



HAL
open science

Diagnostic agroécologique de plantations de bananes plantain en Guadeloupe

Claire Forite

► **To cite this version:**

Claire Forite. Diagnostic agroécologique de plantations de bananes plantain en Guadeloupe. Agronomie. 2011. hal-03179662

HAL Id: hal-03179662

<https://hal.inrae.fr/hal-03179662>

Submitted on 24 Mar 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



istom

ISTOM
Ecole d'Ingénieur en Agro-Développement International

32, Boulevard du Port F.-95094 - Cergy-Pontoise Cedex
tél : 01.30.75.62.60 télécopie : 01.30.75.62.61 istom@istom.net

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

**Diagnostic agroécologique de plantations de bananes plantain
en Guadeloupe**



(source Auteur)

Soutenu en octobre 2011

Forite Claire
Promotion 97
Stage effectué à Prise d'eau, Guadeloupe, France.
du 01/02/11 au 29/07/11
Au sein de : INRA Antilles Guyane

Maître de stage : Diman Jean-Louis
Tuteur: Delavaux Jean-Jacques



istom

ISTOM

Ecole d'Ingénieur en Agro-Développement International

32, Boulevard du Port F.-95094 - Cergy-Pontoise Cedex
tél : 01.30.75.62.60 télécopie : 01.30.75.62.61 istom@istom.net

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

**Diagnostic agroécologique de plantations de bananes plantain
en Guadeloupe**

Soutenu en octobre 2011

Forite Claire
Promotion 97
Stage effectué à Prise d'eau, Guadeloupe, France.
du 01/02/11 au 29/07/11
Au sein de : INRA Antilles Guyane

Maître de stage : Diman Jean-Louis
Tuteur: Delavaux Jean-Jacques

RESUMES

Résumé

En Guadeloupe, la pression parasitaire pèse lourdement sur la production de banane plantain (*Musa paradisiaca*). Les systèmes monocultureux mis en place ont favorisé le développement des populations de ravageurs. Malgré l'utilisation de pesticides, la pression parasitaire très forte réduit considérablement les rendements à partir du deuxième cycle de production. Il apparaît alors essentiel de repenser les systèmes de cultures

Dans le cadre du programme international Ecophyto 2018, le projet Alterbio s'attèle à la recherche de solutions pour créer des systèmes de culture innovants moins dépendants en pesticides.

La présente étude réalise la première phase de ce projet qui consiste à effectuer un diagnostic agroécologique de plantations de banane plantain dans le but de révéler les pratiques les plus impliquées dans la propagation des ravageurs.

Mots clés : Ecophyto2018, AlterBio, banane plantain, *Musa paradisiaca*, ravageurs, pesticides, diagnostic agroécologique, Guadeloupe, systèmes monocultureux

Summary

In Guadeloupe, high parasitic pressure diminishes plantain (*Musa paradisiaca*) yields. Monocultures facilitated development of parasitic population. Even if, farmers use pesticides, the high parasitic pressure reduces farmers' yields since the second cycle of production. That's the reason why it seems to be essential to think about new crop systems.

Within the framework of Ecophyto 2018 international program, the project called Alterbio is looking for solutions to create innovative crop management systems using less pesticides. This study consists of making an agroecological diagnosis in order to reveal what are the practices which are implied in parasite population development.

Key words: Ecophyto 2018, Alterbio, monocultures, Plantain, *Musa paradisiaca*, parasite, pesticides, agroecological diagnosis, Guadeloupe

Resumen

En Guadalupe, el nivel alto de presión de los parásitos pesa en la producción del plátano (*Musa paradiaca*). Los sistemas de monocultivo contribuyeron a desarrollar las poblaciones de parásitos. A pesar de la utilización de pesticidas, la presión parasítica reduce de manera significativa los rendimientos de los productores desde el segundo ciclo de producción. Parece esencial de pensar en una nueva manera de producir: nuevos sistemas de cultivo.

Gracias al programa internacional Ecophyto 2018, el proyecto Alterbio se propone a buscar soluciones para crear innovador sistemas de cultivo menos dependientes de la utilización de pesticidas. La presente estudia, realiza el primer fase del proyecto que consiste en la realización de un diagnostico agroecológico de las plantaciones de plátano para revelar los factores los mas implicados en la propagación de los parásitos.

Palabras claves: Ecophyto2018, AlterBio, plantano, *Musa paradisiaca*, parásitos, pesticidas, diagnostico agroecológico, Guadalupe, monocultivo.

TABLE DES MATIERES

RESUMES	2
TABLE DES MATIERES	3
LISTE DES ILLUSTRATIONS	5
TABLE DES ABREVIATIONS ET SIGLES	6
REMERCIEMENTS	7
INTRODUCTION.....	8
1 La culture de banane plantain : vers une agriculture durable : l'agroécologie.....	9
1.1 L'enjeu du développement des cultures de diversification : cas de la banane plantain	9
1.1.1 Le bananier plantain	9
1.1.2 La banane plantain dans l'agriculture guadeloupéenne	14
1.1.3 Un système de culture emprunt de celui de la banane dessert (Tremblay, 2005)	16
1.2 De l'importance de penser de nouveaux systèmes de culture moins dépendants des pesticides	17
1.2.1 Les dégâts et limites de l'utilisation des pesticides en Guadeloupe.....	17
1.2.2 Des systèmes plus durables grâce à l'agroécologie	17
1.2.3 La biologie du sol : pilier de l'agroécologie	19
1.2.4 Mise en place d'innovations agroécologiques en bananeraies pour la lutte contre les ravageurs.....	21
1.3 Articulation du projet de recherche	22
1.3.1 Le projet AlterBio	22
1.3.2 Hypothèses et questions de recherche	23
2 Matériel et méthodes	24
2.1 Démarche générale.....	24
2.2 Méthode d'enquête et objectifs	24
2.2.1 Questionnaire	24
2.2.2 Méthodologie d'échantillonnage.....	25
2.3 Construction de la typologie des itinéraires techniques	26
2.4 Diagnostic de situations contrastées.....	28
2.4.1 Protocole de prélèvement	28
2.4.2 Echantillonnage	30
2.4.3 Analyse des échantillons	30
2.5 Evaluer la durabilité agroécologique des deux parcelles	33
3 Résultats : Qu'en est-il de la production de banane plantain en Guadeloupe ? De l'exploitation à la parcelle.	36
3.1 Les conditions socioéconomique de la production de banane plantain	36
3.1.1 La banane plantain produit de petites exploitations à faible trésorerie	36
3.1.2 Des pratiques culturales emprunte des systèmes de culture le la Cavendish export	38
3.2 Typologie des Itinéraire Techniques	41
3.3 Diagnostic agroécologique de situations contrastées	43
3.3.1 Sélection des parcelles	43
3.3.2 Caractéristiques des deux parcelles choisies	44
3.3.3 Le bio-fonctionnement du sol	46
3.3.4 Infestations en ravageurs	50
3.3.5 Rendements	52

3.4	Quelle durabilité pour les deux systèmes de culture étudiés ?	53
3.4.1	Les différents indicateurs choisis	53
3.4.2	Résultats : comparaison des deux parcelles	53
4	DISCUSSION	54
4.1	Discussion autour de la méthode employée	55
4.1.1	Enquête : biais dans l'échantillonnage	55
4.1.2	Diagnostic agroécologique	55
4.2	Détermination des facteurs expliquant l'état sanitaire de la plantation	56
4.2.1	Détermination des pratiques culturales les plus influentes dans la propagation des ravageurs. Nématodes et charançons	56
4.2.2	Détermination des autres facteurs qui influencent l'infestation des deux parcelles	58
4.2.3	Les facteurs qui influencent les rendements	59
4.3	Peut-on évaluer la durabilité des deux systèmes étudiés?	59
4.3.1	Généralité sur la durabilité des systèmes de bananes plantain en Guadeloupe.	59
4.3.2	Une méthodologie à deux entrées	59
4.3.3	Deux parcelles non durables	Erreur ! Signet non défini.
	CONCLUSION	61
	BIBLIOGRAPHIE	62
	TABLE DES ANNEXES	65

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Figures

Figure 1: schéma du bananier (source: fao.org)	9
Figure 2: Conditions environnementales nécessaires à la culture du bananier plantain (source: Rosales, 2010) et photo d'un bananier plantain (source : C. Forite).....	10
Figure 3: le charançons de la larve à l'adulte (source: prpv.org).....	12
Figure 4: La régionalisation agricole de Guadeloupe (Source agreste)	15
Figure 5: Interaction entre le sol et les méthodes de lutte contre les ravageurs (Altieri, 2002).....	19
Figure 6: Vitroplant de bananier (Source : afd.be).....	22
Figure 7: surfaces déclarées en banane plantain 2009 (source: DAF)	26
Figure 8: dispositif d'extraction des nématodes par brumisation (source: Deloné, 2006)	31
Figure 9: Calcul de surfaces nécrosées par analyse d'images Image J (source : C. Forite, 2011)	31
Figure 10: box plot de distribution des surfaces des exploitations	36
Figure 11: surface moyenne des exploitations en fonction du pourcentage de plantain sur l'exploitation	37
Figure 12: Mode de faire valoir des exploitations.....	37
Figure 13: proportion de surfaces mécanisables Figure 14: proportion de surfaces mécanisées	38
Figure 15: représentation graphique de la typologie des itinéraires techniques.....	41
Figure 16: parcelle du type 4 à gauche et du type 1 à droite (source: C. Forite, 2011)	44
Figure 17 : toxicité manganique sur feuille type 1 (source: C. Forite, 2011)	46
Figure 18: Quantité de macrofaune	46
Figure 19: macrofaune par groupe fonctionnel	47
Figure 20: Macroagrégats du sol.....	48
Figure 21: pH eau et KCl	49
Figure 22 Nombre de spores de mycorhizes dans 100g de sol	49
Figure 23: Indice de nécrose racinaire: pourcentage de nécrose.....	50
Figure 24: Racine nécrosée par nématodes R. Similis ou P. Coffeae (source, C. Forite, 2011)	50
Figure 25 : Galles sur racines de bananier prélevées sur parcelle du type 1 (source : C. Forite, 2011).....	50
Figure 26: Graphique dénombrement par espèces de nématodes	51
Figure 27: Bulbe de bananier parcelle type 1 et Bulbe de bananiers parcelle type 4 (source: C. Forite, 2011)	51
Figure 28: Nombre de doigt en fonction de la circonférence du pseudotrunc variétés confondues	52
Figure 29: Nombre de doigt par régime en fonction de la circonférence du pseudotrunc	52
Figure 30 Diagramme radial représentant les différents indicateurs choisis	54

Tableaux

Tableau 1: variables choisies pour la construction de la typologie des ITK.....	28
Tableau 2: tableau des indicateurs de durabilité	34
Tableau 3: Pratiques culturales des deux exploitations.....	44
Tableau 4: premières observations sur la parcelle.....	45
Tableau 5: Dénombrement diplopodes et vers de terre par espèce	47
Tableau 6: résultats pour chaque indicateur	53

TABLE DES ABREVIATIONS ET SIGLES

% : pourcent

§ : paragraphe

CIAT : Centro internacional de agronomía tropical

CIRAD : centre internationale de la recherche agronomique appliqué au développement

DAF : département de l'agriculture et de la forêt

g : gramme

Ha : hectare

INRA : institut national de la recherche agronomique

ITK : Itinéraire technique

kg : kilogramme

km² : kilomètre carré

m² : mètre carré

SAU : Surface Agricole Utile

SICA : société d'intérêt collectif agricole

REMERCIEMENTS

Ni mon travail, ni mon mémoire n'aurait pu aboutir sans l'aide et l'intervention des différentes personnes citées ci après :

- Tout d'abord à Jean Louis Diman, merci d'avoir encadré ce stage et répondu de manière constructive et critique à mes nombreuses questions. Cela a permis de pousser toujours plus loin la réflexion sur ce travail.
- A Gladys Loranger Merciris et Harry Ozier Lafontaine, pour leurs interventions dynamiques et motivantes tout au long de ce stage. Merci de m'avoir initié à vos différentes spécialités que sont l'écologie et l'agroécologie.
- Merci à Jean Jacques Delavaux pour ses judicieux conseils pour la rédaction de mon mémoire.
- A Guy Gougougnan et Pierre Virapin pour m'avoir orienté dans les campagnes guadeloupéennes. Votre aide et votre sympathie ont su rendre le travail de terrain encore plus agréable.
- Merci également à tous les techniciens qui sont intervenus durant les différentes phases de terrain : je pense à Chantale, Léone, Sylvestre, Andève.
- Aux producteurs de banane plantain de Guadeloupe qui m'ont accordé de leur précieux temps et qui m'ont tout montré de leur travail.
- Bien sur merci à Alexandre Ogisma avec qui j'ai eu le grand plaisir de partagé ce sujet de stage.
- Et je n'oublierai pas de remercier ma sœur, Natalie, pour son soutien et ses conseils pendant toute la rédaction de mon mémoire.

INTRODUCTION

En France, les préoccupations environnementales sont telles qu'elles poussent l'agriculture à repenser ses systèmes productifs afin de les rendre moins dépendants de l'utilisation de pesticides.

A la suite du Grenelle de l'Environnement en 2008, les pays participants s'engagent dans le plan Ecophyto 2018 qui a pour objectif de réduire à 50% l'utilisation de pesticides sur dix ans.

En 2009, un programme gouvernemental appelé « Evaluation et réduction des risques liés à l'utilisation des pesticides » voit le jour. Ce programme finance une quinzaine de projets de recherche en agriculture dont les objectifs sont d'évaluer l'impact des différents produits pesticides, de concevoir des systèmes de cultures innovants moins dépendants de l'utilisation d'intrants chimiques et de proposer des solutions effectives pour leur adoption.

Les systèmes conventionnels sont donc mis à l'épreuve car leur impact environnemental est jugé trop important.

Des systèmes monoculturaux tels que ceux employés sur la banane plantain en Guadeloupe ont favorisé le développement des pestes et ont entraîné une utilisation toujours plus abondante de pesticides. Or, les contraintes parasitaires sont telles que la culture de banane plantain ne peut être menée au-delà de deux cycles de production malgré l'application des pesticides.

En outre, l'utilisation d'intrants chimiques a contribué à la réduction de l'activité biologique et à une diminution significative de la fertilité des sols.

Le projet AlterBio sur lequel porte la présente étude, initié, en Guadeloupe, une série de recherches sur la culture de banane plantain, production vouée au marché local et très peu étudiée jusqu'à présent. Il vise à créer des systèmes innovants pour pallier à l'utilisation de ces pesticides.

Avant de pouvoir proposer des solutions concrètes aux problèmes liés à la culture de la banane plantain, un diagnostic de la situation s'impose. Il permet de mieux appréhender les facteurs qui interviennent dans le système productif, qu'ils soient économiques, sociaux ou agronomiques.

Effectuée dans le cadre du stage ingénieur de terrain, l'étude s'efforcera de mettre en exergue ces facteurs par la comparaison de deux situations agroécologiques contrastées pour répondre aux questions suivantes : Quelles sont les pratiques qui peuvent influencer l'infestation en bananier ? Peut-on en prévoir la durabilité de production des plantations ?

Après avoir décrit le contexte de la production de la banane plantain en Guadeloupe et les enjeux de l'agroécologie pour cette culture, nous nous efforcerons de détailler la méthodologie employée pour répondre aux objectifs du travail.

Les résultats du diagnostic seront développés dans une troisième partie avant de déterminer les pratiques qui influencent le plus l'état sanitaire détaillés en dernière partie.

1 La culture de banane plantain : vers une agriculture durable : l'agroécologie

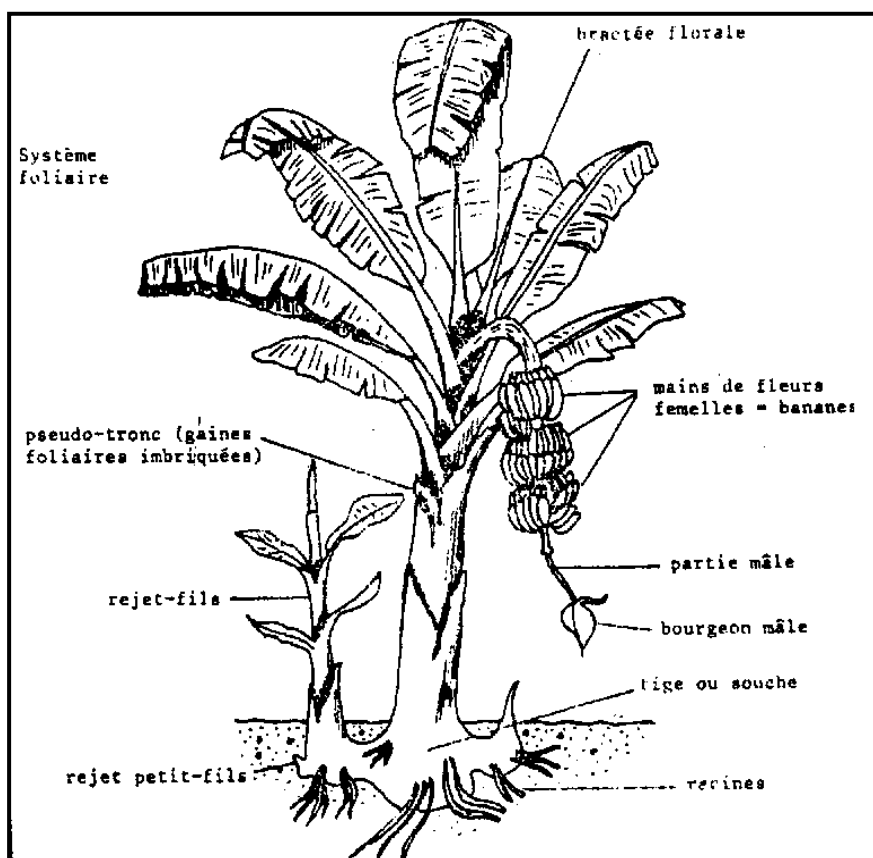
1.1 L'enjeu du développement des cultures de diversification : cas de la banane plantain

Avant de s'intéresser à la place de la culture de la banane plantain dans l'agriculture guadeloupéenne, il est primordial de décrire les caractéristiques physiologiques de cette plante.

1.1.1 Le bananier plantain

1.1.1.1 Le bananier plantain : exigences, contraintes...

Le bananier plantain, *Musa paradisiaca*, est une plante monocotylédone. C'est une grande herbe dont le tronc est formé de l'imbrication, les uns dans les autres, des gaines foliaires issues du bulbe (ou tige souterraine). Le bulbe constitue la partie souterraine de la plante. Il est le lieu de formation des racines, de l'émission des feuilles de bananier et de l'inflorescence. (Lassoudière, 2007)



L'inflorescence remonte à l'intérieur du faux tronc pour sortir de la plante.. Chaque bananier ne donne qu'une inflorescence et meure après la fructification. A l'état sauvage, les bananiers peuvent se reproduire de manière sexuée et asexuée. La présence de nombreuses graines dans les fruits des variétés sauvages les rendent impropres à la consommation.

Figure 1: schéma du bananier (source: fao.org)

Les variétés sélectionnées pour l'agriculture, elles, sont parthénocarpiques. La partie consommable de la banane, appelée « doigt », correspond à l'évolution de l'ovaire de la fleur femelle en fruit sans fécondation. Cela évite la formation des graines, très dures, qui gênent la consommation du fruit.

Les bananiers cultivés ne se reproduisent que de manière végétative. Le bulbe émet plusieurs bourgeons par multiplication végétative. Ces bourgeons, en grandissant, se dissocient du bulbe père et continuent leur cycle jusqu'à la prochaine fructification pour donner eux-mêmes de nouveaux bananiers. En champs, (Lassoudière, 2007 ; Cirad, 2003)

Le bananier plantain effectue son cycle de production entre neuf et quinze mois selon la variété.

Le bananier plantain évolue dans un climat tropical humide. Les exigences du plantain sont indiquées dans le schéma ci-dessous.

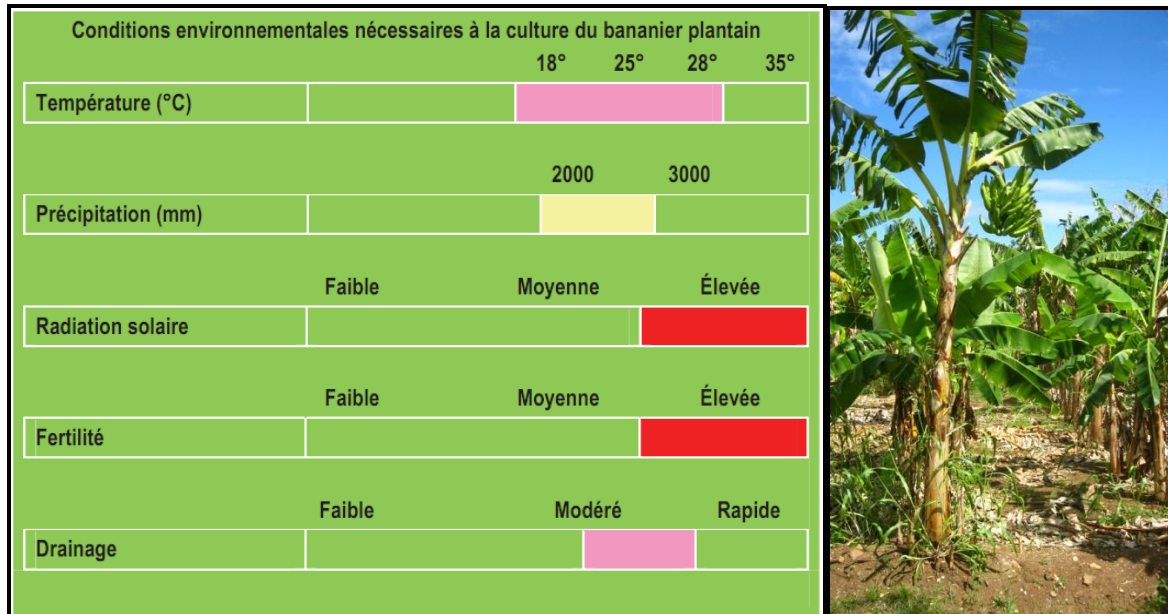


Figure 2: Conditions environnementales nécessaires à la culture du bananier plantain (source: Rosales, 2010) et photo d'un bananier plantain (source : C. Forite)

Le bananier est très exigent en eau (Rosales, 2010), c'est pourquoi il est planté sous climat tropical humide. Dans le cas contraire, le recours à l'irrigation est essentiel.

