u>BANANA</u>
	What is the frequency of banana replanting (after falling or destruction of the nana trees)?
IF	REPLANTING:
	Substitution of dead plant
	□ healthy □ not healthy keeping suckers ? how many ?
u De	A NUMBER OF DAILAND
IF KŁ	ANTING BANANA: 1- Banana destruction
	Based on which criteria do you take the decision to destroy banana field?
	ield declining?, High level of pest pressure?)
	How do you proceed to the destruction of the former banana (or other crops)
	op?
	A- Mechanized OR Manual destruction f A, Which equipment?
	B- Application of herbicides If B, Which method? By spraying? By Injection?
	C- Mechanical + Herbicides
	D- Other method (precise):
	2- Fallow period (global farm + our specific plot)
	Decontaminated fallow (thinking) or opportunist fallow?
	HY? What is the length of the fallow?WeeksMonthsYears
	This length is dependent on which criteria?
	in singuity of which circuity
	2. I. a
	3- Land preparation (in 2013) Ploughing (mechanized or manual) and planting

□ Ploughing + Herbicides and planting □ Others (precise):								
A4- Planting (in 2013) What is the origin of the banana plants? Corms and/or Suckers (from where?) Plant tissue (from where?) "Pared and desinfected plants": - HOW? - Which product(s) used?:								
A4- Fertilizat								
		x? You or someone else	?					
☐ Farmer or labor f	force □MAF staff	□Other:						
MINERAL FERTILIZERS								
	Before OR After	Frequency (on the last	Quantity/MAT					
		Frequency (on the last 12 months)	Quantity/MAT					
a-	Before OR After		Quantity/MAT					
a- b-	Before OR After		Quantity/MAT					
	Before OR After		Quantity/MAT					
	Before OR After planting?		Quantity/MAT					
b-	Before OR After planting?		Quantity/MAT Quantity/MAT					
b-	Before OR After planting? ZERS Before OR After	12 months)						
b-	Before OR After planting? ZERS Before OR After	12 months)						
b-	Before OR After planting? ZERS Before OR After	12 months)						

A5- PESTS MANAGEMENT in 2013

• Who apply fungicide (and other treatment)? □ Farmer or labor force □MAF staff □Other:

	June 14	May 14	April 14	March14	Feb. 14	Jan. 14	Dec. 13	Nov. 13	Oct. 13	Sept.	Aug.	July 13	June 13	May 13
Fungicides (dose of product/treatment if possible)														
Tilt / 250 EC														
(propiconazole)														
Volley (88 OL)														
Bankit 250 SC														
Impulse 60 SC														
(Spiroxamine)														
Silganex 60 SC														
(Pyrimethanil)														
Manzate 43 SC														
(Mancozeb)														
Bumper 25 EC														
(propiconazole)														
Fungaflor (imazalil)														
Neozil 75 %														
(imazalil)														
Other														
Oil only														
Mixed oil														
			N	ematicides	(dose o	f produ	ct/treat	ment if	possible	<u>e)</u>				
Vydate (24 %)														
(oxamyl)														
Sincocin														
Other														

		1											AIIIICACS
	14		14							13	13	13	
			Iı	nsecticides	(dose of	f produ	ct/treatr	nent if p	oossible)			
Vertimic (1,8 %)													
(abamectin)													
Regent 200SC													
(fipronil)													
Actellic 50EC													
(primiphos-methyl)													
Dursban (1 %)													
(chlorpyrifos)													
Biflex (0,05 %)													
(Bifenthrin)													
Other													
			I	Ierbicides	(dose of	produc	ct/treatn	nent if p	ossible)				
Basta 200LS													
(glufosinate of													
ammonium)													
Round up													
(glyphosate)													
Touchdown													
(glyphosate)													
Other													

A5- PROPHYLAXIS (=Treatment given or action taken to prevent disease)

• Sygatoka

PRACTICES	Frequency (per week)	Based on which criteria, do you decide to do that ?	Since when ?
1- Deleafi ng			
2- Leaf surgery			

• Weevil borer □ A- Destruction and rapid Replanting (without fallow strategy) - Since when?
 □ B- Destruction + Fallow period + Replanting - Since when? □ C- Trap : pheromones or pseudo trunk (=pseudo stem)? - Since when? □ D- Other strategy (precise): □ E- NO strategy - WHY?
If A or B, replanting with(1): □ Corm/Sucker □ Plant tissue □ Pared/disinfected plant (1) We have already asked for this in p4
• Nematods □ A- Destruction and rapid Replanting (without fallow strategy) - Since when?
 □ B- Destruction + Fallow period + Replanting - Since when? □ C- Other strategy (precise): □ D- NO strategy - WHY?
If A or B, replanting with(1): □ Corm/Sucker □ Plant tissue □ Pared/disinfected plant (2) We have already asked for this in p4
 • Weeds □ A- Manual (or mechanized) weeding Frequency (per year)? □ B- by using associated crops Which crop seems to you to be the most efficient to control weeds?
□ C- by selecting and using some specific weeds (in the field) Which one?
□ D- Other strategy (precise):
□ E- NO strategy – WHY?