Les racines du bananier sont réparties à 90% dans les quarante premiers centimètres du sol. Elles tendent plus à coloniser ces horizons superficiels. Le bananier exige un sol meuble afin que le système racinaire puisse s'étendre sur toute la surface et que le plant soit bien ancré. Un sol pierreux ou compacté limite l'enracinement et l'ancrage des bananiers (Lassoudière, 2007)

Le bananier se développe sur des sols plutôt acides (pH 5,5 à 7) mais supporte cependant des sols très acides si l'acidité est corrigée grâce à des amendements (calcaires par exemple). (Lassoudière, 2007).

Le climat tropical humide adapté à la culture bananière est aussi propice au développement de nombreuses maladies.

Une pression parasitaire forte en Guadeloupe

1.1.1.1.1 La Cercosporiose

La cercosporiose est une maladie foliaire provoquée par un champignon ascomycète du genre *Mycosphaerella*. Ce champignon cause des lésions nécrotiques sur le limbe et empêche la plante de réaliser sa photosynthèse correctement.

Deux types de cercosporiose ravagent actuellement les plantations de banane (toutes variétés confondues) : la cercosporiose jaune, largement répandue sur tout le globe provoquée par *Mycosphaerella musicola* et la cercosporiose noire provoquée par *Mycosphaerella fijiensis*. (Lassoudière, 2007, Mourichon 1997)

De façon générale, la cercosporiose jaune n'atteint pas le plantain sauf si la plante subit un stress hydrique. Elle attaque cependant des cultivars plus sensibles comme la Cavendish (*Musa acuminata*).

La cercosporiose noire, elle, est considérée comme plus grave. Elle attaque des plants à des stades plus jeunes ce qui endommage d'autant plus le limbe (Frohlich, 1970; Lassoudière, 2007). Pour certains cultivars sensibles, tels que les bananes de type plantain, elle peut causer des pertes jusqu'à 50% de la production (Mourichon, 1997).

Pour le moment, en l'absence de la Cercosporiose noire, la Cercosporiose n'est pas la maladie qui cause le plus de dommages dans les productions guadeloupéennes. Cependant, elle attaque déjà les plantations des îles voisines comme Haïti et a fait son apparition en Martinique (Everard, 2010). Une proximité qui menace la production guadeloupéenne et qu'il est impératif de surveiller.

Les moyens les plus courants de la combattre sont la lutte chimique qui consiste en l'épandage d'huiles antifongiques et la lutte culturale basée sur l'élimination des feuilles malades.

Dans les faits, la banane plantain est principalement attaquée par des parasites telluriques : le charançon et les nématodes.

1.1.1.1.2 Le charançon

Le *Cosmopolites sordidus* de son nom vernaculaire charançon du bananier est l'un de ses principaux ravageurs.

Le charançon est un insecte qui craint particulièrement le dessèchement. Son activité est donc principalement nocturne et on le retrouve dans les zones humides : sous le feuillage, dans le sol ou dans les gaines foliaires du bananier là où se maintient l'humidité. (Gold, 2000) S'ils résident sur substrat humide, ils peuvent survivre pendant plusieurs mois sans se nourrir.

Ils ont une durée de vie de 1 à 4 ans Les adultes ne volent que très rarement, une fois installés sur un pied, y demeure durablement. Ils y déposent leurs œufs à l'aide de leur rostre au stade floraison. Le taux de ponte est faible, en moyenne 1 œuf par semaine.

Ce sont les larves qui causent le parasitisme. En effet, une fois dans le bulbe, elles se nourrissent de sa chaire. Les larves de charançons passent 5 à 8 stades de leur évolution dans le bulbe et y demeurent jusqu'au stade nymphose qui précède le stade adulte. Elles laissent ainsi des galeries qui perturbent l'émission et l'absorption racinaire de leur hôte. Le pied, moins ancrés dans le sol a tendance à verser plus rapidement (la verse est le terme employé en Guadeloupe pour décrire la chute du bananier).

Une diminution sensible des rendements est causée par la perte des bananiers qui ont versé mais également par la diminution du poids des régimes produits. (Gold, 2005 ; Lassoudière, 2007) Un retard de floraison a été observé sur les pieds attaqués.

Des études ont montré que l'attaque du charançon est dépendante des caractéristiques morphologiques et anatomiques de la gaine foliaire ainsi que des substances chimiques présentes dans la sève. Il semble qu'une molécule volatile, le 1,8-cinéole, soit sécrétée par tous les cultivars sensibles et soit absente dans la sève des cultivars résistants (Ndiege, 1995).

Les charançons sont donc attirés par cette substance qui les conduit jusqu'au bulbe. Il apparaît aussi que les bananiers plantains sont des cultivars sensibles (Gold, 2000; Ndiege, 1995)

C'est pendant la coupe nécessaire à la récolte du premier cycle que le bananier dégage encore plus de substances volatiles qu'habituellement et attire les charançons.

L'environnement proche de la parcelle influence la pression parasitaire. En effet, un terrain entouré de parcelles attaquées est plus susceptible d'être infesté rapidement. C'est pourquoi l'infestation est souvent plus importante pendant le deuxième cycle de production. (Gold, 2006). Pendant leur vie les charançons se parcourent rarement plus de 25 m (Gold, 2006) Ils auront donc naturellement tendance à coloniser les parcelles de banane les plus proches de celles sur lesquelles ils sont installés.

Pour lutter contre ce fléau, la lutte chimique a longtemps été privilégiée mais a été abandonnée pour cause de problèmes environnementaux (cf §1.2.1)



Figure 3: le charançons de la larve à l'adulte (source: prpv.org)

D'autres moyens sont aujourd'hui préconisés.

La lutte culturale, par exemple, consiste à éliminer les vieux pseudotrons déjà infestés, éliminer les vieilles feuilles desséchées pour détecter les symptômes et à supprimer périodiquement les rejets infestés. (Frohlich, 1970)

La lutte biologique propose de piéger les charançons grâce à des boîtes diffusant des hormones qui les attirent.

Enfin, pour limiter l'infestation, il faut cultiver des plants sains et/ou assainis avant la plantation.

1.1.1.1.3 Les nématodes

Les nématodes sont des phytoparasites, présents partout dans le monde, qui entraînent des pertes sur la production de banane qui peuvent atteindre 75% sur trois cycles de production cumulés.

Plusieurs espèces de nématodes ont été identifiées qui évoluent dans des zones de prédilections différentes et ne causent pas les mêmes dégâts.

Le *Radopholus similis* est un endoparasite migrateur qui effectue son cycle biologique sous 20-25 jours à 20-25°C.

Les formes migratrices de ce nématode sont les jeunes et les femelles qui peuvent quitter les racines si les conditions ne sont plus favorables à leur évolution. Les mâles adultes, eux, sont inaptes à la migration.

R. similis se nourrit des cellules du parenchyme cortical en détruisant les parois cellulaires. (Lassoudière, 2007) Les tunnels formés par *R. similis* peuvent évoluer en nécroses (d'abord violacées, elles noircissent à un stade d'infestation plus avancé). Ces nécroses sont généralement le site préférentiel de contamination de certains autres pathogènes notamment de champignons comme *Cylindrocladium* aux Antilles. Cette espèce domine notamment sur les cultivars Cavendish mais se trouve également sur plantain. (Frohlich, 1970)

Les lésions provoquées par l'association de ces deux pathogènes, limitent l'absorption hydrique et minérale par les racines mais également l'ancrage des bananiers au sol. Les pertes de rendement liées à la verse et à la réduction du poids des régimes peuvent être très importantes et avoir un fort impact économique. Jusqu'à 90% de pertes peuvent être comptabilisées lors d'une attaque prononcée. (Sarah, 1996)

Pratylenchus coffeae (*P. coffeae*) est tout comme *R. similis* un endoparasite migrateur du bananier. Son cycle biologique est de 30 jours à 20-25°C.

Plus résistant au froid que *R. similis*, on peut le trouver en très grand nombre dans les zones où le climat est plus froids.

Les dégâts observés sur les racines sont les mêmes que *R. similis*. Une reconnaissance au microscope est nécessaire pour distinguer les deux espèces. *R. similis* semble tout de même être plus pathogène que *P. coffeae*. (Bridge, 1997)

Meloidogyne incognita et *Meloidogyn javanica* se développent plus facilement dans les zones où les deux espèces précédemment citées n'évoluent pas. Contrairement à *R. similis* et *P. coffeae*, les *Meloidogyne spp.* sont des endoparasites sédentaires. Les juvéniles éclosent et migrent vers les racines.

Les *Meloidogyne spp.* envahissent le cylindre central (endoderme) et provoquent l'apparition de cellules géantes polynucléées qui proviennent du parenchyme vasculaire des cellules différenciées du cylindre central. Les juvéniles se nourrissent ensuite des cellules géantes jusqu'à ce qu'ils atteignent le stade adulte.

La reproduction est parthénogénétique. Les femelles ont la particularité d'être sacciformes. Les œufs sont pondus en masse à l'intérieur des racines. Le cycle est nettement plus long que chez les autres espèces : 4 à 6 semaines (selon la température) (Ploeg, 1999). Les principaux symptômes qui apparaissent sur le bananier sont la formation de galles, le renflement de racines primaires et secondaires. Les dégâts causés par ces espèces sont cependant moins conséquents dans la zone Caraïbe que dans les autres zones de production de banane. (De Waele, 1998)

Il existe également des nématodes ectoparasites du bananier qui se nourrissent des cellules extérieures du bananier mais sont minoritaires et causent des dégâts moins importants. (Carlier, 2002)

Les principales méthodes de lutte qui sont aujourd'hui en vigueur sont la lutte chimique par l'utilisation de nématicides ou la lutte culturale qui consiste à réaliser un vide sanitaire sur la parcelle en effectuant soit une rotation, soit une jachère.

Un autre axe privilégié par la recherche est la sélection de cultivars résistants aux nématodes.

En Guadeloupe, le bananier plantain est une culture dite de « diversification ».

1.1.2 La banane plantain dans l'agriculture guadeloupéenne

La banane plantain fait partie des cultures dites de « diversification » en opposition aux cultures d'export que sont la banane Cavendish (ou banane dessert, *Musa acuminata*) et la canne.

Banane Cavendish et canne sont les deux plus importantes cultures du territoire guadeloupéen en volume d'exportation (61 980 tonnes de bananes produites dont 52 000 tonnes ont été exportées en 2005, selon le Conseil Général de Guadeloupe)

La production agricole est très régionalisée consécutivement à la répartition des climats sur l'île (annexe 1). Les bananeraies, qui occupaient en 2005, 10% des surfaces agricoles (Région Guadeloupe, 2010) sont concentrées au sud de l'île en Basse Terre où le climat est favorable (pluviométrie : plus de 2000 mm par an). On appelle cette région le croissant bananier. Tandis que la production de canne, qui sert essentiellement à la fabrication de sucre et de rhum, est plutôt située dans le bassin cannier au Nord de l'île (Grande Terre), le climat, plus sec (pluviométrie : entre 1000 et 2000mm) est plus propice à son développement. Toujours en 2005 (Région Guadeloupe, 2010) 841 000 tonnes de canne à sucre ont permis de produire 73 000 tonnes de sucre dont 68 000 exportées.

Les 21 petites zones agricoles de la Guadeloupe selon leurs activités dominantes

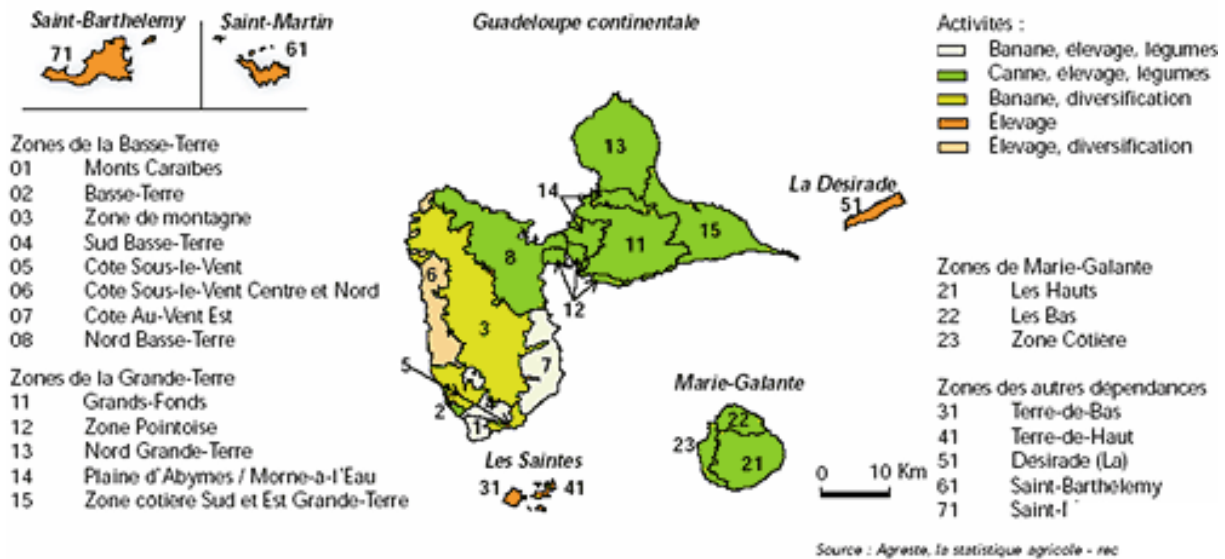


Figure 4: La régionalisation agricole de Guadeloupe (Source agreste)

Or, ces deux productions, ont été confrontées, ces dernières années, à d'importantes crises notamment dues aux dégâts occasionnés par le cyclone DEAN en 2007 et à la réforme de l'Organisation Commune des Marchés (OCM) qui, pour répondre aux impératifs de libéralisation du marché fait baisser les prix de référence du sucre de 36% en 2009 ou encore à la médiatisation de l'utilisation de pesticides (Ministère de l'agriculture, 2006). Les surfaces exploitées diminuent continuellement, la production ne cesse de baisser. En 2007, seulement 40 181 tonnes ont été récoltées contre 48000 en 2006 (Ministère de l'intérieur de l'Outre mer, 2011)

Ces crises ont déstabilisé les marchés et provoqué la faillite des petits producteurs et des exploitations les plus fragiles qui se sont tournés vers des cultures destinées au marché intérieur. (Delcombel, 2005) et notamment vers la culture de la banane plantain.

Depuis, l'accent est mis d'avantage sur les cultures de diversification dans le but d'accéder à l'autosuffisance alimentaire sur le territoire guadeloupéen. (Robert, 2010)

Force est de constater que le développement de la filière diversification des fruits et légumes à laquelle appartient la banane plantain a été lent. D'une part, seule 18% des terres arables sont allouées à ces productions (Ministère de l'intérieur de l'outre mer, 2011) et d'autre part, la valeur totale des productions légumière et fruitière correspond aujourd'hui à 40% de la valeur totale des productions agricoles tandis que la banane et la canne à sucre atteignent 50%. (Robert, 2010).

Il semble que les professionnels aient eu du mal à s'organiser. La formation récente d'interprofession concernant les fruits et légumes permettrait de mettre en relation les différents acteurs de ces filières, d'organiser les réseaux et également d'améliorer la production. (Robert, 2009 ; Robert, 2010).

L'enjeu est de taille surtout lorsque l'on sait qu'au moins 30% de la consommation guadeloupéenne est satisfaite grâce à l'import. L'augmentation des productions de cultures de diversification est donc un point essentiel pour le développement de l'agriculture guadeloupéenne.

Cependant, le manque de données disponibles sur les productions agricoles de diversification témoigne de l'effort qu'il reste à fournir pour développer ces cultures. Par exemple, depuis 2001 aux Antilles, les producteurs sont invités à déclarer volontairement leurs superficies cultivées afin d'accéder aux aides publiques.

Ces aides sont dispensées par la Direction de l'Agriculture et de la Forêt (DAF). Or la base de données de cette structure, compte 80 exploitations de banane plantain déclarées en 2009. Tandis que le dernier recensement effectué par ce même organisme en 2000, qui se veut exhaustif dénombre 288 exploitations de plantain pour une surface totale de 222 Ha.

Il est peu probable que le nombre d'exploitations de plantain ait autant diminué en 9 ans. On peut donc supposer qu'une grande part de celles-ci sont informelles et ne peuvent bénéficier des subventions publiques.

Ces dix dernières années, le nombre d'agriculteurs produisant du plantain a certainement évolué. Mais il est difficile de le savoir puisque seul un recensement a lieu tout les dix ans. Les résultats du dernier sont attendus.

Peu de données sont disponibles, la culture de la banane plantain n'a été que très peu étudiée en Guadeloupe.

1.1.3 Un système de culture emprunt de celui de la banane dessert (Tremblay, 2005)

La seule étude jusqu'alors effectuée sur cette culture est un travail de mémoire réalisé sur les pratiques et les déterminants des producteurs de plantain en Guadeloupe.

Dans cette étude, Anne-Marie Tremblay (2005) note que les producteurs peinent généralement à mener à bien a production au delà de trois ans. Dans la plupart des cas, ils sont contraints de replanter leur bananeraie tous les deux ans à cause d'une baisse significative des rendements après le second cycle de production. Cette diminution serait due à une forte pression parasitaire qui s'exerce sur les cultures de banane plantain.

Il semble que les agriculteurs de plantains sont pour beaucoup, des ouvriers d'exploitation de Cavendish export qui reproduisent les techniques appliquées à la Cavendish mais avec des niveaux d'intrants moins élevés.

Cependant, cette étude n'a été menée que sur vingt exploitations exclusivement situées sur le Sud-Est du croissant bananier et ne peut donc pas être représentative de la diversité des situations sur la totalité du territoire. Il apparaît donc important d'approfondir ce travail pour pouvoir donner une idée effective de la situation.

Aux vues des pressions exercées par l'opinion publiques sur l'utilisation des pesticides et des résultats peu satisfaisants sur les systèmes de culture de bananier plantain, il semble important de reconsidérer leur utilisation et de proposer de nouveaux systèmes de culture.

1.2 De l'importance de penser de nouveaux systèmes de culture moins dépendants des pesticides

1.2.1 Les dégâts et limites de l'utilisation des pesticides en Guadeloupe

Aux Antilles, la lutte chimique a longtemps été privilégiée pour contrer les ravageurs du bananier. Par exemple, le charançon a été combattu grâce à l'épandage aérien d'une molécule organochlorée appelée communément chlordécone.

Synthétisée pour la première fois en 1950 aux Etats-Unis, ce produit a ensuite été largement utilisé sur les plantations de bananes des Antilles françaises à partir des années 70 et jusqu'en 1993 où la molécule a finalement été définitivement interdite à la vente (Cabidoche, 2011 ; Joly, 2010).

En effet, il s'est avéré que les charançons ont développé rapidement des résistances au produit que les producteurs ont tenté de contrebalancer en appliquant des doses toujours plus importantes sur les champs. Or, cette molécule est dangereuse pour la santé humaine et cause de graves problèmes environnementaux.

En Guadeloupe, un cinquième de la surface agricole utile (SAU) est aujourd'hui polluée par le chlordécone. Les terres polluées sont concentrées au niveau du croissant bananier.

Cette molécule est très et se fixe facilement et durablement sur la matière organique des sols. A cause de sa rémanence élevée, on estime que les sols de Guadeloupe ont été pollués pour les centaines d'années à venir. Les eaux de surface ont également été polluées. Certaines plantes assimilent le chlordécone. C'est le cas de l'igname ou de la patate douce qui concentre la molécule au niveau du tubercule, partie consommée par l'homme. (Cabidoche, 2011)

Le cas de la chlordécone aux Antilles témoigne des limites de l'utilisation de pesticides en agriculture. L'opinion publique, de plus en plus défavorable à leur application pousse les gouvernants à penser de nouveaux systèmes de culture. L'agroécologie se propose de trouver des solutions pour trouver des systèmes plus durables.

1.2.2 Des systèmes plus durables grâce à l'agroécologie

1.2.2.1 Qu'est ce qu'un système durable

Le terme, a été utilisé pour la première fois en 1992 dans le cadre du sommet pour la Terre de Rio. La notion de durabilité désigne l'ensemble des facteurs qui permettent de pérenniser un système donné. Elle aborde considère les trois composantes sociale, économique et environnementales. La durabilité est liée à la notion de développement. (FAO, 2011)

La durabilité en agronomie peut alors être définie comme la capacité d'un agroecosystème à maintenir la qualité et la quantité des ressources naturelles à moyen et long terme en conciliant la productivité agricole avec la réduction des impacts sur l'environnement.

Définir cette notion permet d'aboutir à un constat simple : un agroécosystème peut augmenter sa durabilité en optimisant les différentes synergies qui s'y créent. (Duarte Silveira, 2005)

D'un point de vue économique les systèmes les plus durables sont ceux qui génèrent des revenus suffisants grâce à une production rentable et stable dans le temps.

Ecologiquement parlant, le système est durable s'il est « capable de perdurer indéfiniment en préservant les stocks des ressources naturelles non renouvelables qu'elle utilise ». (Vilain, 2008)

La dimension sociale, elle, est stable si le niveau de dépendance aux différents intrants est faible et peut ainsi s'adapter aux différents changements externes incontrôlables

Lorsqu'une des dimensions n'est pas respectée, le système ne peut être considéré comme durable.

L'agroécologie se propose d'améliorer les conditions écologiques de productions pour limiter l'impact de l'agriculture sur l'environnement.

1.2.2.2 L'agroécologie

Les préoccupations environnementales actuelles ont poussé la recherche à s'intéresser à des systèmes durables à faible impact environnemental. L'enjeu est donc de réfléchir à des systèmes moins dépendants en pesticides en favorisant les processus naturels et les interactions biologiques : c'est l'intensification écologique. (Altieri, 2002)

L'agroécologie est une science récente qui s'attèle à l'étude des interactions entre les plantes, les animaux, les hommes, et l'environnement d'un agrosystème. (Dalgaard, 2003) Le système agricole n'est plus considéré par sa seule vocation productive mais plus comme un système certes productif mais où des synergies se créent entre les différents facteurs qui contribuent au bon fonctionnement du système. Ces synergies sont importantes à conserver ou à améliorer afin de développer des systèmes plus durables.

Il s'agit alors de manipuler les systèmes de production en utilisant les mécanismes naturels, peu coûteux en énergie et basés sur les principes et méthodes d'autres disciplines. (Cavalier, 2010) Ainsi, l'écologie est mobilisée pour favoriser les processus naturels et les interactions biologiques pour mener l'activité agricole à bien. (Dalgaard, 2003). Plus concrètement, les orientations prioritaires à développer sont :

- Assurer un sol favorable à la croissance de la plante : il s'agit alors de maintenir un niveau de matière organique optimal et de limiter le travail du sol pour maintenir son activité biologique. (Altieri, 2002)
- Minimiser les pertes de radiation solaire, les pertes en eau, et nutriments et assurer une gestion optimale de la ressource.
- Multiplier la biodiversité des espèces cultivées et des espèces du sol afin de mieux lutter contre les bioagresseurs. (Funes-Monzote, 2009)

1.2.3 La biologie du sol : pilier de l'agroécologie

1.2.3.1 Importance de l'activité biologique du sol

Le sol abrite un grand nombre d'acteurs (microorganismes, macrofaune, végétaux) qui interagissent et contribuent au maintien de sa fertilité.

Une plante, absorbe l'eau et les minéraux dont elle a besoin grâce à son système souterrain. Pour une culture, la gestion de l'eau, de la matière organique et des nutriments se déroulent donc principalement au niveau du sol.

L'observation des systèmes paysans développés à la marge de l'agrochimie a mis en évidence que la préservation de la fertilité du sol permettrait de lutter efficacement contre les différents ravageurs (Altieri, 2002).

Il semble qu'une utilisation efficiente des nutriments, de l'eau et des radiations solaires, contribue à réduire l'incidence des pestes sur les cultures.

Des études suggèrent d'ailleurs que la sensibilité physiologique d'une plante à l'attaque d'un insecte est affectée par son mode de fertilisation (Altieri, 2002). La capacité d'une plante cultivée à résister ou tolérer les maladies est liée aux propriétés et conditions physiques, chimiques et biologiques du sol (cf figure 5).

Ces interactions ne sont pas encore bien définies. Les recherches actuelles vont dans ce sens.

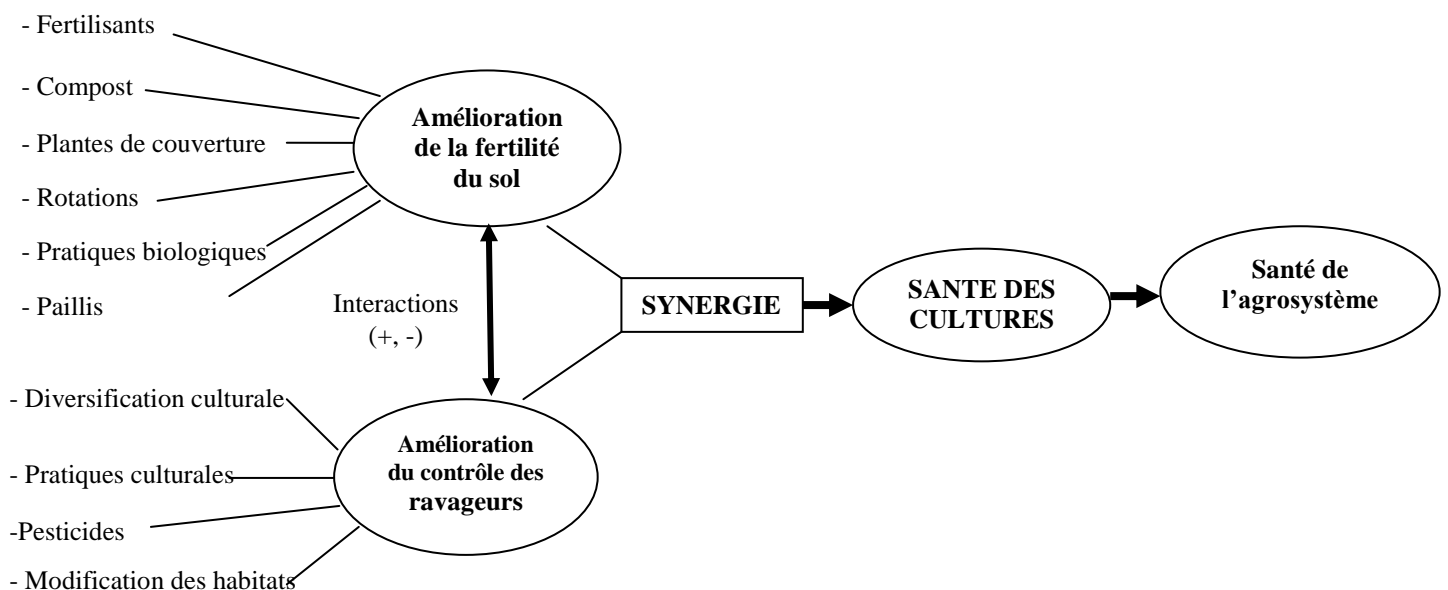


Figure 5: Interaction entre le sol et les méthodes de lutte contre les ravageurs (Altieri, 2002)

Entretenir un sol pour maintenir une activité biologique importante contribue alors à maintenir des cultures saines et productrices indépendamment de l'utilisation de pesticides. Stimuler le fonctionnement biotique du sol permet entre autre de lui garantir une bonne nutrition et d'obtenir une régulation biologique des ravageurs des plantations.

Cette activité du sol est en grande partie jouée par sa macrofaune.

1.2.3.2 Rôle de la macrofaune du sol

La richesse de la macrofaune du sol est souvent perçue comme un indicateur de sa qualité. En effet, elle intervient dans sa structuration, favorise les échanges gazeux avec l'atmosphère et participe la minéralisation de la matière organique. (Decaens, 2001 ; Lavelle, 2006)

Elle est, de plus, sensible aux différentes pratiques culturales qui influencent les interactions entre les différentes espèces et le milieu et modifient les équilibres naturels du sol. Dans son étude dans les plaines Mexicaine, Fragoso (1993) a montrer que les pratiques culturales modifiaient la diversité des espèces présentes dans l'agroécosystème. Il apparaît que plus le système est anthropisé, plus les espèces natives sont remplacées par des espèces dites « exotiques ». Ainsi, dans les forêts, les espèces natives sont les plus abondantes, dans les prairies anthropiques, les espèces natives et exotiques cohabitent dans le même sol tandis que dans un système agricole où l'utilisation de pesticides est importante, ce sont les espèces exotiques qui dominent.

Or, chaque espèce participe à la « construction » du sol et joue un rôle bien précis. On considère qu'un sol sera plus stable si le nombre d'espèces jouant le même rôle est important. (Chevrolier, 2009) Les différentes fonctions jouées par ces acteurs du sol sont regroupées en trois grandes classes.

Les transformateurs de litière sont des organismes qui vont permettre la transformation de litière du sol en fines particules et la rendre disponible à l'action microbienne. La décomposition et la minéralisation de la matière sont donc favorisées et rendent les différents éléments minéraux plus rapidement assimilables. Cette fonction est notamment jouée par les espèces épigées de ver de terre ou encore les diplopodes du sol (Fragoso, 1997)

Les ingénieurs du sol, représentés principalement par les vers de terre, fourmis et termites lui confèrent sa structure.

Ils interviennent différemment selon les espèces. Certaines, sont des espèces compactantes. C'est le cas du ver de terre *Pontoscolex corethrurus*, d'autres, au contraire, permettent de décompacter le sol comme le font certaines fourmis. Ils produisent des constructions plus ou moins riches en minéraux.

Ces ingénieurs modifient donc l'environnement physique du sol, ce qui impacte sur l'activité des autres espèces qui y sont présentes. (Decaens, 2001 ; Lavelle, 2006 ; Fragoso, 1997)

Les prédateurs du sol régulent les populations des autres organismes. Ils se nourrissent des autres espèces de la faune du sol. (Chevrolier, 2009)

En outre, la macrofaune du sol favoriseraient la régulation des infestations en ravageurs.

Par exemple, *Pontoscolex corethrurus*, espèce de vers de terre, permettrait au bananier d'augmenter son développement malgré la présence de nématodes (Deloné, 2007). L'action de ce vers de terre sur la matière organique du sol et sur sa structure contribue à maintenir la plantation malgré les attaques. Il contribue à réduire significativement l'incidence de *R. similis* sur les racines de bananier et donc sur la quantité de nécroses observées (Lafont, 2007).

En effet, La présence de vers de terre dans le sol favorise la minéralisation de la matière organique. (Fragoso, 1997) Elle contribue à l'augmentation de la croissance racinaire, à la

modification de la structure du sol mais surtout à l'augmentation de l'activité des microorganismes qui ont une action antagoniste avec les ravageurs des bananiers. (Lavelle, 2006 ; Lafont, 2007)

Tous ces éléments constituent la macrofaune du sol et participe au maintien du système de manière durable. La restauration de la macrofaune du sol constitue l'un des axes à développer pour créer des innovations agroécologiques.

1.2.4 Mise en place d'innovations agroécologiques en bananeraies pour la lutte contre les ravageurs

Certaines innovations ont déjà été intégrées aux pratiques culturales pour lutter contre les pestes dans les pratiques de la Cavendish export. Elles créent ainsi de nouveaux systèmes de culture qui essaient de corriger les dégâts environnementaux des systèmes monocultureux intensifs (compactions des sols, pertes de la matière organique du sol, acidification).

L'utilisation de vitroplants (plants produits en laboratoire de manière stérile) sains plantés sur des sols assainis grâce à la jachère et la rotation permet de garantir une infestation moindre pendant les premiers cycles de production. (Quénéhervé, 2005) Cependant, les vitroplants de bananier plantain n'existent pas.

L'introduction d'une jachère ou de rotations assainissantes associés à la plantation de vitroplants de bananiers permettent de lutter efficacement contre les nématodes et les charançons. (Quénéhervé, 2005) Le fait de ne pas replanter directement des bananes après une plantation de banane permet de créer un vide sanitaire sur la parcelle. Les populations de nématodes et charançons décroissent naturellement car n'ont plus de plantes hôtes pour se développer. La jachère ou la rotation ont permis de repousser la première utilisation de nématicides au deuxième ou troisième cycle de production et non au premier comme pour les systèmes monocultureux intensifs de Cavendish export (Chabrier, 2010). Les résultats en banane plantain en Guadeloupe sont moins connus.

Des pièges pour charançons qui attirent les charançons grâce à la diffusion d'hormones et montre des résultats intéressants.

Les recherches en cours se sont orientées vers l'utilisation de plantes de services. Le couvert végétal permanent permet entre autre de lutter contre l'érosion.

L'effet allélopatique de certaines de ces plantes pourrait être utilisé pour contrôler l'infestation en ravageurs dans les plantations. Leur application n'est pas encore effective. (CIRAD, INRA)



Il n'existe pas à l'heure actuelle de vitroplants de banane plantain. Un virus intégré au génome est activé chez les vitroplants.

Figure 6: Vitroplant de bananier (Source : afd.be)

Dans le but de pouvoir faire évoluer de la même façon les systèmes de culture de la banane plantain, le projet AlterBio entame une première étude sur la question.

1.3 Articulation du projet de recherche

1.3.1 Le projet AlterBio

Le projet AlterBio choisit de s'intéresser à la culture de banane plantain.

Partant du constat que dans la plupart des pays producteurs, les systèmes de culture en place semblent souvent très dépendants de l'utilisation de pesticides et que malgré leur application systématique, les producteurs, en moyenne, ne peuvent pas mener leur plantation au-delà de trois cycles de production, plusieurs organismes de recherche (INRA, CIRAD, CIAT, IRD) ont choisi de se pencher sur la conception de nouveaux systèmes de culture.

En effet, si à partir du deuxième cycle la baisse des rendements est telle que le système de culture en place ne peut perdurer, il semble important de se questionner sur sa viabilité et sur les solutions à apporter.

C'est donc avec l'objectif d'éviter l'usage systématique des pesticides dans les cultures de bananiers que le projet Alterbio s'est construit.

Il se propose de trouver des solutions de contrôle biologique des agents pathogènes. Ce projet s'inscrit dans le cadre du programme international « Evaluation et réduction des risques liés à l'utilisation de pesticides ».

AlterBio s'organise autour de trois tâches :

- Tâche 1 Diagnostic des situations de production. Elle consiste en un état des lieux des plantations par voie d'enquête, et en un diagnostic agroécologique pour comprendre les raisons de la sensibilité des plantations de plantain aux ravageurs.
- Tâche 2 Innovations et mécanismes agroécologiques qui vise à expérimenter l'efficacité de certains procédés qui pourraient être adoptés par les producteurs comme l'utilisation des propriétés nématicides des plantes de service
- Tâche 3 Conception de systèmes de culture innovants et compréhension des conditions d'adoption des innovations par les producteurs.

L'étude est réalisée à Quinindo, province Colombienne, dans la région de l'Acahaie à Haiti et sur tout le territoire guadeloupéen. Ce sont trois régions très différentes d'un point de vue pédoclimatique d'une part, et socio-économique d'autre part. Par exemple, en Colombie, la main d'œuvre est moins coûteuse, les systèmes sont bien fournis en main d'œuvre, la topographie andine offre un climat différent de celui Guadeloupéen.

La première phase du projet est réalisée dans le cadre de ce travail de mémoire ingénieur. Pour répondre aux exigences de l'étude, le cadre général, les objectifs et les hypothèses ont été posées.

1.3.2 Hypothèses et questions de recherche

D'après l'étude d'Anne Marie Tremblay (2003), les pratiques culturelles adoptées pour la banane plantain en Guadeloupe ne permettent pas de maintenir le système de manière pérenne.

Inspirés des pratiques de la Cavendish export, les systèmes adoptés par les producteurs ne semblent pas être adaptés aux contraintes de la culture de la banane plantain.

Pourquoi la production se dégrade-t-elle au bout de deux cycles alors que la Cavendish export peut être menées jusqu'à 10 cycles en Guadeloupe?

Avant d'approuver ou non ces constats et de répondre aux questions qui se posent, il faut tout d'abord s'interroger sur les conditions agronomiques, sociales et économiques de la production de banane plantain :

Qui sont les producteurs de banane plantain ? Appliquent-ils tous le même système de culture ? Y a-t-il des pratiques qui pourraient être déterminantes pour l'état sanitaire des plantations ?

Les objectifs qui en découlent sont les suivants :

- Caractériser la diversité socio-économique des exploitations produisant de la banane plantain. Pour ce faire, caractériser les producteurs, deux typologies à deux niveaux pourront être réalisées : une typologie des parcelles pour déterminer le contexte agro-écologique de la production de banane plantain et une typologie des exploitations et des exploitants.
- Caractériser les situations agro-écologiques des parcelles de banane plantain identifiées lors du travail de prélèvement sur le terrain afin de mieux comprendre les raisons d'une pression parasitaire importante.
- Il s'agira enfin de comprendre quels sont les principaux facteurs influençant l'état sanitaire de la plantation.

Les hypothèses de travail sont les suivantes :

- H1: Il y a une diversité de système de culture sur la banane plantain en Guadeloupe
- H2: Les façons culturales de la spéculation dominante dans la zone de production influence l'itinéraire technique du plantain

- H3: Les pratiques culturales influencent l'état sanitaire et la performance des parcelles de plantain. Les pratiques culturales modifient les réseaux trophiques du sol et donc le bon fonctionnement du sol. L'intensité des pratiques culturales modifie le fonctionnement du sol.

L'objectif global du travail est d'identifier les liens respectifs entre les systèmes de culture, la qualité du sol, la biodiversité naturelle et l'occurrence des maladies en élaborant une méthodologie adaptée.

2 Matériel et méthodes

2.1 Démarche générale

Le stage consiste en la réalisation, en Guadeloupe de la Tâche 1 du projet AlterBio. Il s'agit d'évaluer le fonctionnement des parcelles de plantain dans leur globalité et de comprendre les facteurs influençant l'état sanitaire, par voie d'enquête tout d'abord puis grâce à des mesures (pH du sol, morphologie, écologie fonctionnelle) qui permettront d'obtenir des résultats plus précis).

La méthodologie générale du travail de recherche se fait en deux temps.

Le premier temps est consacré au travail d'enquête qui permet de renseigner les données agronomiques, sociales et économiques concernant la production de banane plantain.

L'objectif initial est de rencontrer cinquante producteurs de banane plantain. Les données récoltées constitueront la base du travail pour la réalisation de typologies à deux échelles : au niveau des parcelles (pratiques culturales, état sanitaire) et au niveau des exploitations (productions, surfaces.)

La deuxième phase du travail va s'appuyer sur les résultats de la typologie des parcelles. Elle permettra de les échantillonner pour le diagnostic agroécologique.

L'objectif est de réaliser ce diagnostic sur 20 parcelles. Les mesures servent à caractériser le système de culture en place et ses répercussions sur l'environnement.

Les prélèvements effectués sont les suivants :

- de sols pour évaluer leur qualité chimique
- de racines et de bulbes de bananiers afin d'évaluer le niveau phytosanitaire tellurique des parcelles
- de macrofaune du sol pour la quantifier et déterminer sa diversité taxonomique

Des observations sur l'état sanitaire des parties aériennes du bananier permettront d'évaluer le niveau d'attaque par la Cercosporiose et de remarquer la présence de toxicités ou de carences en certains éléments du sol.

2.2 Méthode d'enquête et objectifs

2.2.1 Questionnaire

Le questionnaire d'enquête (annexe 2), a été imposé au début du stage. Il est composé de quatre parties.

- La première concerne l'exploitant et l'exploitation et doit permettre de caractériser les conditions socio-économiques dans lesquelles évoluent les exploitants.
- La deuxième partie détaille le parcellaire et les itinéraires techniques appliqués à la banane plantain.
- La troisième est consacrée à des observations rapides de l'état sanitaire de la plantation, de la macrofaune du sol et des rendements. Cela permet de donner une première idée du niveau d'attaque de la plantation et de l'effet des pratiques sur la faune du sol. Les résultats vont permettre d'améliorer la compréhension des agroécosystèmes dès la phase d'enquête et d'échantillonner plus finement les parcelles pour le diagnostic agroécologique.
- Enfin, pour la quatrième et dernière partie, il a fallu recueillir des données sur la situation économique de l'exploitation en s'axant sur les niveaux d'investissement, sur la vente de la banane plantain et sur la main d'œuvre employée par l'exploitation. Cette partie se termine sur une série de questions plus ouvertes concernant, l'accès aux aides à l'exploitation, le choix de la culture de banane plantain, le choix de variétés, etc.

Pour chaque enquête, il est apparu important d'être accompagné par une ou deux personnes créolophones connaissant bien la zone car certains producteurs créolophones ne parlent pas toujours le français. Cela permet de faciliter la lecture des questions pour le producteur. Quelques enquêtes n'auraient pas pu être réalisées sans cette précaution.

2.2.2 Méthodologie d'échantillonnage

Faute de base de données complète et à jour sur la banane plantain, un échantillonnage préalable n'a pas pu être effectué.

De plus, d'après la base DAF, les exploitations de la banane plantain sont réparties sur l'ensemble du territoire Guadeloupéen et pas seulement limitées à la zone géographique du croissant bananier. Il existe également des exploitations dans le bassin cannier. Il a **donc** fallu aller rencontrer les producteurs de chaque zone afin d'être le plus exhaustif possible.

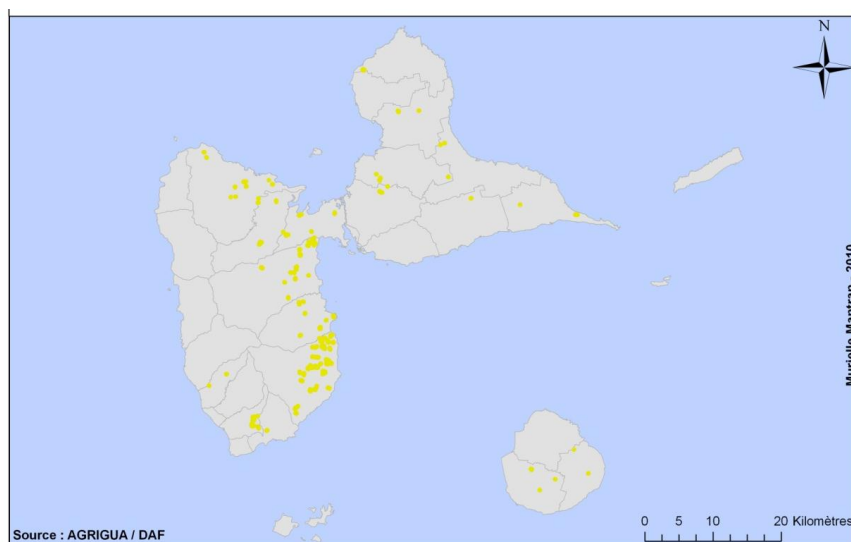


Figure 7: surfaces déclarées en banane plantain 2009 (source: DAF)

Le travail a consisté à sillonner le terrain pour repérer les exploitations de banane plantain et à rencontrer l'exploitant.