• Water problems

Have you got some problems about water?

What is your strategy to fight that?

Annexe 7: Grille d'observations

OBSERVATIONS TERRAIN

- Name of the producer:
- Geographical location of studied plots

Plots		
Longitude		
Latitude		
Altitude/height		

• Topography of the plot (rate of hardness)

Zero slope	Average slope	High slope		

• Rate of stone function of hardness for farm management

Zero	Medium	High		

• Measure of weed

		Bad	weed		Lit	ter		Helpin	ng plants		
	Narrow			lleaves							
Measures of weed	Cyperaceae	Poaceae	Lianas (twining	ı	Banana tree	Other	Bare soil	Intentional	Spontaneous	Crops	Diverse
			leaves)	(erect reaves)							
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											
31											
32											
33											
34											
35											
36											
37											
38											
39											

		Bad	weed		Lit	ter		Helpin	g plants		
24	Narrow			lleaves							
Measures of weed	Cyperaceae		Lianas	Dicotyledons (erect leaves)		Other	Bare soil	Intentional	Spontaneous	Crops	Diverse
40											
41											
42											
43											
44											
45											
46											
47											
48											
49											
50											
51											
52											
53											
54											
55											
56											
57											
58											
59											
60											
61											
62											
63											
64											
65 66											
67											
68											
69											
70											
71											
72											
73											
74											
75											
13											

Measures of the impact of nematodes and weevils - 50 plants

Measures of impact (nematode s & weevil) - 50 plants	Number of fallen clumps	
--	-------------------------	--

 \rightarrow to put in relation with the density to have a %

• Performance of banana trees

Performance of banana tree	Density	Number of plants/root
Banana tree 1		
Banana tree 2		
Banana tree 3		
Banana tree 4		
Banana tree 5		
Banana tree 6		
Banana tree 7		
Banana tree 8		
Banana tree 9		·
Banana tree 10		

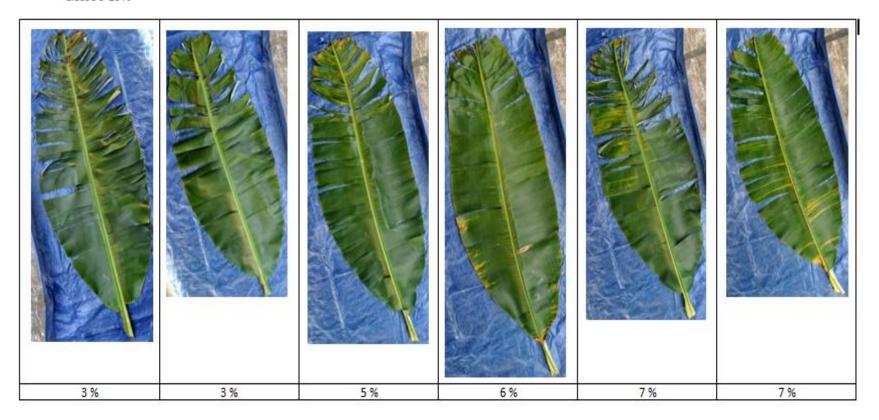
• Measures of the impact of cercosporiosis

Impact of cercosporiosis	B1	B2	В3	B4	B5	В6	В7	B8	В9	B10
Leaf 1										
Leaf 2										
Leaf 3										
Leaf 4										
Leaf 5										
Leaf 6										
Leaf 7										
Leaf 8										
Leaf 9										
Leaf 10										
Leaf 11										
Leaf 12										
Leaf 13										
Leaf 14										
Leaf 15										

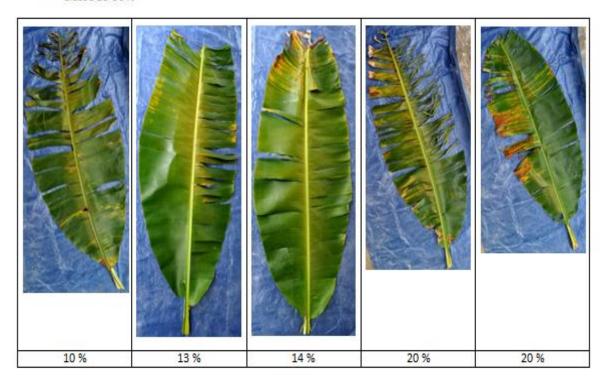
Annexe 8 : Guide de sévérité évaluant les dégâts causés par la Cercosporiose noire (Mycosphaerella fijiensis)