L'enquête était réalisée directement auprès de lui lorsque cela était possible. Les producteurs ont ainsi pu être rencontrés de « proche en proche » selon la méthode de l'échantillonnage en cascade.

Ce travail s'est surtout concentré sur la zone de Capesterre Belle Eau où est regroupé la plus grande partie des exploitations bananières (AGRESTE, 2000). D'autres producteurs ont été interrogés hors du croissant bananier.

Les données récoltées pendant la phase d'enquête servent de base au traitement statistique et notamment à la construction des itinéraires techniques.

2.3 Construction de la typologie des itinéraires techniques

La typologie des itinéraires techniques permet de déterminer les différentes conduites de parcelles adoptées par les exploitants de Guadeloupe pour cultiver la banane plantain. Elle consiste à organiser la grande diversité des situations rencontrées pendant l'enquête pour former des groupes de parcelles qui soient relativement homogènes en fonction de la façon dont elles sont conduites. Cela permet de sélectionner des parcelles pour réaliser le diagnostic agro écologique.

La typologie a été réalisée en fonction des itinéraires techniques pour tenter de déterminer dans quelle mesure les pratiques culturelles influencent l'état sanitaire de la plantation.

Notre hypothèse forte est que l'ensemble des pratiques mises en œuvre pour produire la banane plantain dérive des systèmes de culture dominants, celui de la canne si l'exploitation est implantée dans le bassin cannier ou de la banane dessert dans le croissant bananier. Cependant, certaines pratiques de ces modèles de référence sont en partie abandonnées en fonction des contraintes (temps, finance, foncier) de chaque exploitant. Les modèles adoptés

ont donc plus ou moins de ressemblance avec les itinéraires de référence. C'est ce constat qui nous permettra de distinguer les différents types.

Étant donné que les variables de l'enquête sont surtout qualitatives, une analyse en composante multiple (**ACM**) a été effectuée. Cependant, la représentativité des axes étant trop faible, aucune conclusion n'a pu être dégagée par cette méthode.

La méthode alors préférée est une méthode « d'aller-retour » sur les données (Houdart, 2004).

Pour ce faire, tableau a été créé dans lequel chaque variable représente une colonne et chaque parcelle une ligne.

Pour chaque modalité de variable, une note a été donnée en fonction du niveau de ressemblance par rapport à l'itinéraire technique de référence de la Cavendish export.

Pour chaque exploitation, une note finale a été calculée en additionnant l'ensemble des notes de chaque modalité. Les parcelles les plus similaires, obtiennent des notes équivalentes.

Ensuite, un code couleur a été incrémenté à chaque note. Ce qui permet de distinguer visuellement dans le tableau les pratiques les plus similaires à la Cavendish export de celles qui le sont le moins.

Ainsi, les variables discriminantes détaillées dans le tableau 1 ont permis d'identifier des groupes homogènes de pratiques

Tableau 1: variables choisies pour la construction de la typologie des ITK

		Notes pour chaque modalité			
		0	1	2	3
pratiques	Traitements pesticides	aucun traitements	pralinage ou 1 traitement au départ	pralinage et 1 traitements et plus	
	Jachère	Pas de jachère	jachère		
	Dose appliquée par cycle	0 à 100	100 à 499	500 à 999	1000 et +
	Qualité fertilisant	Aucun	Différent Cavendish export / UREE OU DAP OU ENGRAIS	Semblable Cavendish export: /UREE ET/OU DAP/ENGRAIS	
	Haubanage	Pas d'haubanage	selectif	systematique*	
	Effeuillage	Pas d'effeuillage	non sytématique	systématique	
	Oeilletonnage	Pas d'oeilletonnage	non sytématique	systematique	
	Précédent cultural	bon précédent**	mauvais précédédent		
	Travail du sol	Trouaison manuelle	Labour trateur		
Milieu	Pente	nulle	faible	forte	très forte
	Altitude	a<50	50<a<100	100<a<200	200<a
Etat phytosanitaire	Macrofaune quantité	nulle-très faible	faible	moyen	élevée
	Enherbement	nulle	faible	moyen	élevé
	Etat sanitaire appréciable	pas d'attaque	verse ou nécroses foliaires observées	verse et nécroses foliaires observées	attaque élevée
Rendement	poids des régimes	p<10	10<p<20	20<p<30	30<p

*la pratique est qualifiée de systématique si elle est très organisée comme celle de la Cavendish

**le précédent cultural est qualifié de bon s'il permet de créer un vide sanitaire , mauvais dans le cas contraire

Afin de compléter l'analyse, les différentes parcelles ont été ordonnées sur un graphique croisant en abscisse les niveaux d'utilisation d'intrants, et en ordonnée les soins apportés aux plants.

Après ce repérage, les différentes parcelles ont pu être regroupées autour de leurs ressemblances pour constituer une typologie.

Les résultats de ce travail permettent d'aborder la deuxième phase du stage : le diagnostic agroécologique.

2.4 Diagnostic de situations contrastées

2.4.1 Protocole de prélèvement

Il s'agit ici de mettre en place des outils pour caractériser la situation agro écologique de la parcelle.

Des outils sont mis en place pour, d'une part, détailler les niveaux d'attaques parasitaires des plants de bananiers, d'autre part caractériser les conditions pédoclimatiques dans lesquels la culture évolue et enfin évaluer les caractéristiques biotiques (macrofaunes, mycorhizes) et abiotiques (pHeau et KCl) du sol.

Ces différents indicateurs agroécologiques permettront d'appréhender l'impact des pratiques agricoles sur l'état sanitaire de la parcelle.

Le travail est basé sur les hypothèses suivantes :

- Une moindre utilisation de produits phytosanitaires et d'intrants minéraux sur la parcelle contribue à l'augmentation de la quantité et de la diversité faunique du sol en bananeraie.
- La diversité faunique du sol permet une régulation biologique de la quantité de phytoparasites présents dans le sol. Certaines espèces (vers de terre) contribuent à l'élaboration de la macrostructure du sol et jouent un rôle majeur pour ce qui concerne sa fertilité du sol. Macrostructure et fertilité permettent un meilleur ancrage et une meilleure vigueur des plants de bananier. (Lafont, 2007)
- Une moindre attaque parasitaire contribue à obtenir des rendements plus importants.

Pour réaliser le diagnostic agroécologique plusieurs outils ont été choisis :

- Des observations directes sur le taux de recouvrement du sol par le paillis, de l'enherbement, de la pierrosité de la parcelle.
- L'observation des parties aériennes donne un aperçu de l'état du système racinaire. En effet, la surface foliaire, la circonférence du pseudotrunc et la taille du plus grand rejet sont autant d'indicateurs fiables du développement des organes souterrains. Par exemple, une infection au niveau des feuilles affecte le développement racinaire et vis versa. Le pseudotrunc, constitué des gaines foliaires, reflète, par sa circonférence, la croissance des parties aériennes. (Blome *et al*, 2001) En outre l'étude des parties aériennes permet de détecter les symptômes de carence, ou de toxicité en éléments du sol. Il est ainsi possible de qualifier l'état du sol avant les analyses chimiques en laboratoire. Dans le cadre de l'étude, il a été choisi de s'intéresser à la circonférence du pseudo trunc car elle est également un bon indicateur du rendement. Un autre indicateur a été sélectionné qui permet d'évaluer plus précisément le rendement : le nombre de doigt portés par un régime de banane. (Dorel et Perrier, 1990)
- Le diagnostic du parasitisme tellurique consiste à évaluer l'attaque des nématodes et des charançons grâce à des indicateurs : respectivement l'indice de nécrose racinaire et l'évaluation du pourcentage de surface nécrosée du bulbe.
- La mesure des pH eau et KCl renseignent sur les conditions physicochimiques du sol. L'acidité influence notamment sur sa capacité d'échange cationique des sols et le comportement des populations microbiennes qui participent à la minéralisation de la matière organique (Agrosystème, 2011).
- Le comptage des mycorhizes dans 100 g de sol donne, quant à lui un aperçu de son potentiel mycorhizien.

Le protocole de prélèvement des différents échantillons de sol est détaillé en annexe 3.

Les parcelles choisies pour le diagnostic agroécologique devaient répondre à des critères bien précis pour que les biais soient évités.

2.4.2 Echantillonnage

L'objectif initial de diagnostiquer vingt parcelles n'a pas pu être atteint faute de temps. Il a été choisi de s'intéresser à deux situations contrastées révélées par la typologie. Le projet ALTERBIO réalisera cependant le reste de l'analyse dans les prochains mois.

Les deux parcelles ont du répondre à des critères bien précis:

- Dans la mesure du possible, les parcelles étudiées devaient être parvenues au même stade de développement, à la floraison de préférence.
- Il était important de choisir des parcelles cultivées sur le même type de sol car sa nature peut influencer la nutrition hydrique et minérale du bananier. L'étude s'est portée sur deux parcelles au sol ferrallitique.
- Le dernier désherbage chimique devait avoir été effectué au moins tôt un mois avant les prélèvements pour limiter l'effet du produit sur la quantité de macrofaune qui a tendance à chuter brutalement après ce traitement.

Il a été choisi de s'intéresser plus particulièrement à deux situations très contrastées. Cette préférence permet de d'obtenir un point de comparaison significatif.

2.4.3 Analyse des échantillons

2.4.3.1 Indice de nécroses racinaires

Les racines sont prélevées selon le protocole détaillé en annexe 3. L'indice de nécrose racinaire (INR) calculé a permis d'évaluer le niveau de niveau d'attaque des racines par les nématodes.

La démarche consiste tout d'abord à écarté les racines mortes des racines fonctionnelles. L'INR n'est mesurée que sur les racines fonctionnelles.

Ces dernières sont triées selon leur niveau de nécroses : très attaquées, peu ou pas attaquée, moyennement attaquées. Le pourcentage de racines faiblement nécrosées, fortement nécrosées, ou moyennement nécrosées est alors évalué.

Une note globale est finalement attribuée. Il détermine le pourcentage de nécrose sur la totalité des racines. C'est ce pourcentage qui correspond à l'INR.

2.4.3.2 Nématodes

Les nématodes sont extraits des racines par la méthode de brumisation de Baerman. Les racines prélevées qui ont servi à calculer l'INR sont pesées, puis découpées en fines lamelles. Les lamelles découpées sont étalées sur un tamis fixé à un entonnoir. Ce dernier est placé au dessus d'un récipient (la figure 8). Pendant une semaine, et plusieurs fois par jours, de l'eau est pulvérisée sur les lamelles qui entraîne les nématodes dans le fond du récipient.

Après avoir déterminé les quatre espèces de nématodes (Guzman Piedrahita, 2002) les plus virulentes (*Radopholus similis*, *Meloidogyne spp.*, *Pratylenchus coffeae*, *Helicotylenchus multicinctus*) une reconnaissance et un comptage par espèce a été réalisé sous loupe binoculaire.

Le nombre de nématodes compté, est rapporté aux 100 grammes de racines fraîches.



Figure 8: dispositif d'extraction des nématodes par brumisation (source: Deloné, 2006)

2.4.3.3 Charançons

Les dégâts des charançons sont évalués au niveau des bulbes.

Sur le terrain, 10 bulbes sont sélectionnés selon le W de Taylor et sont coupés au $\frac{3}{4}$ en partant de la base. Sur la section ainsi obtenue la longueur totale des galeries des larves de charançon à l'aide d'un mètre ruban. Chaque bulbe est photographié à la même distance et avec la même focale.

Ces photos sont ensuite traitées et analysées IMAGE J. Ce logiciel de traitement d'image permet de ne faire apparaître que les parties nécrosées. (figure 9). Une échelle est affectée à la photographie. La surface totale et le pourcentage des parties nécrosées sont calculées par le logiciel. (LE BON, 2009)

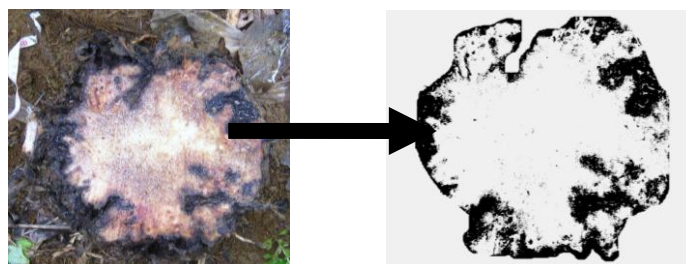


Figure 9: Calcul de surfaces nécrosées par analyse d'images Image J (source : C. Forite, 2011)

2.4.3.4 Identification et comptage de la macrofaune du sol

Sur chaque parcelle, dix cubes de sols de 25*25*20 sont prélevés. La totalité de la macrofaune présente dans chaque cube est mise dans de l'alcool à 90°. Les animaux de la

litière sont séparés des animaux des couches profondes. Ils sont ensuite triés, reconnus et dénombrés à la loupe binoculaire.

Ils ont été triés par familles d'abord, par espèce pour les deux familles les plus présentes à savoir les diplopedes et les vers de terre, et enfin par groupe fonctionnel.

2.4.3.5 Mycorhizes

L'extraction des spores de mycorhizes est réalisée selon le protocole disponible en annexe 4. Elle est effectuée sur dix échantillons de 100 grammes prélevés en dix points sur la parcelle. Après l'extraction les spores disposées sur lamelles de comptage sont dénombrées à la loupe binoculaire. On obtient ainsi un nombre de spores pour 100g de sol frais.

Si ce protocole donne un aperçu de la colonisation des mycorhizes dans le sol, il ne permet pas d'évaluer le potentiel mycorhizien du sol. Pour cela, il aurait fallu élaborer un protocole plus lourd qui était incompatible avec la durée du stage.

2.4.3.6 pH

Les mesures pH eau et le pH KCl du sol sont effectuées en laboratoire grâce à un pHmètre pour chacun des 10 échantillons de chaque parcelle.

- Le pH eau est mesuré dans un mélange terre/eau. Il donne une indication sur le pH réel du sol.
- Le pH KCl, quant à lui, est calculé dans une solution sol/KCl. Le KCl chasse les ions H⁺ du complexe argilo humique. Tous les ions se retrouvent alors dans la solution. Le pH KCl permet de d'évaluer l'acidité potentielle du sol.

La différence entre les deux pH eau et KCl donne une indication sur ce que l'on appelle l'acidité de réserve.

L'acidité de réserve permet notamment de déterminer la qualité du sol et nous amène à renseigner sa morphologie

2.4.3.7 Morphologie du sol

La morphologie du sol donne une indication de son activité biologique. Son analyse a été réalisée en s'inspirant de la méthode développée par Velazquez (2007).

Le sol sèche à l'air libre pendant trois jours. Lorsqu'il est bien sec, il devient possible de procéder à la reconnaissance des différents agrégats qui le composent. Ces agrégats sont séparés selon leur origine biotique ou abiotique.

On en distingue alors cinq types:

- Les turricules de vers de terre, facilement reconnaissables par leur forme arrondie et leur couleur plus foncée que le reste du sol.
- Les autres types d'agrégats biogéniques provenant de termites, fourmis, ou autre faune du sol.
- Les agrégats racinaires.
- Les agrégats causés par un traitement mécanique du sol.

- La terre fine.

Ils sont ensuite séparés selon leur taille (inférieure à 1cm, entre 1 cm et 3cm, supérieure à 3 cm) grâce à une feuille millimétrée sur laquelle ils ont été préalablement étalés.

Une fois classée, ils sont pesés.

Les paramètres édaphiques ainsi précisés par ces analyses offrent des clés de lecture pour la compréhension du fonctionnement des deux parcelles étudiées. Ils peuvent aussi être réinvestis dans une analyse plus poussée pour évaluer la durabilité agroécologique.

2.5 Evaluer la durabilité agroécologique des deux parcelles

Ici, l'objectif est surtout de tester la durabilité agroécologique des deux parcelles étudiées. Pour ce faire, des indicateurs sont choisis d'après les résultats des différentes analyses expliquées ci-dessus mais également en utilisant des indicateurs développés par Altieri (2002) et Ridaura (2005).

Pour chaque indicateur, des seuils de performance sont déterminés en fonction du type de mesures effectuées et de la bibliographie. Les indicateurs sont rassemblés dans le tableau 2. Les résultats sont présentés sous forme de diagramme radial qui possède l'avantage d'offrir une compréhension visuelle rapide du système.

Cette méthode en emprunte d'autres développées dans des travaux sur la durabilité des caféières en Amérique Latine (Altieri 2002 ; Lopez-Ridaura, 2002 ; Duarte Silveira, 2005). Elle a été adaptée à l'étude de la culture de la banane plantain grâce au choix des indicateurs appropriés tel que le nombre de doigts par régime pour évaluer le rendement ou encore l'indice de nécrose racinaire.

Le temps imparti à ces différentes analyses a été découpé tout le long du stage. A l'issue des ces travaux, les résultats ont pu être exposés

Tableau 2: tableau des indicateurs de durabilité

Dimension		Indicateurs	Type de données	seuil choisi
Agricole	Rendement	Nombre de doigts de la variété blanche	Relevés de terrain	nombre de doigt par régime moyen/ 100 doigt (On estime à 100 doigts la quantité maximale de doigt par régime pour la variété blanche)
	Santé de la culture	Attaque nématodes	Résultats prélèvements	Indice de nécrose racinaire
		Attaque charançons	Résultats prélèvements	Pourcentage de surface saine au niveau de la section au 3/4 depuis le tronc du bananier
	Utilisation de pesticides	Quantité de pesticides	Evaluation globale selon Altieri (2002)	100: utilisation régulière de pesticides à dose élevée; 50: une utilisation de pesticides pendant le cycle; 0; pas de pesticides utilisés.
	Vigueur des plants	Circonférence du pseudotrunc	Relevés de terrain	circonférence en cm
		Efficiéce de la nutrition minérale	Calcul données enquêtes	Calculée par un ratio par rapport à la fertilisation optimale (450-600Kg/Ha/Cycle)
		Efficiéce de la nutrition hydrique	Evaluation globale selon Altieri (2002)	100: aucune présence d'engorgement foliaire; 50: présence d'un engorgement foliaire sur une partie de la bananeraie; 0: présence d'un engorgement foliaire prononcé sur l'ensemble de la bananeraie

		Développement des racines	Evaluation globale selon Altieri (2002)	100: les racines primaires sont fortes, nombreuses et longues et présences de petites racines abondantes; 50: Racines nombreuses, peu vigoureuses et petites racines moyennement abondantes; 0: Racines peu développées, malades, et courtes.
	Qualité des plants	Origine des plants	Evaluation globale selon Altieri (2002)	100: Plants de l'exploitation choisis et sains; 50: achat ou dons avec possibilité de choisir son plant; 0: Achat ou dons sans possibilité de choisir les plants, risques élevés.
Ecologique	Présence de vers de terre	Nombre de vers de terre au m ²	Résultats prélèvements	densité au m ²
	Qualité du sol	structure	Evaluation globale selon Altieri (2002)	100: Sol friable et avec de nombreux agrégats biogéniques; 50: sol avec peu d'agrégats qui se ne maintiennent pas sous pression faible entre les doigts; 0: Sol fins, sans agrégats visibles
	Environnement de la parcelle	culture environnante	Evaluation globale selon Altieri (2002)	100: parcelles entourées de bananeraies; 50: parcelle située dans le croissant bananier mais sans bananeraies proches; 0: parcelles située dans le bassin cannier sans bananeraies à proximité

3 Résultats : Qu'en est-il de la production de banane plantain en Guadeloupe ? De l'exploitation à la parcelle.

3.1 Les conditions socioéconomique de la production de banane plantain

Soixante seize exploitations visitées, dont soixante et une dans le croissant bananier et quinze hors du croissant bananier, constituent notre échantillon. Les enquêtes effectuées dans chacune de ces exploitations révèlent une diversité de situations socio-économiques, et agroécologiques. Une première analyse des résultats de l'enquête permet de caractériser ces exploitations.

3.1.1 La banane plantain produit de petites exploitations à faible trésorerie

D'après le boxplot, figure 10, représentant la distribution des surfaces des exploitations, la majorité d'entre elles n'ont pas plus de 6 Ha de Surface agricole utile et plus de 50% d'entre elles possèdent moins de 3 Ha de terres cultivées. Seulement cinq exploitations ont une taille dépassant les quinze hectares

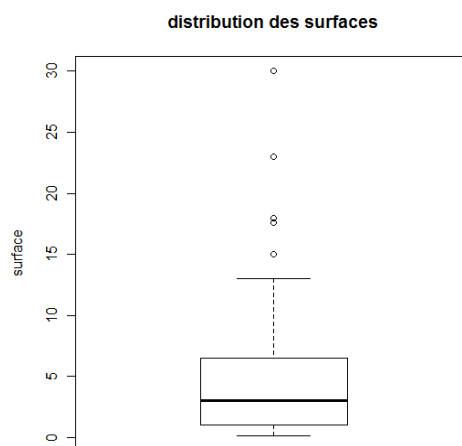


Figure 10: box plot de distribution des surfaces des exploitations

L'ensemble de ces 76 exploitations cultivent au total 107 Ha de banane plantain. La figure 11 montre que les exploitations qui ont plus de 75% de leur SAU plantée en banane plantain sont de petites exploitations (en moyenne 1 ha). Tandis que celles qui ont moins de 25% de leur surface allouée à la banane plantain sont plutôt de grandes exploitations (en moyenne 9 ha). Donc, plus la surface de l'exploitation augmente, plus la part du plantain sur la SAU a tendance à diminuer.

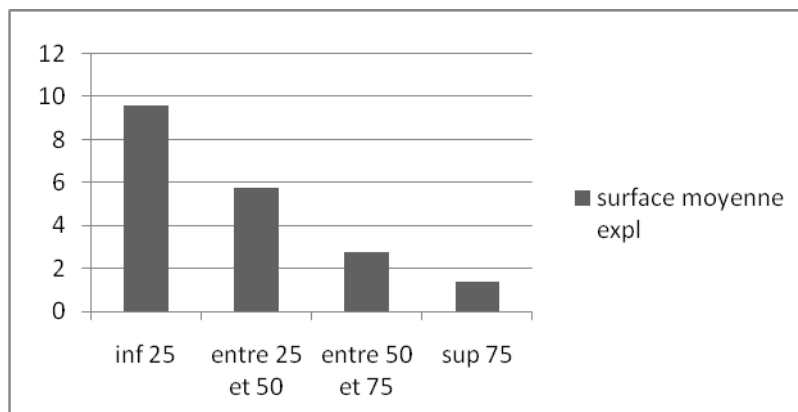


Figure 11: surface moyenne des exploitations en fonction du pourcentage de plantain sur l'exploitation

Il semble que les petites exploitations tendent à être très spécialisées en banane plantain tandis que les grandes, diversifient leur production et n'ont pas comme priorité la culture de banane plantain. En effet, leur importante surface agricole utile leur permet de cultiver plusieurs produits ou de pratiquer la jachère, ce qui n'est pas le cas pour les petites exploitations.

La figure 12 montre de plus que 23% des exploitants sont en situation précaire pour ce qui concerne le foncier. Ils n'ont soit pas de titre d'accès aux terres cultivées, soit seulement un accord tacite dans le cas d'un métayage.

44% des exploitants sont propriétaires d'au moins une partie de leur terre.

Les 33% restant louent leur terre.

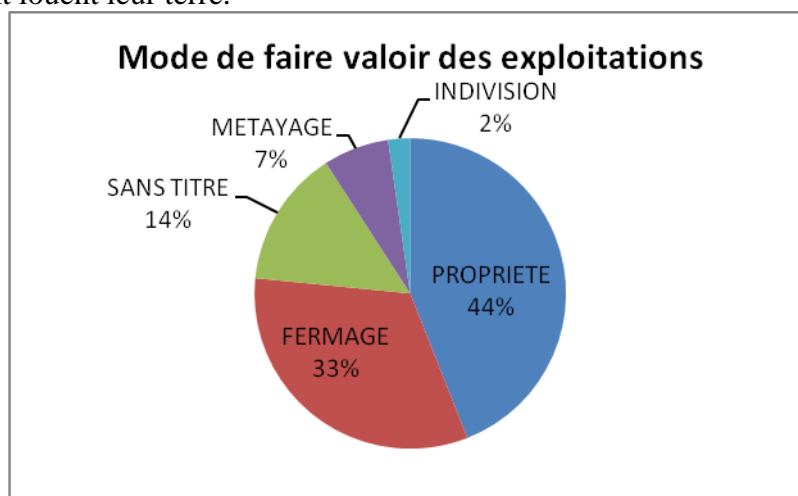


Figure 12: Mode de faire valoir des exploitations

Cette donnée peut influencer le mode de gestion du foncier. Par exemple, des agriculteurs qui cultivent une terre qui ne leur appartient pas vont certainement moins investir que des agriculteurs qui sont propriétaires et donc foncièrement sécurisés. Elle donne également un aperçu de la disponibilité des terres arables de la zone et de la situation économiques des exploitations.

Enfin, deux tiers des producteurs enquêtés n'appartiennent pas à une association ou ne sont pas impliqués dans les réseaux de producteurs. Cela témoigne du manque d'organisation de la filière de la banane plantain en Guadeloupe.

Il semble par ailleurs, qu'une grande partie des producteurs ne peuvent pas adhérer à des Société d'Intérêt Collectif Agricole pour la simple raison qu'ils n'ont pas déclarée leur activité agricole soit parce qu'ils ne le souhaitent pas, soit parce qu'ils ne le peuvent pas.

La situation socio-économique de l'exploitation régit la manière dont seront conduites les parcelles.

3.1.2 Des pratiques culturales emprunte des systèmes de culture le la Cavendish export

3.1.2.1 Variétés principales

Les deux variétés de banane plantain les plus répandues sur le territoire Guadeloupéen sont la Blanche et la Corne.

La variété Cent Livres, bien que très productive, est peu utilisée car, elle est plus sensible aux ravageurs et aux maladies. D'après l'enquête, les agriculteurs préfèrent majoritairement la Blanche car elle est plus productive que la Corne. Corne, qui elle, est plus résistante mais produit des régimes plus légers : 10 kilogrammes contre 15-20 Kg pour la Blanche.

Il est à noter qu'il est difficile de reconnaître les variétés tant que le bananier que le bananier n'a pas fleurit. Certains producteurs achètent des plants sans avoir la certitude de leur variété et sont obligés de les sélectionner après la fin du premier cycle de production. En règle générale, ceux des propriétaires qui possèdent de la Corne la choisissent parce qu'elle est plus résistante ou parce qu'ils n'ont pas pu sélectionner le plant à l'achat.

3.1.2.2 Jachère

75% des producteurs déclarent pratiquer la jachère. Elle dure de 6 mois à deux ans, et peut être pâturée ou simple. La plupart des parcelles sont mises en jachère sans destruction de la bananeraie au préalable.

3.1.2.3 Travail du sol

Les deux pratiques mécanisées de travail du sol les plus courantes sont le labour au tracteur et le sillonnage.

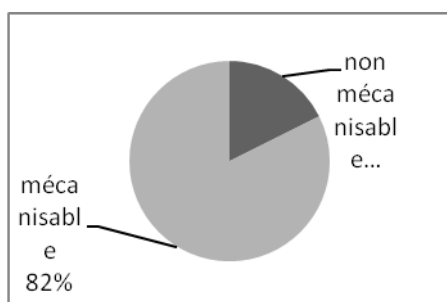


Figure 13: proportion de surfaces mécanisables

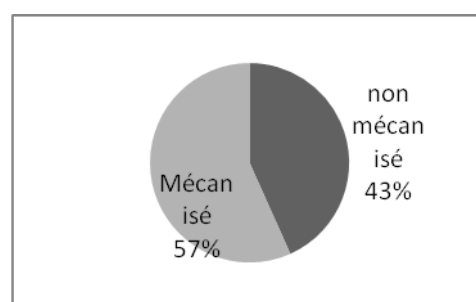


Figure 14: proportion de surfaces mécanisées

Il apparaît que la proportion de surface mécanisée est plus faible que la proportion de surface mécanisable de 25%. Ces producteurs qui ne labourent pas, plantent directement les pieds de bananiers en creusant des trous où seront disposés les bananiers.

Quatre-vingt-deux pourcent des producteurs ne possèdent pas de machines agricoles et doivent donc faire appel à un prestataire de service pour le labour. Les tarifs pratiqués par ces prestataires sont souvent trop élevés et peu rentables pour les propriétaires de petites parcelles.

3.1.2.4 D'où viennent les plants

Pour démarrer l'exploitation, les producteurs se procurent les plants auprès d'autres exploitants au niveau du croissant bananiers. Les plants sont vendus à environ 1 euro le plant. Après plusieurs cycles de plantation, les producteurs choisissent donc des rejets pour replanter leur parcelle et peuvent ainsi les sélectionner. Ces rejets sont généralement traités avant plantation.

3.1.2.5 Traitement du plant avant plantation

Vu qu'il n'existe pas de vitroplants de banane plantain, pour s'assurer d'avoir les plants les plus sains possibles, les producteurs les nettoient et les désinfectent au moment de planter pour limiter l'infection en nématodes et en charançons.

Le nettoyage, dit parage, s'effectue en retirant la couche supérieure du bulbe. Les plants sont ensuite trempés dans une solution d'eau et de produits phytosanitaires, cela s'appelle le pralinage.

65 % des producteurs pratiquent le parage et le pralinage avant plantation, ces traitements limitent l'attaque parasitaire pendant les premiers temps du développement.

Le reste des producteurs (33%) n'effectuent qu'un parage car le coût des produits phytosanitaires est trop élevé pour eux.

3.1.2.6 Mode de fertilisation

Le mode de fertilisation le plus communément adopté (83% des producteurs rencontrés) est celui employé sur la Cavendish export dans les exploitations situées dans le croissant bananier.

En majorité, les engrais sont répandus au niveau du bulbe alors qu'il est recommandé de les appliquer dans l'inter rang où se trouvent les racines primaires.

2% des producteurs rencontrés utilisent une technique plus élaborée : ils empotent le plant avec des argiles, gravillons et produits phytosanitaires pendant deux mois avant plantation.

Des engrais azotés tels que l'urée ou le DAP sont utilisés au début du cycle, puis le producteur utilise mensuellement des engrais complets, enrichis en azote et potassium jusqu'à la récolte tel que le 11-11-33 ou le 14-4-28.

9% des producteurs n'appliquent que des engrais complets et 8% uniquement des engrais azotés.

3.1.2.7 Utilisation de pesticides

Les pesticides les plus couramment utilisés pour le pralinage sont le Grésil, produit javellisé, ou le Vydate, qui a été retiré de la vente pendant la période d'enquête parce que jugé trop dangereux pour la santé humaine.

Le Némathorin, dernier nématicide disponible sur le marché, est utilisé pendant le cycle de production mais son coût, 10kg pour 350 euros, le rend peu accessible aux petits producteurs. Ce produit contenant 10% de matière active agit sur les populations de nématodes en inhibant leur action. Certains producteurs l'utilisent plusieurs fois par cycle contrairement aux indications préconisées par le fabricant qui le limite à une application unique.

3.1.2.8 Soins apportés aux plants de bananier

Pendant tout le cycle, les producteurs apportent des soins directement sur les plants de bananier.

- L'effeuillage consiste à retirer les feuilles sénescentes ou malades. Elles sont généralement laissées au sol pour réaliser un paillis. Cette pratique présente l'avantage de limiter le développement des adventices (Wardle,1995), mais également de constituer un stock de matière organique mobilisable par la macrofaune et la microfaune du sol. Cela contribue à préserver la fertilité du sol.
- 90% des producteurs haubanent les plants de bananier c'est-à-dire qu'ils attachent à l'aide de hauban pour redresser les pieds qui penchent sous le poids du régime.
- Tout au long du cycle, le bananier produit des rejets au niveau du bulbe. L'œilletonnage consiste à les supprimer pour n'en sélectionner qu'un qui assurera la production du cycle suivant. Les 19% de producteurs qui choisissent de ne pas œilletonner conservent l'ensemble des rejets pour planter une nouvelle parcelle.

3.1.2.9 Un état sanitaire jugé satisfaisant

90% des parcelles visitées présentent un bon état sanitaire. Ni verses ni nécroses foliaires n'ont été observées. Le parasitisme du bananier étant principalement tellurique, le niveau d'infestation réel n'a pas pu être évalué par voie d'enquête car il nécessite un protocole coûteux en temps. Cette donnée demande à être précisée par des mesures. Les observations restent donc imprécises.

Ce travail de description des données a été une étape clé dans la construction de la typologie car il permet de dégager les tendances de comportement de l'échantillon vis-à-vis des variables qui serviront à la constitution des types.

3.2 Typologie des Itinéraires Techniques

Cent-cinq parcelles cultivées par les soixante seize exploitations concernées par l'étude ont été classées en fonction des itinéraires techniques qui y sont appliqués. Cette réflexion a abouti à la création de quatre types d'itinéraires techniques (voir détail en annexe 5).

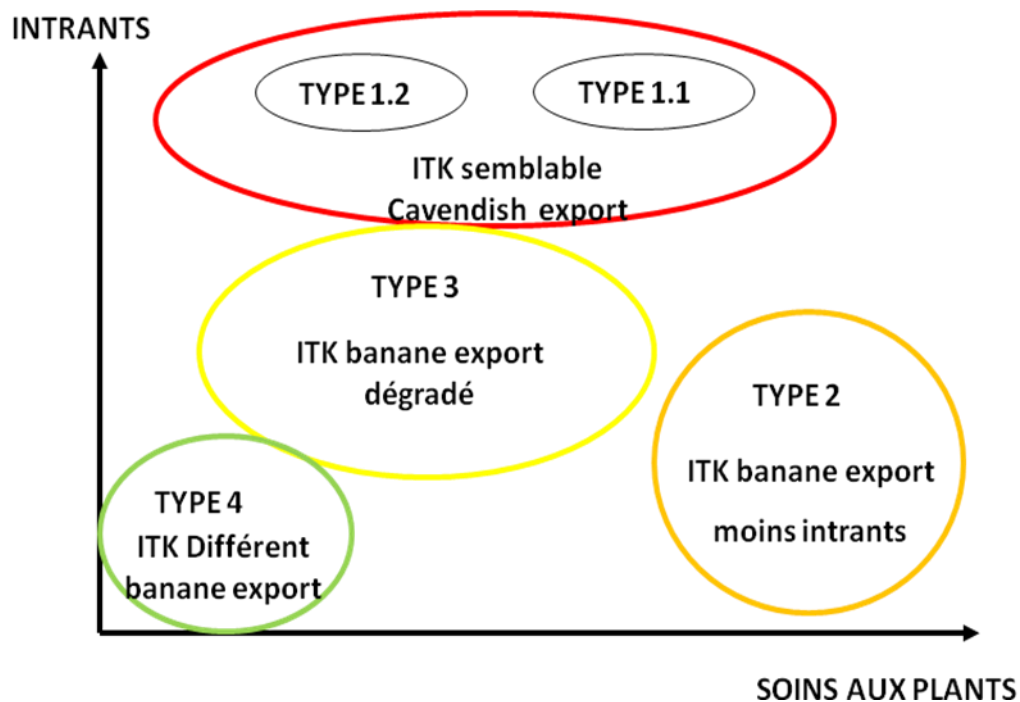


Figure 15: représentation graphique de la typologie des itinéraires techniques

Type 1 : ITK Cavendish export (28 parcelles, Croissant bananier)

Ce premier type regroupe 28 parcelles, toutes situées dans la région du « croissant bananier » sur des sols ferrallitiques, andosols ou nitisols. Toutes ces parcelles présentent un bon état phytosanitaire qui permet une fréquence de replantation moyenne sur deux ans et demi.

Les pratiques culturales sont les mêmes que celles de référence de la Cavendish export. Les mêmes intrants sont employés à des doses aussi importantes. Les soins apportés aux pieds y sont aussi réguliers.

Les producteurs sont en location. Comme ils payent leur terre, ils cherchent à la rentabiliser au maximum en tirant profit de par exemple de rotation assainissantes pour obtenir des revenus complémentaires et en intensifiant les pratiques culturales pour obtenir les meilleurs rendements. Ils rentabilisent le foncier en intensifiant les intrants et le travail.

Ces agriculteurs ont une expérience familiale ou de travail dans la Cavendish export. Ils ont acquis une bonne connaissance de l'ITK Cavendish export et ont les moyens (financiers et en temps) de l'appliquer.

Type 2 : ITK Cavendish export dégradé en intrants (32 parcelles, croissant bananier)

Les 32 parcelles étudiées se trouvent dans le croissant bananier. Les plantations sont replantées en moyenne tous les deux ans

Les producteurs de ce groupe limitent leur consommation de pesticides en ne les utilisant qu'au moment du pralinage. De plus, contrairement au type 1, ils ne répandent pas la totalité des engrais préconisés par l'itinéraire technique de référence de la Cavendish export : soit ils choisissent un engrais complet qu'ils appliquent de manière fractionnée pendant toute la durée du cycle, soit ils utilisent en début de cycle seulement, un engrais azoté. Les soins sont apportés aux plants de manière plus ou moins fréquente selon les producteurs mais toujours de manière systématique. Ils cherchent à créer un vide sanitaire sur la parcelle pour lutter contre les ravageurs grâce à deux techniques mises en évidence durant l'étude:

- Dans la première, les producteurs qui sont propriétaires pratiquent la jachère.
- Dans la seconde, ceux des producteurs qui louent leur terrain (fermage). Ils cherchent à rentabiliser la terre en faisant des rotations en ananas ou en igname.

Pour ce qui concerne le travail du sol, il est à noter que le labour au tracteur est privilégié pour les parcelles supérieures à un hectare alors que pour les surfaces plus petites, le producteur plante les bananiers à la main, sans travailler préalablement le sol.

Les exploitants de ces 32 parcelles, connaissent l'ITK de la Cavendish export cependant ils n'utilisent pas autant d'intrants :

- Soit parce qu'ils sont plus limités financièrement que ceux du groupe précédent, ce qui ne leur permet pas d'acheter l'ensemble des produits pesticides et des engrais. Le seul nématicide aujourd'hui encore disponible sur le marché reste peu accessible pour les petites exploitations à faible trésorerie.
- Soit parce que la banane plantain n'est pas leur culture principale et qu'ils n'investissent pas outre mesure sur cette spéculation.

Type 3 : ITK Cavendish export dégradé en intrants et soins aux plants (38 parcelles, croissant bananier)

Ce groupe, composé de 38 parcelles, appliquent les méthodes de la Cavendish export de manière dégradé c'est-à-dire qu'ils n'en reproduisent que partiellement les pratiques.

Les fertilisants sont les mêmes que pour l'ITK de la Cavendish export mais à des doses plus faibles, moins de 400Kg/Ha/an. En outre, une application unique de pesticide a lieu au moment du pralinage. Les soins apportés aux bananiers ne sont pas réalisés de manière systématique. Enfin, la succession culturale choisie -banane/patate douce/banane ou banane/banane- ne permet pas de créer un réel vide sanitaire sur la parcelle puisque banane et patate douce partagent les mêmes ravageurs, ils sont tous les deux hôtes de nématodes.

Etonnement, les parcelles présentent un bon état sanitaire.

De même que les exploitants du type 2, les exploitants de ce type n'ont soit ni temps, ni foncier à consacrer à la production de banane plantain soit ne l'ont pas choisi comme culture principale, ce qui explique là aussi que les moyens alloués soient moins importants.

Type 4 : ITK différents de la Cavendish export (8 parcelles, bassin cannier)

Les huit parcelles du type sont situées hors du croissant bananier. L'état sanitaire de ces parcelles est majoritairement bon. On peut émettre l'hypothèse que la pression phytosanitaire est moins forte que sur le croissant bananier et par conséquent le besoin de recours aux intrants est moins important.

Les agriculteurs n'utilisent pas les techniques adoptées par l'itinéraire technique de référence de la Cavendish export. En effet, un engrais unique est appliqué de manière fractionnée et à une dose faible durant le cycle. L'haubanage, l'œilletonnage et l'effeuillage sont soit absents du processus de soin, soit pratiqués de manière sélective : par exemple, l'haubanage n'est réalisé que sur les bananiers qui penchent alors que dans le système conventionnel, dès la jetée du régime, tous les bananiers sont haubanés. En revanche, la succession culturale est bien choisie et la totalité des agriculteurs labourent au tracteur.

Les exploitants de ces parcelles n'ont pas la banane plantain comme culture principale. Les pratiques qu'ils adoptent sont peu ou pas empruntées à l'itinéraire technique appliqué à la Cavendish export dans le croissant bananier.

La typologie de parcelles des itinéraires technique a permis de sélectionner les deux parcelles où le diagnostic agro-écologique a eu lieu.

3.3 Diagnostic agroécologique de situations contrastées

3.3.1 Sélection des parcelles

Le choix des parcelles pour le diagnostic agroécologique s'est porté sur deux situations contrastées d'itinéraires techniques : une parcelle du type 1 et l'autre du type 4 de la typologie des itinéraires techniques.

La première parcelle (figure 16) est située à Sainte Rose dans le bassin cannier à 55m d'altitude et subit une pluviométrie de 1500mm. Elle appartient au type 4 de la typologie des itinéraires techniques. Le propriétaire de cette parcelle a pour culture principale la canne à sucre et débute la culture de banane plantain sur une surface de 1Ha et demi.

La deuxième parcelle (figure 16), est située à Petit Bourg, à 225 m d'altitude et supporte une pluviométrie de 2500mm. Et appartient au type 1 de la typologie des ITK. Le producteur est impliqué dans une société d'intérêt collectif agricole (SICA) et travaille en association avec des producteurs de banane plantain.



Figure 16: parcelle du type 4 à gauche et du type 1 à droite (source: C. Forite, 2011)

Le diagnostic agroécologique débute par une étude plus précise des pratiques agricoles employées sur la parcelle telles que la durée du cycle ou la quantité exacte de pesticides.

3.3.2 Caractéristiques des deux parcelles choisies

3.3.2.1 Pratiques appliquées aux deux parcelles

Les choix des pratiques culturales appliquées aux deux parcelles sont indiqués dans le tableau 3.

Tableau 3: Pratiques culturales des deux exploitations

	ITK idem cavendish export		ITK bassin cannier	
Distance de plantation	1,70*1,70		2,50*1	
Densité	3460		4000	
Durée du cycle	11 mois		9 mois	
Préparation du sol	labour+sillonage		labour	
Irrigation	Non irrigué		Non irrigué	
Traitement des plants	Parage et pralinage + plants empotés pendant 2 mois avant plantation		Parage et pralinage	
Intrants	type	quantité(kg/Ha/cycle)	type	quantité
Amendement	Calcaire	1000	aucun	0
Fertilisation	Azotée	496,8	Azotée	205,2
	Potassique	537,84	Potassique	134,46
Nématicides	Némathorin	60,55	nd	nd

Il est à noter également que les deux parcelles étudiées avaient été laissées en jachère pendant plus de 2 ans et que le précédent cultural n'était pas de la banane.

C'est à la suite de ce premier effort de détail des pratiques culturales mises en œuvre sur la parcelle qui permet de compléter les données récoltées pendant l'enquête, que commencent les premiers relevés sur la parcelle.

3.3.2.2 Relevés sur la parcelle

Le tableau 4 détaille les observations réalisées sur les deux parcelles.