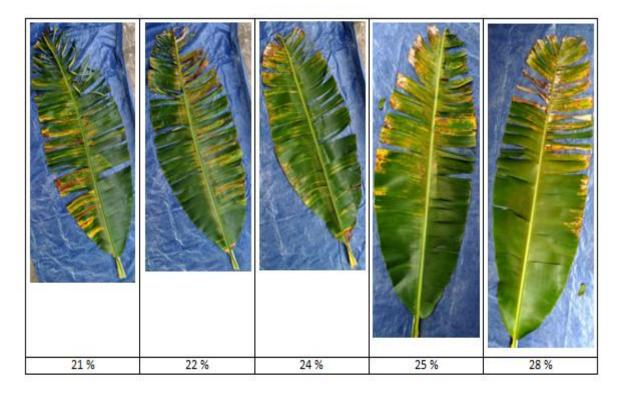
Ce guide a été réalisé avec Marina Lonardi sur la station du CIRAD Guadeloupe. 25 feuilles de bananiers ont été sélectionnées, toutes au stade floraison et atteintes par la cercosporiose noire, mais à différents niveaux afin d'obtenir la meilleure représentativité des différents cas possibles pouvant être rencontrés dans une bananeraie. Elles ont ensuite été photographiées à la même hauteur à l'aide d'un cadre de 2,5 m, sur fond bleu, dans l'objectif d'analyser les images obtenues à l'aide du logiciel Winrhizo TM. Ce logiciel initialement prévu pour l'analyse des racines, permet, à partir d'une photographie et d'une classe de couleurs définies, d'analyser le pourcentage de nécrose sur l'objet étudié. Après analyse de ces feuilles, elles ont été répertoriées en cinq classes de sévérité :

Classe 0-10 %

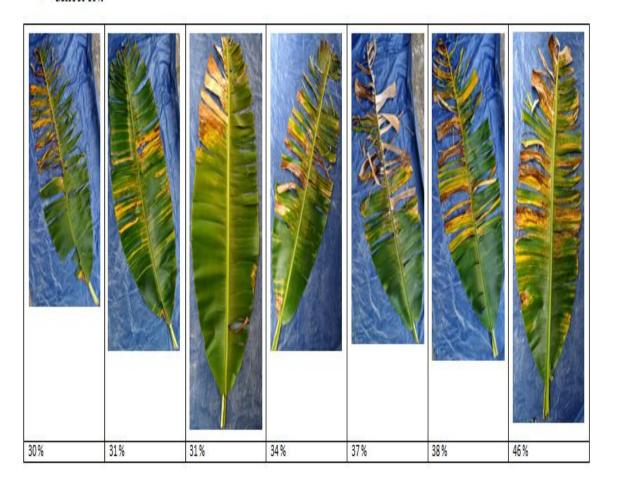


Classe 10-30 %





Classe 30-50 %



• Classe > 50 %

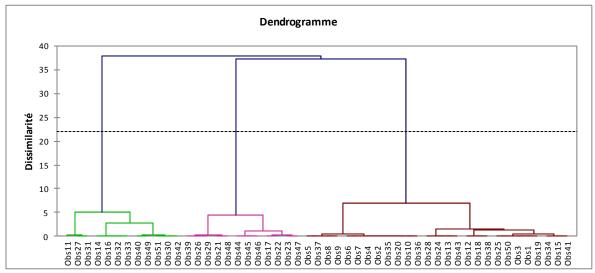


Annexe 9 : Récapitulatif des coûts de main-d'œuvre

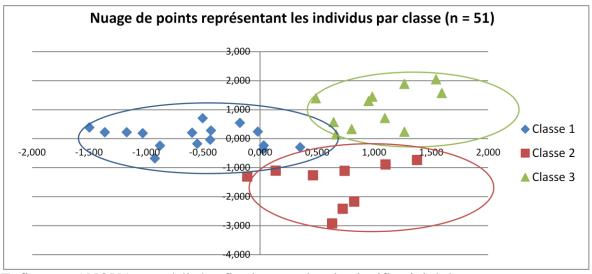
Utilisation de la main d'œuvre	Coût moyen de la main d'œuvre
Récolte	54 \$ EC / jour (σ = 5)
Emballage	54 \$ EC / jour (σ = 9)
Travaux d'entretien sur la parcelle	45 \$ EC / jour (σ = 12)
Epandage	88 \$ EC / jour (σ = 77)

Annexe 10 : Analyse statistique montrant la relation existant entre le milieu physique et le système de culture

• Réalisation d'une ACM, permettant d'obtenir les coordonnées de chacune des six variables, permettant à leur tour d'effectuer une CAH. De cette CAH découle un dendrogramme, dont l'axe est coupé automatiquement selon le nombre de classes : dans le cas présent, il y a trois classes.



Puis, avec les coordonnées linéaires des individus désormais répartis par classe, on obtient le nuage de points suivant :



Enfin, une ANOVA est réalisée afin de connaître la significativité des axes par rapport aux systèmes. Les résultats montrent que, qu'importe l'axe choisi, Pr < 0.05 donc ils sont significatifs : les conditions du milieu ont une influence sur la répartition spatiale des systèmes de culture.