Tableau 4: premières observations sur la parcelle

	ITK Cavendish export	idem ITK bassin cannier
Date de prélèvement	16-mai-11	17-mai-11
Date de plantation	juil-10	août-10
taille de la zone de prélèvement (m²)	600	860
Observation directe sur la parcelle		
Environnement parcelle	Champs Cavendish export/ prairie	Champs de canne/ Jachère/ Ravine
Recouvrement paillis	30%	50%
La teneur en pierre	0%	0%
Enherbement	0%	Hétérogène: herbe guinée(<i>Panicum maximum</i>) et autres graminées
Symptômes aériens observés	Toxicité manganique 90% des pieds jetés	Engorgement foliaire
Pourcentage de verses	0%	5%

Ce tableau rassemble l'ensemble des observations réalisées sur la parcelle et qui ne nécessite pas de prélèvement. Cela a permis en outre de révéler des symptômes sur les parties aériennes des bananiers

3.3.2.3 Diagnostic des parties aériennes

L'observation des symptômes visibles sur les parties aériennes a permis de déceler sur la parcelle du type 1 une toxicité manganique.

Le principal symptôme de cet excès de manganèse absorbé par la plante est l'apparition d'un liseré de couleur noire sur le limbe du bananier (figure17). Elle peut être due à une acidification prononcée du sol et/ou à un problème de drainage. La présence de concrétions ferromanganiques observées dans le sol ce témoigne également d'un manque de drainage des eaux du sol (Christen, 2009)

Sur la parcelle 4, les bananiers présentait, sur les feuilles les plus anciennes, un engorgement foliaire. C'est le symptôme d'un déficit hydrique prolongé de la plante qui se traduit par une modification de la phyllotaxie. (Lassoudière, 2007) A l'origine, les feuilles s'établissent en hélices (De Langhe, 2011), lorsque ce phénomène apparaît, elles s'érigent à la verticale alors qu'à l'origine elles s'établissent en hélice. Les données pluviométriques montrent qu'un épisode sec a effectivement eu lieu pendant le mois de mars 2011.



Figure 17 : toxicité manganique sur feuille type 1 (source: C. Forite, 2011)

Le développement des parties aériennes est révélateur de l'état du système racinaire des plantes et de l'activité biologique du sol.

3.3.3 Le bio-fonctionnement du sol

3.3.3.1 Macrofaune du sol

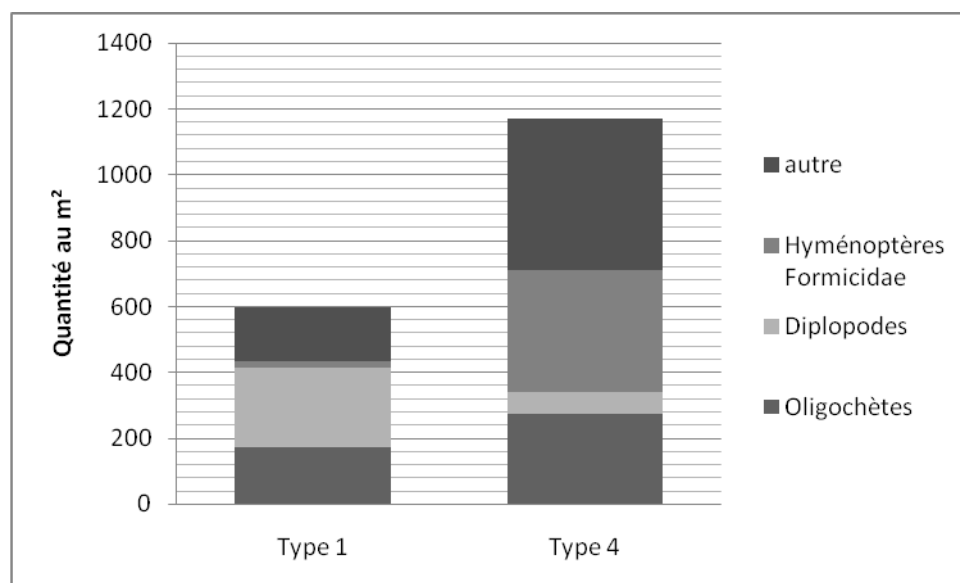


Figure 18: Quantité de macrofaune

Sur la figure 18 : Les animaux les plus représentés sont les fourmis, les oligochètes et les diplopodes.

Il est à noter que sur la parcelle du type 4 on dénombre significativement ($p \pm 0,05$) plus de macrofaune que sur la parcelle du type 1.

La quantité de fourmis dénombrée est à nuancer. Il semble que les prélèvements ont été faits à proximité de nids de fourmis ce qui a augmenté la quantité de fourmis relevées. Alors si l'on retire la quantité de fourmis dénombrées aux calculs, alors les résultats ne sont pas significativement différents ($p \pm 0,05$)

Le tableau 5 présente les résultats de la reconnaissance de la macrofaune ramené au m². Pour affiner les résultats, les espèces de vers de terre et de diplopodes ont été identifiées.

Tableau 5: Dénombrement diplopodes et vers de terre par espèce

	Type 4		Type 1	
	Moyenne	ES	Moyenne	ES
VDT	Sp. épigée 1	0,5 ± 0,31	1 ± 0,30	
	Sp. épigée 2	0,2 ± 0,2	0 ± 0	
	<i>Pontoscolex corethrurus</i>	14 ± 1,87	9,8 ± 1,93	
	<i>Pontoscolex spiralis</i>	2,5 ± 1,46	0 ± 0	
	Nbre d'espèces	4	2	
Diplopodes	<i>Orthomorpha coarctata</i>	1,1 ± 0,89	0 ± 0	
	<i>Trigoniulus corallinus</i>	1,1 ± 0,41	0,3 ± 0,15	
	<i>Anadenobolus monilicornis</i>	1,9 ± 0,81	1,2 ± 0,89	
	<i>Spirostrophus naresii</i>	0 ± 0	1,3 ± 0,37	
	<i>Pseudospirobolellus avernus</i>	0 ± 0	11,6 ± 1,77	
	<i>Epinannolene pittieri</i>	0 ± 0	0,9 ± 0,41	
		Nbre d'espèces	3	5

La reconnaissance des espèces de diplopodes et des vers de terre des échantillons révèle que les espèces qui ont colonisé les deux parcelles ne sont pas les mêmes.

La parcelle du type 4 possède quatre espèces différentes de vers de terre, deux épigées et deux endogées dont *Pontoscolex corethrurus*, espèce présente dans toute la zone tropicale. Tandis que celle du type 1 n'en possède que deux, une épigée et une endogée dont *P. Corethrurus*

En revanche, il y a plus d'espèces différentes de diplopodes sur la parcelle du type 4 qui en possède 5 contre 3 sur la parcelle du type 1.

En classant les différentes familles de macrofaune selon leur fonctionnalité dans l'agroécosystème, ingénieur du sol, transformateur de litière, prédateurs du sol, on obtient le graphique suivant.

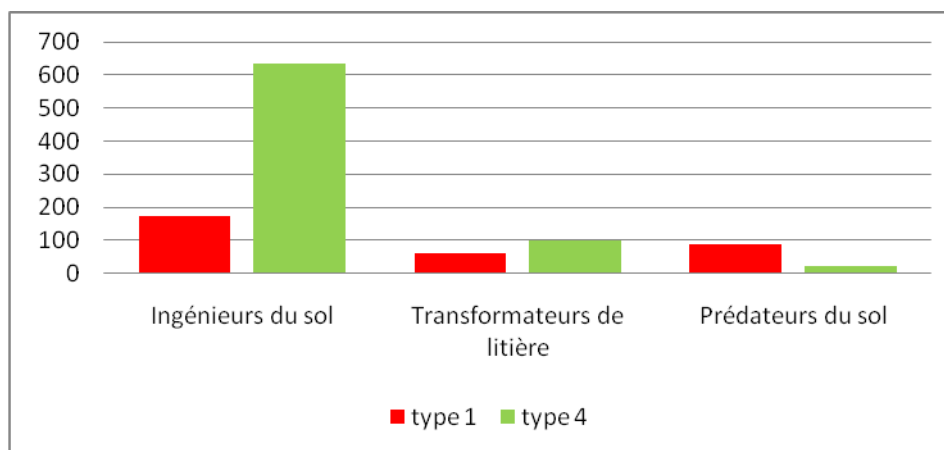


Figure 19: macrofaune par groupe fonctionnel

La quantité d'ingénieurs du sol, vers de terre et fourmis, est significativement plus importante ($p \pm 0,05$) pour le type 4 que pour le type 1.

La quantité de prédateurs du sol, comme les araignées ou les géophiles, elle, est significativement plus importante ($p \pm 0,05$) pour la parcelle du type 1 que pour la parcelle du type 4.

Les transformateurs de litière, par exemple les diplopodes ou encore les espèces épigées de vers de terre, quant à eux, sont plus nombreux sur la parcelle du type 4 mais les résultats ne sont pas significativement différents ($p \pm 0,05$).

L'activité biologique du sol permet de définir et de qualifier sa structure.

3.3.3.2 Morphologie du sol

Après avoir reconnu et pesé les différents types d'agrégats du sol, on observe la répartition détaillée sur la figure 17.

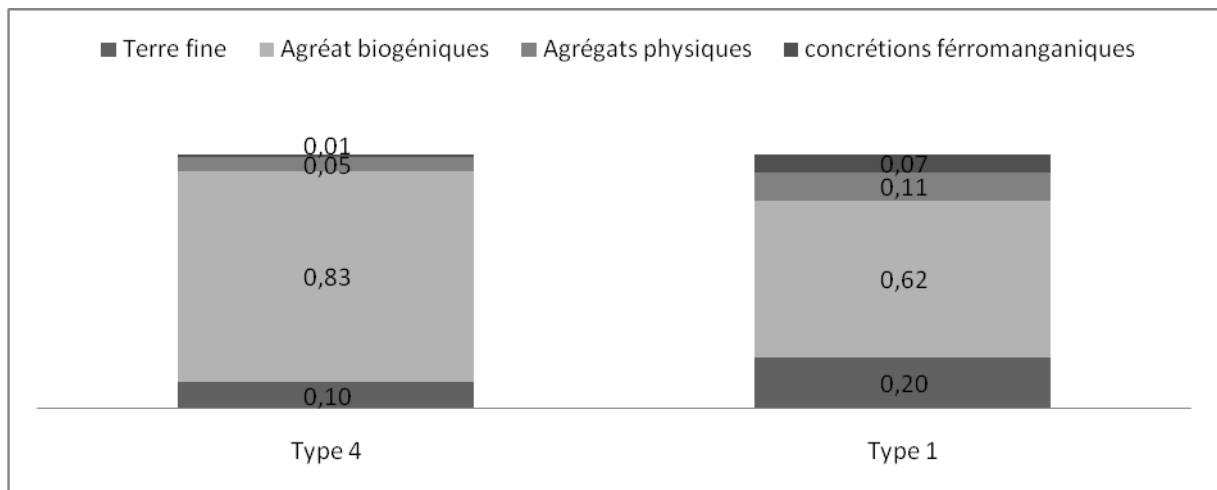


Figure 20: Macroagrégats du sol

Le sol du type 4 est constitué à 83% de structures biogéniques tandis qu'il l'est à 62% pour le type 1. Cette différence de 21% est comblée, pour le type 1, par de la terre fine. La présence de concrétions ferromanganiques sur les deux parcelles témoigne que les sols sont mal drainés et relativement acides.

3.3.3.3 pH du sol

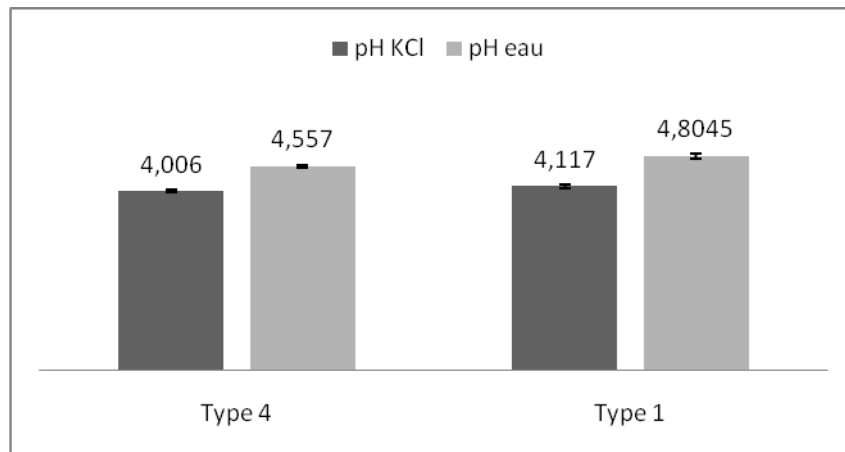


Figure 21: pH eau et KCl

La différence entre les pH eau des deux échantillons n'est pas significative. De plus, pour chacun des deux échantillons, l'écart entre le pH eau et le pH KCl est faible, l'acidité de réserve alors faible aussi.

Cependant, le pH eau, respectivement de 4,5 et 4,8 pour les parcelles de type 4 et 1, nous permet de préciser que les deux sols possèdent une acidité propice au développement des bananiers préconisée à 5 par Lassoudière (2007).

3.3.3.4 Nombre de spores mycorhiziens

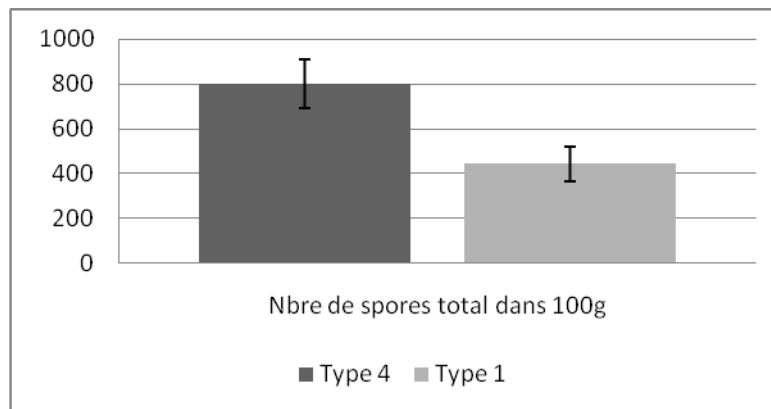


Figure 22 Nombre de spores de mycorhizes dans 100g de sol

Le nombre de spores comptées dans 100g de sol est significativement plus important pour le type 4 (800 unités) que pour le type 1 (445 unités).

Après avoir détaillé les paramètres qui décrivent l'activité biologique du sol dans cette partie, les résultats des analyses pour évaluer l'infestation en ravageurs sont détaillés dans la section suivante.

3.3.4 Infestations en ravageurs

3.3.4.1 Estimation de l'infestation en nématodes

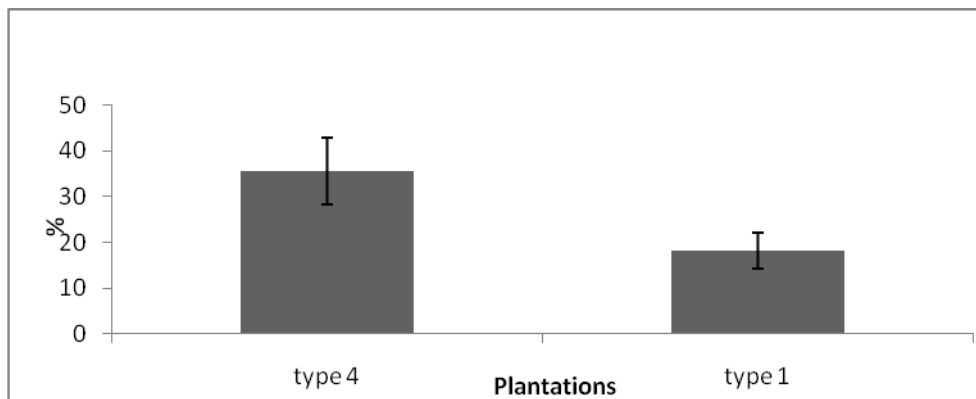


Figure 23: Indice de nécrose racinaire: pourcentage de nécrose

Les résultats du travail de calcul de l'indice de nécrose racinaire montrent que les dégâts des nématodes sur les racines sont significativement plus importants sur la parcelle du type 4 : ses racines sont aussi moins nombreuses et moins vigoureuses et son INR est de 38% contre 18% pour le type 1.

De plus, les galls observées sur les racines du type 1 (figure 25) sont révélatrices de la présence de *Meloidogyne spp.* sur cette parcelle.



Figure 24: Racine nécrosée par nématodes *R. Similis* ou *P. Coffeae* (source, C. Forite, 2011)



Figure 25 : Galls sur racines de bananier prélevées sur parcelle du type 1 (source : C. Forite, 2011)

Le dénombrement des espèces de nématodes offre un élément explicatif de l'infestation en nématodes.

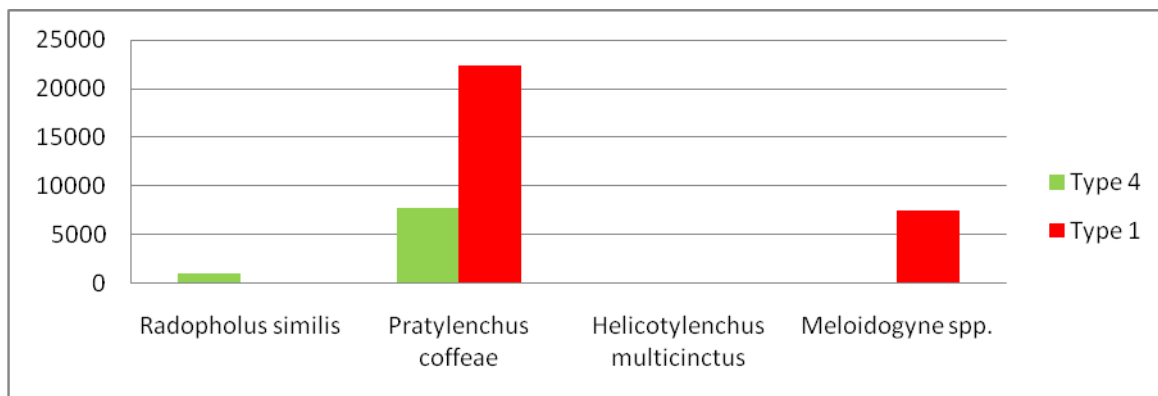


Figure 26: Graphique dénombrement par espèces de nématodes

On note que d'une part, que ce ne sont pas les mêmes espèces de nématodes qui ont colonisé les deux parcelles : *Pratylenchus coffeae* et le *Meloidogyne spp* pour le type 1, *Radopholus similis* et *Pratylenchus coffeae* pour le type 4. D'autre part, la quantité de nématodes toutes espèces confondues est significativement plus importante chez le type 1.

Si l'infestation en nématodes est plus désastreuse sur la parcelle du type 4, il est nécessaire de s'intéresser également aux dégâts de l'autre ravageur de la banane plantain : les charançons.

3.3.4.2 Estimation de l'infestation en charançons

L'estimation de l'infestation en charançons démontrent que la parcelle du type 1 n'est pas infectée, aucune galerie n'a été observée aux niveaux des bulbes de bananiers (figure 27) , tandis que les bulbes de la parcelle du type 4 ont été très attaqués.

Le traitement d'image, effectué avec IMAGE J, met en évidence que la surface des galeries creusées par les larves de charançon représente 9% de la surface sectionnée du bulbe de bananier. Le test non paramétrique de comparaison de deux échantillons prouve que ces résultats sont significativement différents ($p=0,05$).



Figure 27: Bulbe de bananier parcelle type 1 et Bulbe de bananiers parcelle type 4 (source: C. Forite, 2011)

La santé des plants, ainsi que le bio-fonctionnement du sol en bananeraie, conditionnent les rendements obtenus à la fin du cycle de production.

3.3.5 Rendements

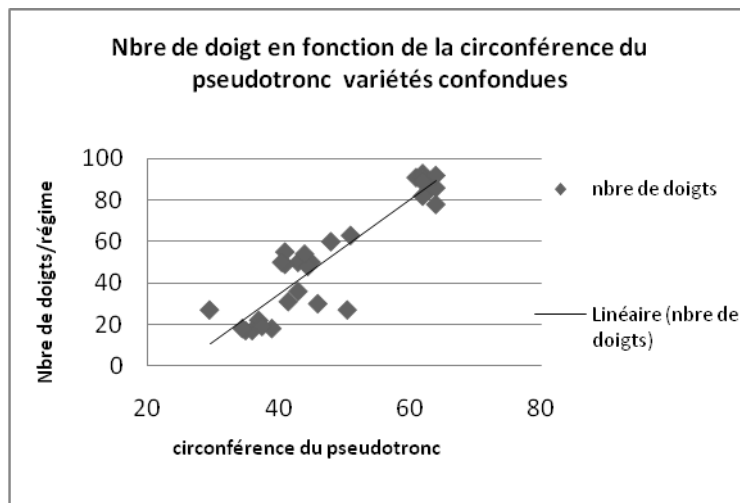


Figure 28: Nombre de doigt en fonction de la circonférence du pseudotronc variétés confondues

La figure 28 montre que la circonférence du pseudo tronc et le nombre de doigts par régime sont corrélés positivement.

Si l'on distingue sur le graphique grâce à des signets différents les deux variétés (blanche et corne) mais aussi les deux parcelles on obtient les résultats de la figure 29

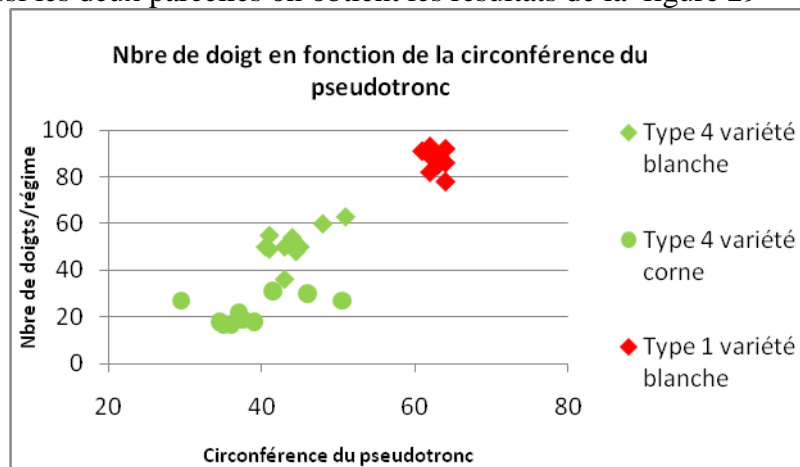


Figure 29: Nombre de doigt par régime en fonction de la circonférence du pseudotronc

La parcelle du type 4 produit à la fois des bananes de variété blanche et de variété corne alors que la parcelle du type 1 n'est planté qu'avec de la blanche.