Coefficients d'ajust	tement :	Analyse de la	variance :				
Observations	51,000	Source	DDL	Somme des car	rés Moyenne des carrés	F	Pr > F
Somme des poids	51,000	Modèle	1	36,933	36,933	128,646	< 0,0001
DDL	49,000	Erreur	49	14,067	0,287		
R ²	0,724	Total corrigé	50	51,000			
R² ajusté	0,719	Calculé contre l	e modèle Y=	:Moyenne(Y)			
MCE	0,287						
RMCE	0,536						
MAPE	327,792						
DW	1,828						
Ср	3,536						
AIC	-61,687						
SBC	-57,823						
PC	0,298	_					
Coefficients d'ajuste	ment:	Analyse de la va	riance :				
Observations	51,000	Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Somme des poids	51,000	Modèle	2	37,559	18,780	67,065	< 0,0001
DDL	48,000	Erreur	48	13,441	0,280		
R ²	0,736	Total corrigé	50	51,000			
R² ajusté	0,725	Calculé contre le n	nodèle Y=Moy	renne(Y)			
MCE	0,280						
RMCE	0,529						
MAPE	93,352						
DW	2,078						
Ср	3,000						
AIC	-62,010						
SBC	-56,214						

PC

0,296

Annexe 11 : Résultats de l'ANOVA mettant en relation le système de culture et le type d'activité de l'exploitant

Coefficients d'ajustement :

Observations	51,000
Somme des poids	51,000
DDL	49,000
R ²	0,012
R² ajusté	-0,009
MCE	3,468
RMCE	1,862
MAPE	75,763
DW	0,869
Ср	1,045
AIC	65,386
SBC	69,250
PC	1,069

Analyse de la variance :

Source	DDL	Somme des carrés M	F	Pr > F	
Modèle	1	1,977	1,977	0,570	0,454
Erreur	49	169,944	3,468		
Total corrigé	50	171,922			

Calculé contre le modèle Y=Moyenne(Y)

Résultats confirmés par le test du Khi 2 :

<u>Résultats</u>	$\Sigma (\chi^2) = \chi^2_{\text{obs}}$	11,0121	on accepte H0 (indépendance des	VRAI
	χ^2 théorique pour ddl = 17 ddl = 17 (18-1)	27,5	deux critères) si χ²obs < χ² théo	VNAI

Annexe 12 : Test du Khi 2 concernant la relation entre la main d'œuvre et le système de culture adopté

Tableau	des	effectifs	observés
labicaa	ucs	CIICCUII3	OBJCI VCJ

b	<u>servés</u>	SDC 1	SDC 2	SDC 3	SDC 4	SDC 5	SDC 6	TOTAL
		0	2	1	1	1	1	6
	Main-d'œuvre moyenne : UTH = [0,7 ; 11]	1	2	3	1	0	3	10
	Forte main-d'œuvre : UTH > 1,1	7	7	1	6	5	9	35
	TOTAL	8	11	5	8	6	13	51

Tableau des effectifs théoriques

<u>:h</u>	<u>éoriques</u>	SDC 1	SDC 2	SDC 3	SDC 4	SDC 5	SDC 6	TOTAL
		0,9	1,3	0,6	0,9	0,7	1,5	6
	Main-d'œuvre moyenne : UTH = [0,7 ; 11]	1,6	2,2	1,0	1,6	1,2	2,5	10
	Forte main-d'œuvre : UTH > 1,1	5,5	7,5	3,4	5,5	4,1	8,9	35
	TOTAL	8	11	5	8	6	13	51

	SDC 1	SDC 2	SDC 3	SDC 4	SDC 5	SDC 6
	0,941	0,385	0,288	0,004	0,123	0,183
Main-d'œuvre moyenne : UTH = [0,7 ; 11]	0,206	0,011	4,160	0,206	1,176	0,080
Forte main-d'œuvre : UTH > 1,1	0,415	0,040	1,723	0,047	0,189	0,001

<u>Résultats</u>

$$\Sigma (\chi^2) = \chi^2_{\text{obs}}$$
 10,1793
 $\chi^2_{\text{théorique pour ddl} = 17}$ 27,5
 $ddl = 17 (18-1)$

on accepte H0 (indépendance des deux critères) si χ^2 obs $< \chi^2$ théo :

VRAI

Annexe 13 : Résultats du Khi 2 concernant la SAU et le système de culture adopté

Tableau des effectifs observés		SDC 1	SDC 2	SDC 3	SDC 4	SDC 5	SDC 6	TOTAL
	Petite SAU : SAU < 3,7	6	8	3	5	4	9	35
	Grande SAU : ≥ 3,7	2	3	2	3	2	4	16
	TOTAL	8	11	5	8	6	13	51

Tableau des effectifs théoriques		SDC 1	SDC 2	SDC 3	SDC 4	SDC 5	SDC 6	TOTAL
	Petite SAU : SAU < 3,7	5,5	7,5	3,4	5,5	4,1	8,9	35
	Grande SAU : ≥ 3,7	2,5	3,5	1,6	2,5	1,9	4,1	16
	TOTAL	8,0	11	5	8	6	13	51