Les résultats présentés sur ce graphique, corroborent les dires d'agriculteur en montrant que la variété blanche (représentée par des losanges) produit un nombre de doigt par régime toujours plus conséquent que la variété corne (représentée par des ronds).

Ensuite, en ne s'intéressant qu'à la variété blanche présente sur les deux parcelles, il est remarquable que les régimes du type 1 présentent toujours plus de doigt que ceux de la parcelle du type 4. Ils produisent également des régimes plus « calibrés » c'est-à-dire constitués chacun d'un nombre équivalent de doigts.

Dans cette partie, les différents résultats du diagnostic agroécologique ont été présentés. Afin de les confronter et d'évaluer la durabilité des systèmes, un travail supplémentaire a été réalisé. Ses conclusions sont détaillées dans la partie suivante.

3.4 Quelle durabilité pour les deux systèmes de culture étudiés ?

3.4.1 Les différents indicateurs choisis

Pour évaluer justement la durabilité d'un système, il faut choisir des indicateurs adaptés à la culture étudiée (voir détail dans le tableau du paragraphe suivant). Ici, ils sont principalement agronomiques et écologiques en relation avec les objectifs de l'étude.

Les notes données à chaque indicateur évoluent de 0 à 100, 100 étant la note la plus satisfaisante en termes de durabilité du système.

Dans le cas de la banane plantain, on peut considérer que la longévité de la culture est satisfaisante si elle atteint dix cycles de production, ce qui correspond à la longévité des bananeraies de Cavendish export.

3.4.2 Résultats : comparaison des deux parcelles

Les résultats de chaque indicateur sont référencés dans le tableau suivant :

Tableau 6: résultats pour chaque indicateur

INDICATEURS	Type 1	Type 4	Situation idéale
Nombre de doigts/régime var. blanche	87	51	100
Circonférence du pseudotronc	62	44	100
Nem: % racines saines	82	65	100
Char: % bulbe sains	100	91	100
Quantité de pesticides	0	50	100
Provenance des plants	100	50	100
Efficiences de la nutrition hydrique	100	50	100
Efficiences nutrition azotée	99,2	41	100
Développement des racines	100	50	100
Nombre de vers de terre au m²	75	85	100
Qualité du sol	50	100	100
Environnement proche de la parcelle	50	100	100

Si l'on replace les différents résultats obtenus sur un graphique radial, on obtient le schéma suivant :

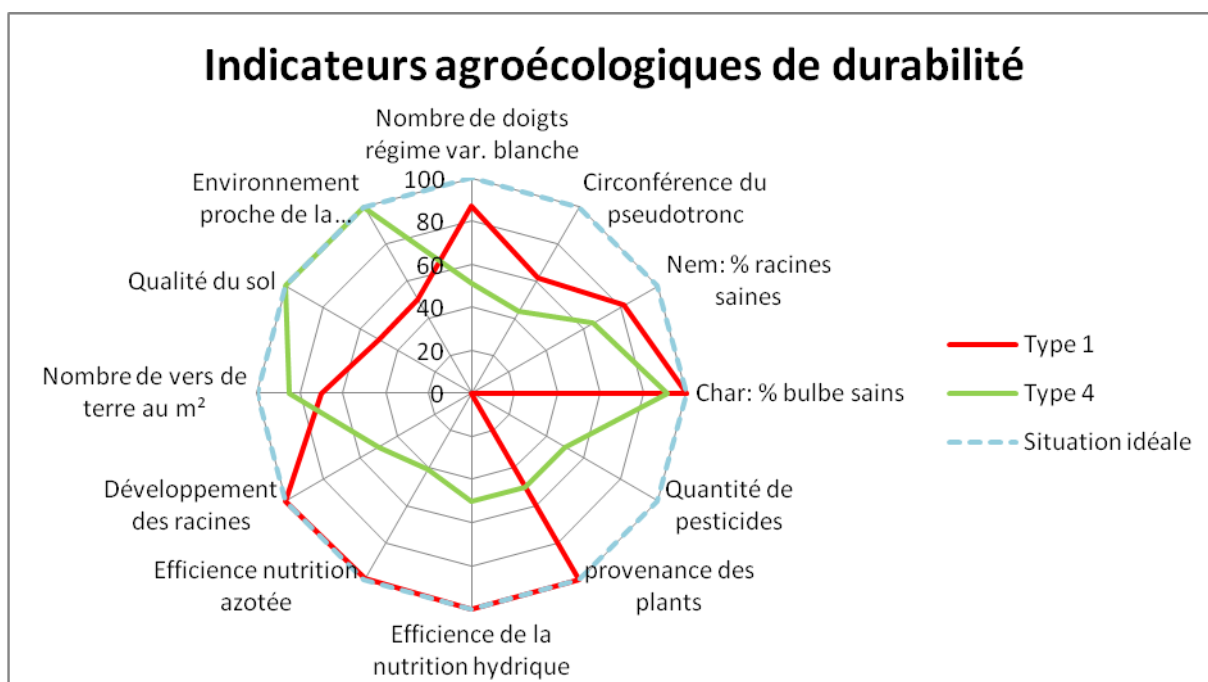


Figure 30 Diagramme radial représentant les différents indicateurs choisis

Il apparaît clairement que :

- Les résultats des indicateurs de rendements, la circonférence de pseudotrunc et le nombre de doigts par régimes sont supérieurs pour le type 1 que pour le type 4. De même, les plants sont plus sains pour le type 1 que pour le type 1. De plus, le développement des racines, la nutrition hydrique et azotée ainsi que le développement des racines sont plus efficient pour le type 1.
- En revanche, les indicateurs écologiques tels que la qualité du sol et le nombre de vers de terre sont plus favorables au type 4.

A la suite de cette partie, les résultats des nombreuses analyses ont été présentés. Le travail d'enquête a permis de mettre en évidence les itinéraires techniques appliqués à la banane plantain. Ensuite, le diagnostic agrécologique a révélé les conditions édaphiques et les niveaux d'infestations de ses deux parcelles ; Nous chercherons maintenant à discuter des résultats et à identifier et hiérarchiser les pratiques les plus impliquées dans la propagation des ravageurs.

4 DISCUSSION

L'étude présentée ici, initie les recherches qui visent à caractériser et à diagnostiquer les situations agroécologiques des différents systèmes de culture de banane plantain en Guadeloupe. Elle tente, par voie d'enquête puis par des analyses laboratoires, d'appréhender leur fonctionnement et de repérer les pratiques les plus déterminantes dans l'élaboration de la durabilité limitée par l'infestation des parcelles.

Il est indispensable de resituer cette étude dans le contexte du projet AlterBio. Le stage s'insère dans la première phase du processus de recherche du programme qui consiste en un diagnostic agrécologique sur vingt parcelles. Si les enquêtes ont été réalisées sur 76 parcelles au total, compte tenu du temps imparti au stage, seules deux situations ont pu être analysées.

Il s'agit donc ici de relater les résultats issus d'une première approche du diagnostic prévue par le projet. Cette étape initiale a permis de mettre en place et de tester les outils nécessaires à l'élaboration d'un diagnostic plus poussé.

Aussi, les résultats obtenus doivent être analysés avec précaution.

Ils ne permettent pas de conclure de façon précise l'étude sur les facteurs influençant les niveaux d'infestation des deux parcelles. Néanmoins les informations récoltées lors de l'enquête facilitent le repérage des pratiques qui participent à la propagation des ravageurs.

4.1 Discussion autour de la méthode employée

4.1.1 Enquête : biais dans l'échantillonnage

Le manque de données agronomiques et socio-économiques sur la production de banane plantain en Guadeloupe a compliqué le travail de terrain.

Pour combler ce manque, l'étude s'est donné pour objectif de récolter un maximum d'informations. Une enquête globale telle que celle menée lors de cette étude permet d'obtenir les renseignements recherchés sur les choix culturels des agriculteurs. Il est en revanche complexe de percevoir les spécificités de chaque pratique et d'appréhender la logique des exploitants. Par exemple, lors de l'enquête, il a été possible d'identifier les précédents et les suivants culturels. Cependant, comprendre la logique des rotations a parfois été bien moins aisé : elles ne sont pas nécessairement systématiques ni n'entrent dans une procédure réfléchie mais relèvent parfois plus de « l'opportunisme ».

Faute de données toujours, il n'a pas été possible de réaliser un échantillonnage « raisonné » sur les exploitations de banane plantain. La technique de l'échantillonnage en cascade a permis de mener les enquêtes de façon optimale mais ce choix méthodologique a pu biaiser les résultats de l'étude. Par exemple, l'analyse des résultats de l'enquête montre que 43% de l'échantillon est composé de petites exploitations de surface inférieure à 2Ha. On peut déduire que soit une majorité des exploitants ne cultivent effectivement qu'une surface réduite, mais il est aussi possible que le mode d'échantillonnage ait pu influencer les résultats et nous mener vers des exploitations du même type.

Pour vérifier la robustesse de notre échantillon, il serait intéressant de le confronter aux résultats du recensement 2010 à paraître en octobre 2011.

4.1.2 Diagnostic agroécologique

Les prélèvements ont été réalisés, à un instant t, sur deux parcelles de deux exploitations différentes et ne permettent pas de considérer l'évolution des différents facteurs dans le temps, ni de prendre en compte l'intervention éventuelle d'un paramètre extérieur sur le fonctionnement du système étudié.

Des ajustements de protocoles ont toutefois déjà été réalisés lors du travail de terrain et de laboratoire :

Pour ce qui concerne l'infestation en charançons, le protocole préconisait de réaliser les prélèvements sur des pieds récemment versés donc déjà malades. Cette procédure a été respectée pour le type 4. En revanche, sur la parcelle du type 1, il a fallu réaliser les prélèvements sur des pieds sains au moment de la récolte puisqu'aucun pied n'avait versé. Les résultats ont pu être influencés par cette disparité.

Enfin, lors de la brumisation pour l'extraction des nématodes, l'une des buses qui répandait l'eau n'a pas fonctionné. Cinq des dix échantillons de racines de la parcelle du type 4 n'ont pas été arrosés. Ils ont donc été écartés et les calculs réalisés uniquement sur les cinq autres.

Il pourrait être intéressant de continuer le travail de diagnostic en effectuant des répétitions sur le protocole de prélèvement mais en les appliquant sur d'autres parcelles des types 1 et 4. Cela permettrait de rendre le protocole plus fiable.

C'est en tenant compte de ces biais, qu'il est possible de discuter des résultats obtenus et de tenter de répondre à la problématique : Quelles sont les pratiques qui peuvent influencer l'état sanitaire de la plantation ? Peut-on évaluer à ce stade la durabilité du système de culture étudié ?

4.2 Détermination des facteurs expliquant l'état sanitaire de la plantation

4.2.1 Détermination des pratiques culturelles les plus influentes dans la propagation des ravageurs. Nématodes et charançons

Le travail d'enquête ainsi que le diagnostic agroécologique ont permis de mettre en évidence quatre pratiques qui influencent le plus l'infestation en nématodes et charançons.

L'utilisation de pesticides au cours du cycle contribue à maintenir un niveau sanitaire satisfaisant sur une parcelle au moins pendant le premier cycle de plantation.

La parcelle du type 1, sur laquelle la quantité de pesticide apportée est la plus abondante, présente moins d'infestation en charançons. Cependant, le travail d'enquête révèle que l'infestation des bananiers va crescendo au fil des cycles.

D'autres variables, comme la jachère, agissent alors sur le système.

La jachère ne permet pas toujours de créer un véritable vide sanitaire. Le travail d'enquête a mis en exergue le fait que les parcelles sont mises en jachère sans destruction de la bananeraie au préalable. Or, pour qu'une jachère puisse efficacement lutter contre les nématodes et les charançons, elle doit répondre à deux critères essentiels :

- Elle doit durer au minimum 1 an.
- Il ne doit pas y avoir de plantes hôtes de nématodes (repousses de bananiers par exemple) sur la parcelle pendant cette période. (Lassoudière, 2007)

Or, les parcelles laissées en jachère dans les systèmes de culture de banane plantain sont effectuées le plus souvent sans traitements ni contrôle des repousses de bananiers. Elles ne jouent donc pas, pour la plupart, leur rôle sanitaire.

En outre, aucun des producteurs rencontrés ne fait d'analyses nématologiques préalables à la plantation ; il est donc impossible de s'assurer que les niveaux d'infestation des parcelles au moment de planter soient suffisamment bas.

Les deux parcelles étudiées lors du diagnostic agroécologique n'avaient jamais été plantées en banane. On peut donc supposer qu'elles étaient saines au moment de la plantation. Pourtant, la parcelle du type 4 était tout de même infestée en charançons et nématodes. Les plants étaient sans doute déjà infestés avant leur mise en terre.

En effet, la qualité des plants, que les agriculteurs se procurent contribue elle aussi à véhiculer les ravageurs. Il suffit que les rejets soient infectés par les nématodes ou les charançons pour qu'ils génèrent des dégâts conséquents dès le premier cycle de production.

En l'absence de vitroplants, les producteurs récupèrent des plants prélevés directement sur leur parcelle ou les achètent chez d'autres exploitants. Or, les plants sont vendus dans le croissant bananier sans possibilité pour les producteurs de sélectionner les plus sains.

Force est de constater que ces pratiques contribuent à propager les populations de nématodes et de charançons sur une même plantation mais aussi vers d'autres exploitations.

L'exploitant du type 1 est bien intégré dans des réseaux de producteurs. Ses plants proviennent soit de son exploitation, soit des producteurs avec qui il collabore. Son intégration dans la filière lui permet certainement d'obtenir des plants de bonne qualité. Alors que le producteur du type 4, très peu intégré dans les réseaux, a acheté ses plants. Il n'a pu en choisir ni la variété ni la qualité. Il est probable que ses plants aient été déjà infectés, ce qui expliquerait le niveau d'attaque important sur sa parcelle.

Malgré un traitement avant plantation, ses bananiers ont subi des dégâts dès le premier cycle de production.

Le traitement des plants qui consiste à les parer et à les praliner, n'est pas toujours suffisant. Les produits utilisés lors du pralinage, comme par exemple, le Grésil, ne sont pas toujours adaptés et n'éradiquent pas vraiment les nématodes et les charançons.

Cela se vérifie lors du diagnostic agroécologique. Le producteur du type 1, réalise un traitement qui semble efficace sur ses plants. Ils sont laissés en pot pendant deux mois avant la plantation. Le substrat utilisé est un mélange d'argile et de Vydate (produit nématocide). Le producteur du type 4, quant à lui, ne réalise qu'un parage et un pralinage au Grésil qui ne limitent que partiellement l'infestation.

Les pratiques détaillées ci-dessus, contribuent à la propagation et au maintien des populations de ravageurs sur la parcelle mais également à l'échelle régionale. D'autres facteurs peuvent intervenir dans la gestion des ravageurs.

4.2.2 Détermination des autres facteurs qui influencent l'infestation des deux parcelles

Le travail bibliographique a permis de poser d'autres hypothèses pour expliquer l'infestation.

- Infestation en nématodes :

Les résultats de l'Indice de Nécrose Racinaire et du comptage des nématodes semblent contradictoires. Bien que les nématodes soient moins nombreux sur la parcelle du type 4, l'incidence de l'infestation, elle, est beaucoup plus sévère que pour le type 1.

Or, il apparaît que ce ne sont pas les mêmes espèces qui ont colonisé les deux plantations : *R. similis* et *P. Coffeae* pour le type 4 ; *Meloidogyne spp.* et *P. Coffeae* pour le type 1.

Selon Sarah (1996), *R. Similis*, présent uniquement sur la parcelle du type 4, est l'espèce la plus agressive vis-à-vis du bananier et celle qui provoque le plus de dégâts.

En outre, il a été démontré qu'une association de deux espèces de nématodes n'a pas nécessairement d'effets négatifs dépressifs significatifs alors qu'une seule de ces deux espèces, peut causer des dégâts importants (Cadet, 1998).

De plus, d'après Patrice Cadet (1998), la notion de dégâts causés par les nématodes se définit par rapport à un système de culture donné et par rapport à l'état du milieu. Cela signifie que pour la même quantité de nématodes sur deux parcelles, les dégâts engendrés peuvent être sensiblement différents en fonction des pratiques culturales.

On peut alors supposer que :

- L'utilisation de nématicides limite les dégâts des nématodes sur la parcelle du type 1.
- L'association de *P. Coffeae* et *Meloidogyne spp.* n'a pas d'effet dépressif significatif tandis que l'association de *R. Similis* et *P. Coffeae* a des effets plus néfastes.
- Le système de culture employé sur le type 4 est plus favorable à l'apparition de dégâts causés par les nématodes.

- Infestation en charançon

Les résultats des mesures de l'infestation en charançons montrent que la parcelle du type 1 est saine. Celle du type 4, en revanche, demeure fortement attaquée.

L'environnement de la parcelle du type 4 est moins propice à l'infestation. Entourée de canne à sucre, cette plantation présente moins de risques que celle du type 1, cernée, elle, par des bananeraies. (Gold, 2006)

Le paillis recouvre une surface plus importante sur la parcelle du type 4. Il provoque deux effets antagonistes. Il apporte de la matière organique au système permettant d'améliorer la qualité du sol. Mais, il sert d'habitat privilégié pour le charançon (Gold, 2006).

Certains cultivars sont plus sensibles que d'autres à l'attaque du charançon, mais les deux producteurs utilisent la même variété de bananier et ce ne peut donc pas être un critère déterminant pour expliquer l'infestation. (Ndiege, 1996)

4.2.3 Les facteurs qui influencent les rendements

Les faibles rendements de la parcelle du type 4 s'expliquent aisément :

- Par l'attaque des ravageurs qui détruit le système racinaire du bananier et nuit à l'assimilation des éléments essentiels et à l'ancrage de la plante, les plants, moins vigoureux, ne produisent pas autant de doigts par régime que les bananiers du type 1.
- La densité de plantation est plus forte pour la parcelle du type 4 ce qui peut également limiter le développement des bananiers et diminuer leur production.
- Le déficit hydrique et le déficit de nutrition azotée repéré sur la parcelle du type 4 agit sur le fonctionnement du bananier et donc sur sa production.

4.3 Peut-on évaluer la durabilité des deux systèmes étudiés?

La durabilité des agrosystèmes est devenue l'une des priorités de nombreuses études agronomiques. L'étudier permet non seulement de prévoir l'impact des agrécosystèmes sur l'environnement, mais aussi d'évaluer leur résilience et leur adaptabilité aux changements incontrôlables tels que les changements climatiques ou l'augmentation du prix des pesticides.

4.3.1 Généralité sur la durabilité des systèmes de bananes plantain en Guadeloupe

En Guadeloupe, la question de la durabilité des systèmes de culture de banane plantain est d'autant plus légitime que l'essor des exploitations est, comme nous avons pu le constater tout au long de l'étude, menacé à terme par les attaques des ravageurs ou des maladies comme la cercosporiose noire.

Les deux systèmes étudiés doivent pouvoir répondre aux exigences sociales, économiques et écologiques qui pourraient les faire entrer dans la classe des systèmes considérés comme durables.

4.3.2 Une méthodologie à deux entrées

Pour établir le diagnostic de durabilité, ce travail s'est initialement inspiré de la méthode IDEA (Vilain, 2008) ou encore de la méthode MESMIS, qui sont toutes deux menées à l'échelle de l'exploitation. Rapportée à l'échelle de la parcelle pour la présente étude, la méthode finalement adoptée s'apparente plus à celle développée par Altieri (2002) qui, pour rappel, consiste à déterminer différents niveaux de performance agroécologique et de les évaluer sur une échelle de 0 à 100.

Le choix de l'application de cette méthode, a permis d'évaluer les paramètres de l'analyse du diagnostic agroécologique qui ne pouvaient pas être considérés à partir de mesures directes. C'est le cas par exemple pour la qualité de l'environnement de la parcelle ou pour celle des plants.

L'association des deux méthodes, celle d'Altieri et celle des mesures directes, a permis d'augmenter le nombre des indicateurs d'une part et d'apporter d'autre part des arguments

plus pertinents à l'analyse en confrontant tous les paramètres constitutifs de la durabilité agroécologique des deux agroécosystèmes étudiés.

4.3.3 Deux bananeraies durables ?

Dans notre analyse des résultats, il apparaît que chacun des deux systèmes étudiés possèdent ses propres domaines de performances.

Les indicateurs écologiques de la parcelle de type 4 (la qualité du sol, le nombre de vers de terre au m² ou encore son environnement géographique favorable à la culture de la banane plantain) la rendent a priori écologiquement durable.

On peut supposer que l'utilisation d'une faible quantité de pesticides a conduit à une augmentation de la macrofaune et de la qualité du sol. Cependant, les plants de bananiers sont très attaqués par les nématodes et les charançons ce qui explique des rendements peu satisfaisants.

Pour la parcelle de type 1, ce sont les indicateurs agronomiques qui semblent performants : la vigueur des plants, le nombre de doigts par régimes, l'efficacité de la nutrition hydrique et azotée, le développement des racines, assurent la durabilité de la parcelle.

Les pesticides qui ont été épandus ont probablement permis de lutter contre les charançons et les nématodes. En revanche, l'utilisation conséquente d'intrants chimiques a nuit à l'efficacité des critères écologiques. Par exemple, le nombre de vers de terre est inférieur à celui de la parcelle de type 4, la qualité du sol également.

Il apparaît alors qu'aucun des deux agroécosystèmes ne peut être considéré comme durable.