	SDC 1	SDC 2	SDC 3	SDC 4	SDC 5	SDC 6
Petite SAU : SAU < 3,7	0,047	0,027	0,054	0,044	0,003	0,001
Grande SAU : ≥ 3,7	0,104	0,059	0,119	0,096	0,007	0,002

<u>Résultats</u>

$$\Sigma (\chi^2) = \chi^2_{\text{obs}} \qquad 0,5620$$

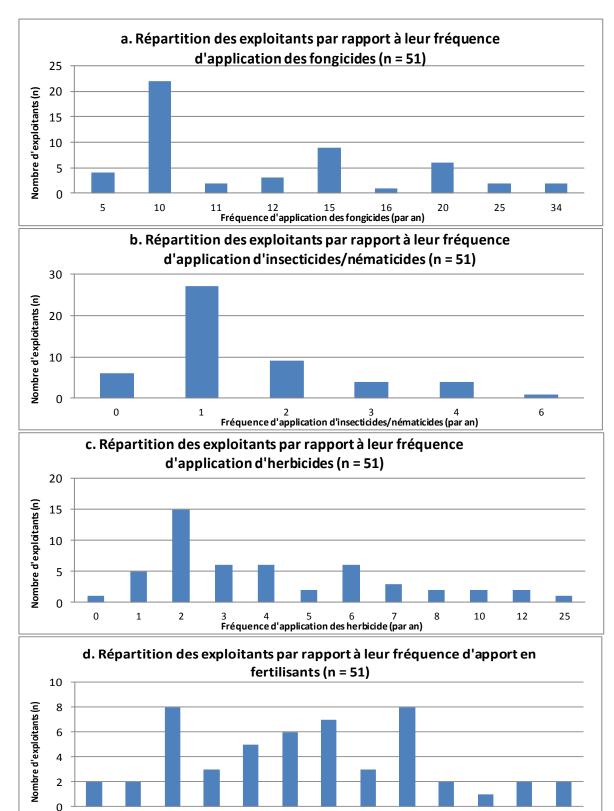
 χ^2 théorique pour ddl =

11 ddl = 11 (12-1) 19,6571

on accepte H0 (indépendance des deux critères) si χ^2 obs $< \chi^2$ théo :

VRAI

Annexe 14 : Distribution de chaque pesticide (a. fongicides, b. insecticides/nématicides, c. herbicides) et des fertilisants utilisés par exploitant (n = 51)



Fréquence d'apport des fertilisants (par an)

Annexe 15 : Conversion des données de l'exploitant concernant sa fréquence d'application en fongicides, insecticides/nématicides et herbicides en valeurs brutes

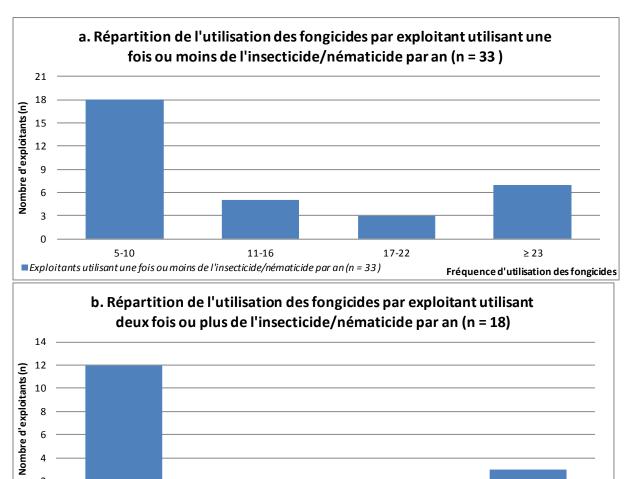
NB : Afin d'éviter une fréquence d'application « décimale », les valeurs brutes obtenues ont été arrondies à l'unité supérieure.

Données de l'exploitant (fongicides)	Valeurs brutes
Rotation entre 5 produits	$\frac{12 \text{ mois}}{3 \text{ mois}} = 1 \text{ application}$
1 fois par trimestre	
Rotation entre 5 produits	$\frac{12 mois}{2 mois} = 1 application$
1 fois tous les 2 mois	
Rotation entre 5 produits	$\frac{12 mois}{5 produits} = 2 applications$
1 fois par mois	
Rotation entre 5 produits	52 semaines/6 semaines/5 produits = 2 applications
1 fois toutes les 6 semaines	
Rotation entre 5 produits	52 semaines/2 semaines/
1 fois toutes les 3 semaines	52 semaines/3 semaines/5 produits = 3 applications
Rotation entre 5 produits	$(6 mois + 2 \times 6 mois)/_{5 produits} = 4 applications$
1 fois par mois (saison sèche) +	'5 produits
2 fois par mois (saison humide)	
Rotation entre 5 produits	$12 mois \times 2/_{5 produits} = 5 applications$
1 fois toutes les 2 semaines	's products
= 2 fois par mois	
Après la récolte	$12 \ mois \times 2 = 24 \ applications$
1 fois toutes les2 semaines	
= 2 fois par moi	

Données de l'exploitant (insecticides/nématicides)	Valeurs brutes
1 fois tous les 2 ans	1 application
1 fois par an	1 application
2 fois par an	$12 mois/_{6 mois} = 2 applications$
= 1 fois tous les semestres	
1 fois par quadrimestre	$\frac{12 \text{ mois}}{4 \text{ mois}} = 3 \text{ applications}$
1 fois par trimestre	$\frac{12 mois}{3 mois} = 4 applications$

Données de l'exploitant (herbicides)	Valeurs brutes
1 fois par an	1 application
1 fois tous les deux ans	1 application
Rotation entre 2 produits	12 mois/2 mois/
1 fois par trimestre	$\frac{12 mois}{3 mois} / \frac{12 mois}{2 produits} = 2 applications$
2 fois par an	$\frac{12 mois}{6 mois} = 2 applications$
= 1 fois tous les semestres	
Rotation entre 2 produits	$(2 applications + 3 applications)_{2 produits}$
2 fois en saison sèche	'2 produits
+3 fois en saison humide	= 3 applications
1 fois par quadrimestre	$\frac{12 \text{ mois}}{4 \text{ mois}} = 3 \text{ applications}$ $\frac{12 \text{ mois}}{3 \text{ mois}} = 4 \text{ applications}$
1 fois par trimestre	$\frac{12 mois}{3 mois} = 4 applications$
Rotation entre 2 produits	52 semaines/
1 fois toutes les 5 semaines	52 semaines/5 semaines/2 produits = 5 applications
5 fois par an	5 applications





Test du Khi 2 (χ^2):

5-10

Soit H0 l'hypothèse de départ : les deux critères (fréquence d'applications des fongicides et celle des insecticides/nématicides) sont indépendants. Le fait de mettre beaucoup de fongicides n'est pas corrélé avec le fait de mettre beaucoup d'insecticides/nématicides.

11-16

■ Exploitants utilisant deux fois ou plus de l'insecticide/nématicide par an (n = 18)

17-22

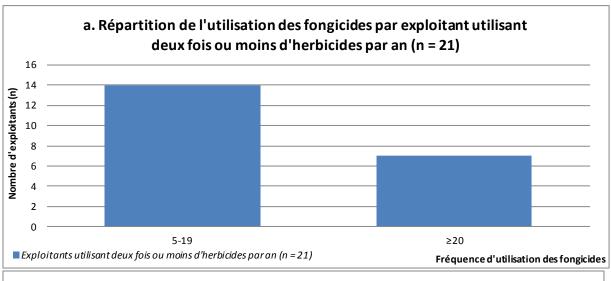
≥ 23

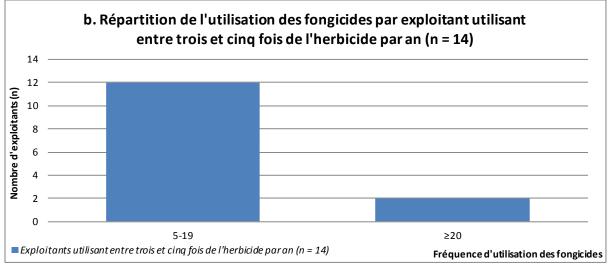
Fréquence d'utilisation des fongicides

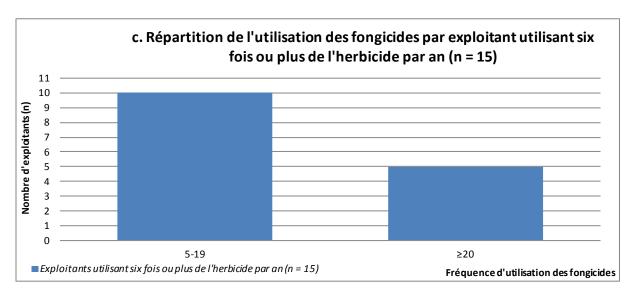
Soit H1, l'hypothèse alternative : les deux critères (fréquences d'applications des fongicides et des insecticides/nématicides) sont liés.

On a, pour $\alpha = 0.05$: $\chi^2_{\text{obs}} = 0.7378$ et $\chi^2_{\text{th\'eorique pour ddl} = 7} = 14,0671$ $\Rightarrow \chi^2_{\text{obs}} < \chi^2_{\text{th\'eorique pour ddl} = 11}$ donc on rejette H1 et accepte H0 : la fréquence d'applications en fongicides et indépendantes de la fréquence d'application en insecticides/nématicides.

Suite à l'observation d'une valeur aberrante d'utilisations d'herbicides (25 alors que les 50 autres ont une fréquence de douze applications maximum par an), nous décidons d'exclure ce producteur pour cette analyse. En effet, il applique un herbicide une fois par an, ainsi qu'un second toutes les deux semaines, ce qui correspond à 25 applications annuelles (1 + 24).







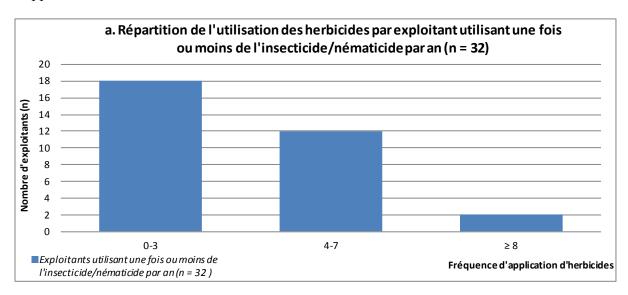
Test du Khi 2 (χ^2):

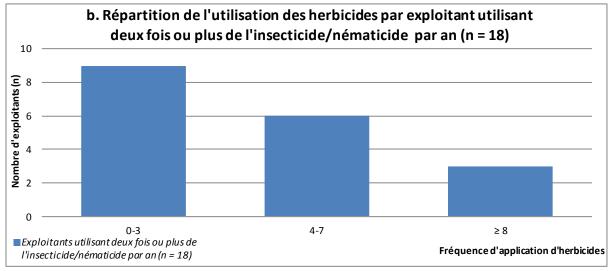
Soit H0 l'hypothèse de départ : les deux critères (fréquences d'applications des herbicides et des fongicides) sont indépendants. Le fait de mettre beaucoup d'herbicides n'est pas corrélé avec le fait de mettre beaucoup de fongicides.

Soit H1, l'hypothèse alternative : les deux critères (fréquences d'applications des herbicides et des insecticides) sont liés.

On a pour $\alpha = 0.05$: $\chi^2_{obs} = 1.8141$ et $\chi^2_{th\acute{e}orique\ pour\ ddl\ =\ 6-1=5} = 11.0705$ $\rightarrow \chi^2_{obs} < \chi^2_{th\acute{e}orique\ pour\ ddl\ =\ 5}$ donc on rejette H1 et accepte H0: la fréquence d'applications d'herbicide et celle en fongicides sont indépendantes.

De même que précédemment, nous ne gardons pas le producteur ayant un nombre d'application aberrant.





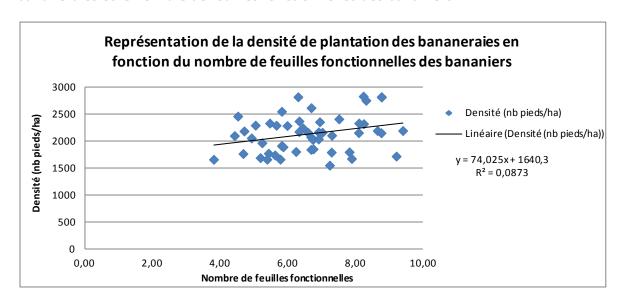
Test du Khi 2 (χ^2):

Soit H0 l'hypothèse de départ : les deux critères (fréquences d'applications des herbicides et des insecticides) sont indépendants. Le fait de mettre beaucoup d'herbicides n'est pas corrélé avec le fait de mettre beaucoup d'insecticides/nématicides.

Soit H1, l'hypothèse alternative : les deux critères (fréquences d'applications des herbicides et des insecticides/nématicides) sont liés.

On a pour $\alpha = 0.05$: $\chi^2_{obs} = 1.3889$ et $\chi^2_{th\acute{e}orique\ pour\ ddl\ =\ 5} = 11.0705$ $\rightarrow \chi^2_{obs} < \chi^2_{th\acute{e}orique\ pour\ ddl\ =\ 5}$ donc on rejette H1 et accepte H0: la fréquence d'applications d'herbicide et celle d'insecticides/nématicides sont indépendantes.

Annexe 17 : Résultats de la régression linéaire entre la densité de plantation des bananeraies et le nombre de feuilles fonctionnelles des bananiers



Coefficients d'ajustement :

Analyse de la variance :

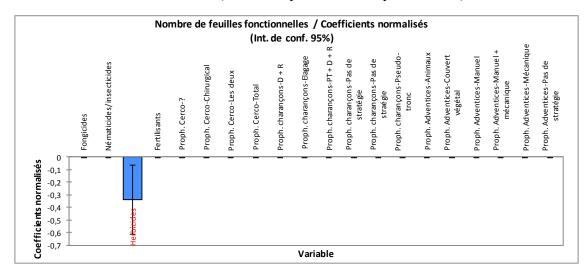
Observations	51,000
Somme des poids	51,000
DDL	49,000
R ²	0,087
R² ajusté	0,069
MCE	1,749
RMCE	1,323
MAPE	17,089
DW	1,563
Ср	2,000
AIC	30,471
SBC	34,335
PC	0,987

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	1	8,193	8,193	4,684	0,035
Erreur	49	85,701	1,749		
Total corrigé	50	93,895			

Calculé contre le modèle Y=Moyenne(Y)

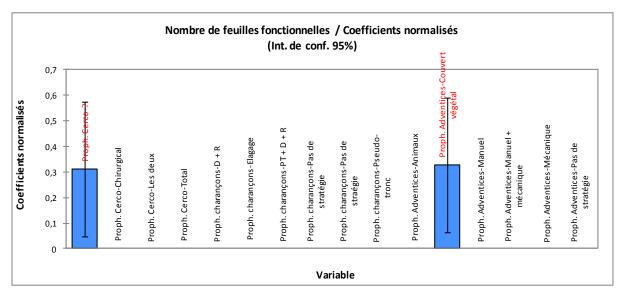
Annexe 18 : Résultats de l'ANCOVA, ANOVA et régression linéaire comparant les pratiques culturales et l'infestation en cercosporiose des bananeraies

- Résultats de l'ANCOVA (variables qualitatives et quantitatives)



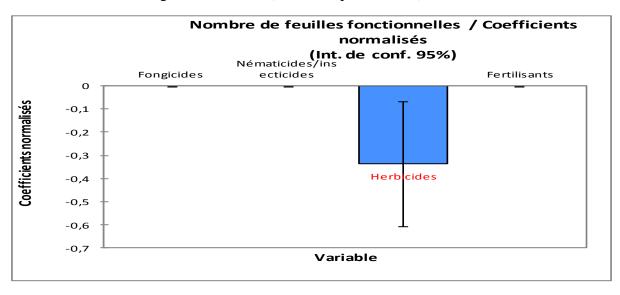
Coefficients d'ajustement :		Analyse de la variance :						
Observations	50,000	Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F	
Somme des poids	50,000	Modèle	1	10,549	10,549	6,086	0,017	
DDL	48,000	Erreur	48	83,198	1,733			
R ²	0,113	Total corrigé	49	93,747				
R² ajusté	0,094	Calculé contre le r	nodèle Y=N	Noyenne(Y)				
MCE	1,733							
RMCE	1,317							
MAPE	16,818							
DW	1,191							
Ср	7,215							
AIC	29,460							
SBC	33,284							
PC	0,961							

- Résultats de l'ANOVA (variables qualitatives)



Coefficients d'ajuste	ement:	Analyse de la va	riance :				
Observations	50,000	Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Somme des poids	50,000	Modèle	2	17,884	8,942	5,540	0,007
DDL	47,000	Erreur	47	75,863	1,614		
R ²	0,191	Total corrigé	49	93,747			
R² a justé	0,156	Calculé contre le r	nodèle Y=N	Moyenne(Y)			
MCE	1,614						
RMCE	1,270						
MAPE	16,243						
DW	1,515						
Ср	0,967						
AIC	26,845						
SBC	32,581						
PC	0,913	_					

- Résultats de la régression linéaire (variables quantitatives)



Coefficients d'ajustement :

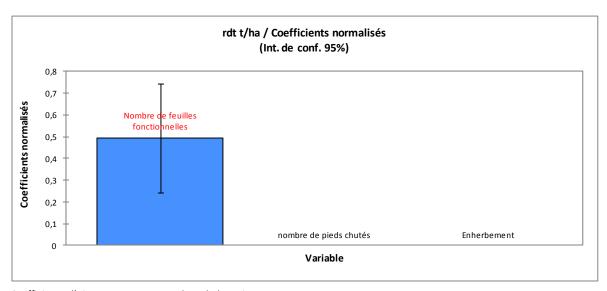
Analyse de la variance :

Observations	51,000
Somme des poids	51,000
DDL	49,000
R ²	0,113
R² ajusté	0,095
MCE	1,699
RMCE	1,303
MAPE	16,567
DW	1,192
Ср	1,607
AIC	28,988
SBC	32,851
PC	0,959

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	1	10,650	10,650	6,269	0,016
Erreur	49	83,244	1,699		
Total corrigé	50	93,895			

Calculé contre le modèle Y=Moyenne(Y)

Annexe 19 : Résultats de la régression linéaire mesurant la corrélation entre le rendement et l'état sanitaire des parcelles



Coefficients d'ajustement :					
Observations	51,000				
Somme des poids	51,000				
DDL	49,000				
R ²	0,244				
R² ajusté	0,228				
MCE	3,112				
RMCE	1,764				
MAPE	36,637				
DW	1,928				
Ср	2,118				
AIC	59,854				
SBC	63,717				
PC	0,818				

Analyse de la variance :							
Source	DDL	Somme des carrés M	Moyenne des carrés	F	Pr > F		
Modèle	1	49,172	49,172	15,802	0,000		
Erreur	49	152,474	3,112				
Total corrigé	50	201,646					

Calculé contre le modèle Y=Moyenne(Y)