L'un parce qu'il a un niveau d'infestation trop important qui ne lui permet pas de garantir sa production à long terme.

L'autre parce qu'il utilise une quantité élevée d'intrants chimiques qui risque d'affecter la fertilité naturelle du sol. Il ne peut être considéré comme écologiquement durable.

Cette première analyse s'est attachée à étudier la durabilité agroécologique des plantations. Elle n'a pas pris en compte les indicateurs économiques et sociaux.

Pour évaluer plus globalement la durabilité, il faudra à l'avenir ajouter à l'analyse des indicateurs économiques (comme les rendements à l'hectare sur la parcelle) et des indicateurs sociaux (notamment la dépendance aux intrants chimiques).

Cela imposera alors d'évaluer, non pas la durabilité des systèmes de culture mais celle du système d'exploitation en appliquant le mode opératoire des méthodes MESMIS et IDEAL.

Cela permettrait d'apporter des clés d'analyse supplémentaires pour juger de la résilience des systèmes.

En outre, pour que cette analyse soit plus probante, il faudrait l'appliquer à la comparaison de deux systèmes avec un ensemble de répétitions (par exemple, plusieurs parcelles de même typologie des itinéraires techniques identiques pourraient être évaluées). Les moyennes de chaque type pourraient alors être comparées sur un graphique radial et permettraient de tirer des conclusions plus générales quand à l'incidence des pratiques sur la durabilité du système.

Enfin, l'analyse des deuxième et troisième cycles de culture, qui n'ont pu être pris en compte pendant le stage, donnerait des informations capitales sur l'évolution de la plantation et de nouveaux indicateurs de sa durabilité.

CONCLUSION

Le diagnostic de l'étude présentée ici a permis d'établir un premier état des lieux de l'état sanitaire des plantations dans les bananeraies plantain de Guadeloupe et d'identifier les pratiques les plus impliquées dans la propagation des ravageurs.

Néanmoins l'hypothèse de départ (les systèmes de culture à moindre utilisation d'intrants chimiques développent une bonne activité biologique du sol et permet de lutter efficacement contre les ravageurs) n'a pu être vérifiée par les résultats obtenus lors du diagnostic.

En théorie, la restauration de processus naturels, le maintien de la matière organique du sol et la prolifération de la macrofaune devaient permettre de réguler l'infestation des ravageurs du bananier. Or, il apparaît que le système de culture le moins consommateur en intrants chimiques est aussi celui qui est le plus attaqué.

De plus, les différences entre les résultats des analyses sur les facteurs édaphiques des deux parcelles étudiées ne sont pas si évidentes. La quantité de macrofaune du sol est certes plus importante sur la parcelle où le moins d'intrants chimiques a été appliqué, mais elle n'est pas nécessairement significativement dissemblable de celle de l'autre parcelle.

Bien que l'agroécologie implique de diminuer de manière effective l'utilisation de pesticides et de fertilisants sur la parcelle, elle nécessite surtout de mettre en place des pratiques qui non seulement ne sont pas dommageables pour l'environnement mais qui alimentent aussi les réseaux trophiques du sol.

A l'issue de ce travail fondamental, il paraît a priori possible de proposer des solutions adaptées pour contrer l'infestation substantielle des bananeraies.

La mise en place d'une jachère véritablement assainissante associée à la mise en terre de plants de qualité pourraient palier l'absence de vitroplants de bananes plantains sur le territoire guadeloupéen.

Or, certains des producteurs rencontrés ont développé de façon isolée des techniques d'assainissement des plants qu'il pourrait être intéressant de déployer à l'échelle régionale. C'est le cas des plants mis en pot deux mois avant plantation sur un substrat argileux additionné d'un produit phytosanitaire.

L'inoculation de mycorhizes sur les plants de bananier comme la généralisation de l'utilisation des plantes de services, à propriétés nématocides, permettraient aussi de lutter plus efficacement contre les nématodes et de favoriser l'absorption racinaire.

Ces méthodes constitueraient certainement un levier pour une production plus durable et moins consommatrice de pesticides

Mais pour s'assurer de leur efficacité, des études complémentaires, notamment une expérimentation *in vivo*, sont nécessaires. De même, il est impératif de calculer le coût d'opportunité des producteurs. Auront-ils un intérêt financier à adopter ces pratiques ? Ne demandent-elles pas trop de main d'œuvre ?

Ces questions restent momentanément en suspens. Mais le projet AlterBio prévoit, dans ses prochains volets, d'y répondre en réalisant de nouvelles analyses.

BIBLIOGRAPHIE

- AGROSYSTEME. 2011. Les mécanismes d'échanges entre la solution du sol et le complexe argilo-humique. Consulté le 10 juin 2011. <URL:<http://www.agro-systemes.com/dossier-complexe-argilo-humique.php>>
- ALTIERI M., NICHOLLS C.I. 2002. Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales. Manejo integrado de plagas y agroecología (Costa Rica) n°64 pp 17-24.
- ALTIERI M.A. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and environment* 74. pp 19-31 <URL: <http://agroeco.org/wp-content/uploads/2011/02/ecolrolebiodiv.pdf>>
- ALTIERI M.A. 2002. Agroecology : the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. *Agriculture, ecosystem and environment* 93. pp 1-24
- ALTIERI M.A., NICHOLLS C.C. 2003. Soil fertility management and insect pests : harmonizing soil and plant health in agroecosystems. *Soil and Tillage Research* 72. pp 203-211. <URL:<http://agroeco.org/wp-content/uploads/2010/11/soil-pestmgmt.pdf>>
- BERGER A. 2002. Gestion de l'assolement dans les petites exploitations bananières de Guadeloupe : Quelles alternatives à la monoculture bananière, Capesterre-Belle-Eau (Guadeloupe) Agro Montpellier, Mémoire, 45p.
- BLOME G.*et al.*. 2001. Estimation du développement des racines à partir des caractéristiques des parties aériennes chez le bananier et le bananier plantain (*Musa spp.*) *INFOMUSA*, vol. 10, n°1. pp. 15-17
- BRIDGE J., FOGAIN R., SPEIJER P.. 1997. Les nématodes parasites des bananiers, Parasites et ravageurs des Musa : fiche technique n°2, INIBAP. 2p. <URL : <http://bananas.bioversityinternational.org/files/files/pdf/publications/Pest2fr.pdf>>
- CABIDOUCHE Y-M. LESUEUR JANNOYER M. 2011. Diagnostic et perspectives de remédiation de la pollution à la chlordécone aux Antilles. Consulté le 20/08/2011. <URL :http://www.inra.fr/audiovisuel/web_tv/rencontres/sia_2011/hpee_ou_tre_mer/yves_marie_cabidoche>
- CADET P. 1998. Gestion écologique des nématodes phytoparasites tropicaux. *Cahier de l'agriculture*, 7. p187-194.
- CAVALIER A. 2010. Orientation productive et agrobiodiversité: diversité des situations dans le secteur agricole privé à Cuba, Mémoire. 44p.
- CHABRIER C., TIXIER P., DUYCK PF., CARLES C., QUENEHERVE P. 2010. Factors influencing the survivorship of burrowing nematode, *Radopholus similis* (Cobb.) Thorne in two types of soil from banana plantations in Martinique. *Applied soil Ecology* 44. pp 116-123
- Chambre d'agriculture de Gironde*. Brève n°3. p4
- CHEVROLLIER T. 2009. La faune du sol dans l'agriculture: cas de la bananeraie, sous différentes pratiques culturales. Mémoire. 40p.
- CHRISTEN M. 2009. Plantation, 1^{ère} partie : étude des sols et préparation des parcelles.
- CIRAD. 2003. Le memento de l'agronome. CIRAD- GRET-Ministère des affaires étrangères. pp. 960-973.
- DAF. 2008. Filière fruits, légumes, horticulture (hors banane). *Rapport de l'Agreste*.
- DALGAARD T., HUTCHING N.J., PORTER J.R. 2003. Agroecology, scaling and interdisciplinarity. *Agriculture, ecosystem and environment* 100. pp 39-51
- DE WAELE D., DAVIDE R. G.. 1998. Nématodes à Galle des bananiers et plantains, Parasites et ravageurs des Musa : fiche technique n°3, INIBAP. 2p. <URL: <http://bananas.bioversityinternational.org/files/files/pdf/publications/Pest3fr.pdf>>

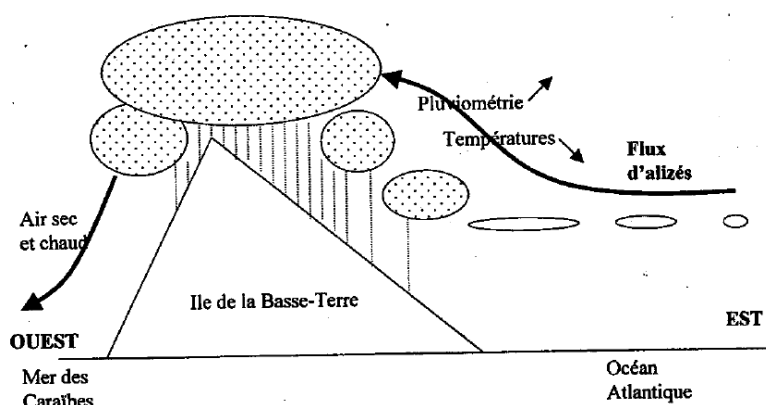
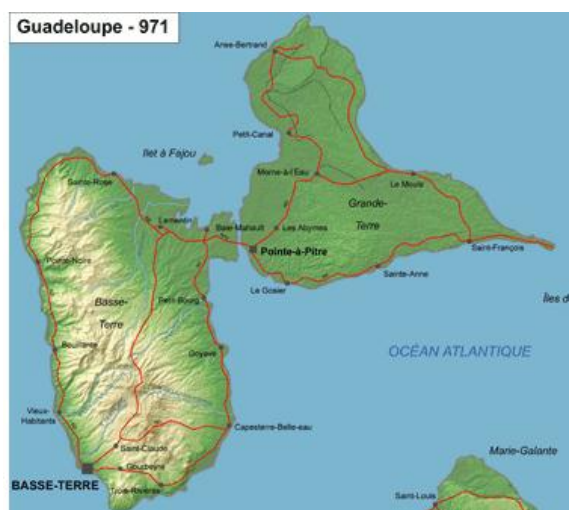
- DECAENS T., GALVIS J. H., AMEZQUITA E. 2001. Propriétés des structures produites par les ingénieurs écologiques à la surface du sol d'une savane colombienne. *Life sciences* 324. pp 465-478
- DELANGHE E. 2011. La phyllotaxie du bananier et ses conséquences pour la compréhension du système rejettant. *Fruits* vol 46. p 1 <URL : http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FFRU%2FFRU66_04%2FS0248129411000405a.pdf&code=c3a3a29e3040ce629f1f376d4cb1ef35>
- DELCOMBEL E. 2005. Organisation de l'action collective et rôle de la puissance publique pour le développement de l'agriculture guadeloupéenne. Les difficultés du modèle coopératif et de la concertation des acteurs, Guadeloupe. UFR de droit et d'économie de la Guadeloupe, Thèse de doctorat. pp 359-357.
- DOREL M., PERRIER X. 1990. Influence du milieu et des techniques culturales sur la productivité des bananeraies de Guadeloupe, Enquête diagnostic, *FRUIT*, vol. 45, n°3. pp. 237-245.
- DUARTE SILVIERA N. 2005. Sostenibilidad socioeconómica y ecológica de sistemas agroforestales de café (*Coffea arabica*) en la microcuenca del Río Sesesmiles, Copán, Honduras. Turrialba. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza. Thèse (docteur en agronomie tropicale)
<URL:http://media0.agrofloresta.net/static/artigos/tese_nina_duarte.pdf>
- EVERARD C. 2010. La cercosporiose noire fait trembler les bananiers. *Frances Antilles Martinique*. Article électronique <URL :
<<http://www.martinique.franceantilles.fr/actualite/economie/la-cercosporiose-noire-fait-trembler-les-bananiers-26-02-2010-62920.php>>
- FAO. 2011. Evaluer la durabilité. Consulté le 7/09/2011. <URL :
<<http://www.fao.org/rio20/dossiers-speciaux/fr/>>
- FORTIN A., PLENCHETTE C., PICHE Y. , 2008. Les mychorizes. La nouvelle révolution verte, Editions multimonde et QUAE, 131p
- FRAGOSO C., BROWN G.G., PATRON J.C., BLANCHART E., LAVELLE P., PASHANASI B., SENAPATI B., KUMAR T. 1997. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function in the tropics: the role of earthworms. *Applied soil ecology* 6. pp 17-35.
- FROHLICH G., RODEWALD W. 1970. Enfermedades y plagas de las plantas tropicales. Descripción y lucha. pp. 27-43
- FUNES-MONZOTE F.R. 2009. Agricultura con futuro. La alternativa agroecológica par Cuba. Estación experimental "Indio Hatuey". pp. 10- 25.
- GOLD C.S, OKECH S.H, MCINTYRE B.D, KAGEZI G., RAGAMA P.E., NIGHT G. 2006. Effects of mulch on banana weevil *Cosmopolites sordidus* (Germar) populations and damage in Uganda, *Crop protection* 25, pp. 1153-1160.
- GUZMAN-PIEDRAHITA O.A. et CASTANO-ZAPATA J. 2002. Identification des nématodes phytopathogènes chez les bananiers plantains cv. 'Dominico hartón' (*Musa* AAB Simmonds) et 'Africa' et chez les hybrides 'FHIA-20' et 'FHIA-21' en Colombie, *INFOMUSA*, vol 11 n°2, p.33. <URL: http://bananas.bioversityinternational.org/files/files/pdf/publications/info11.2_en.pdf>
- HOUDART M., BONIN M. SAUDUBRAY F. 2004. Typologie de fonctionnement spatial d'exploitations agricoles : application au bassin versant de la rivière capot en Martinique. *Cahier de la multifonctionnalité* n°5. pp 57-69.
- JOLY P-B. 2010. La Saga Chlordécone aux antilles française, reconstitution chronologique 1968-2008. *INRA Sens ;IFRIS*.
- LAFONT A., RISEDE J-M, LORANGER-MERCIRIS G, CLERMONT-DAUPHIN C., DOREL M, RHINO B., LAVELLE P. 2007. Effects of the earthworm *Pontoscolex*

- corethrurus* on banana plants infected or not with the plant-parasitic nematode *Radopholus similis*. *Pedobiologia* 51. pp. 311-318.
- LANDAIS E. 1996. Typologie des exploitations agricoles : Nouvelles questions, Nouvelles méthodes. *Economies rurales*, vol 236. pp 3-15.
- LASSOUDIÈRE A., 2007, Le bananier et sa culture, Edition QUAE, 381p.
- LAVELLE P., DECAENS T., AUBERT M., et al. 2006. Soils invertebrates and ecosystem services. *European journal of soil biology*. Vol 42 supplement 1.p S3-S15
- LE BON C., BOULARD C., JOLIVET P. 2009. Association d'un microscope à un système de capture d'image, Analyse d'images par le logiciel Image J. Les cahiers techniques de l'INRA, édition spéciale. pp. 63-68.
- LOPEZ RIDAURA S., MASERA O., ASTIER M. 2002. Evaluating the sustainability of complex socio-environmental systems. The MESMIS framework. *Ecological indicators* 2. pp 135-148.
- MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. 2006. La réforme de l'organisation commune de marchés du sucre. Consulté le 13 Août 2010 <URL : <http://agriculture.gouv.fr/la-reforme-de-l-organisation>>.
- MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR DE L'OUTRE MER. 2011. Economie. Consulté le 15 Août 2011. <URL: <http://www.outre-mer.gouv.fr/?economie-guadeloupe.html>>
- MOURICHON X., CARLIER J., FOURE E. 1997. Les cercosporioses : Maladie des raies noires (cercosporiose noire) ; Maladie de Sigatoka (cercosporiose jaune). *Maladies des Musa* : fiche technique n° 8.3p. <URL : <http://bananas.bioversityinternational.org/files/files/pdf/publications/disease8fr.pdf>>
- NDIEGE I.O., BUDENBERG W.J., OTIENO D.O., HASSANALI A. 1996. 1-8 cineole : an attractant for the banana weevil, *Cosmopolites sordidus*, *Phytochemistry*, Vol. 42, No. 2. pp. 369-371.
- PLOEG A., MARRIS P.. 1999. Effects of temperature on duration of the cycle of *Meloidogyne incognita* population, *Nematology*, vol.1. pp. 389-393. <URL: [http://faculty.ucr.edu/~atploeg/PDF%20PAPERS/NEMATOLOGY1\(4\)/NEMATOLOGY1\(4\).pdf](http://faculty.ucr.edu/~atploeg/PDF%20PAPERS/NEMATOLOGY1(4)/NEMATOLOGY1(4).pdf)>
- QUENEHERVE P. DAO JC, DUCÉLIER D et al. 2005. Agriculture biologique en Martinique : Chapitre 4 - Faisabilité technique de l'agriculture biologique à la Martinique: productions. IRD éditions pp 149-151 <URL : http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers10-04/010035424.pdf>
- ROBERT J. 2009. L'IGUAFLHOR: un pas de plus vers l'autosuffisance alimentaire. *Les Antilles agricoles*. p. 38
- ROBERT J. 2010. Georges Magdeleine, militant dans l'âme. *Les Antilles agricoles*. p 52-53
- SARAH JL., PINOCHET J., STANTON J. 1996. *Radopholus similis* Cobb, nématode parasite des bananiers, Parasites et ravageurs des Musa : fiche technique n°1, INIBAP. 2p.<URL: <http://bananas.bioversityinternational.org/files/files/pdf/publications/pest1fr.pdf>>
- SIKORA A., POCASANGRE E. 2004. Nouvelles technologies pour améliorer la santé des racines et augmenter la production, *INFOMUSA* Vol 13, n°2. pp. 25-29.
- VELASQUEZ E., PELOSI C., BRUNET D., GRIMALDI M., MARTINS M., RENDEIRO A.C., BARRIOS E., LAVELLE P. 2007. This ped is my ped: Visual separation and near infrared spectra allow determination of origins of soil macroaggregates, *Pedobiologia* 51. pp 75-87.
- VILAIN L. 2008. La méthode IDEA- des indicateurs de durabilité des exploitations agricoles- guide d'utilisation. *Ouvrage*. 3^{ème} édition actualisée. p18.

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : Repères géographiques	66
ANNEXE 2 : Guide d'enquête	67
ANNEXE 3 : Protocole de prélèvement	79
ANNEXE 4 : Protocole d'extraction et de comptage des mycorhizes	88
ANNEXE 5 : Tableau de la typologie des itinéraires techniques	89
ANNEXE 6 : Typologie des exploitations	92

ANNEXE 1 : repères géographiques

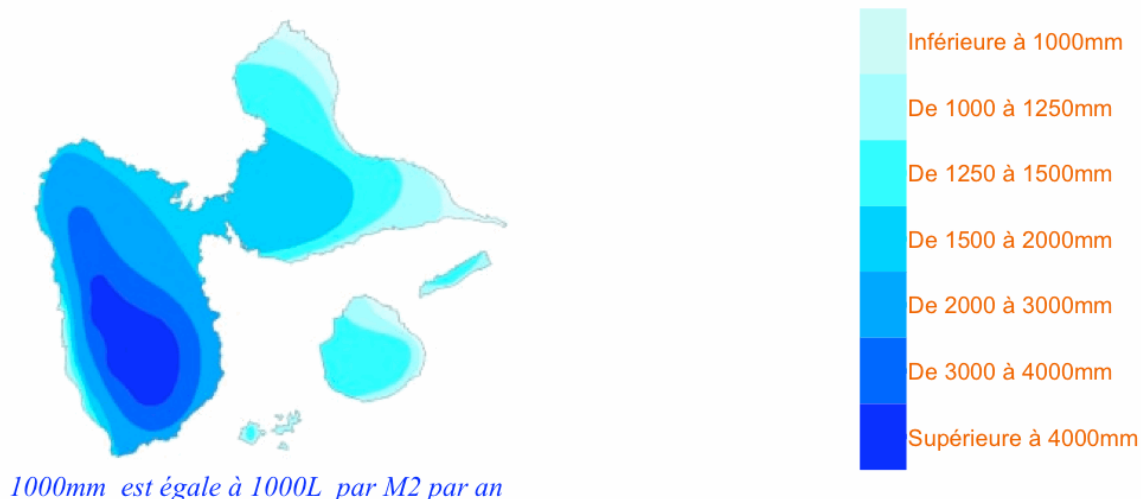


Climat
2001)

Schéma effet de circulation des masses d'air en basse terre (DOREL,

La Guadeloupe, île française de la mer Caraïbe, est divisée en deux petites îles dont les caractéristiques pédoclimatiques sont foncièrement différentes. Le climat de la basse terre est la conséquence directe de ses caractéristiques topographiques. Les vents alizés sont bloqués par les reliefs et soumet cette région à l'effet foehn. Cela génère un gradient altitudinal de la pluviométrie. L'effet foehn génère un climat propice à la culture de banane en côte au vent. On appelle cette région le croissant bananier. Les exploitations de Cavendish export y sont en majorité concentrées.

En grande terre et en côte sous le vent le climat est plus sec et plus propice à la culture de canne à sucre. Les grandes exploitations cannières se situent dans cette zone que l'on appelle le bassin cannier.



Carte de isohyètes de Guadeloupe (Source : laguadeloupe.com)

GUIDE D'ENQUÊTE-DIAGNOSTIC AGRO-ENVIRONNEMENTAL

"Alternatives agroécologiques en système de culture de banane plantain"

Enquête réalisée le

Enquêteur :

1. Identification et caractérisation de l'exploitant

Nom et Prénoms				Age		Nb sites exploités	
Coordonnées	Exploitant				Tel :	Fixe :	
	Exploitation					Mobile :	
Age d'installation		Conditions d'installation	Reprise	○	Achat		
Quand et pourquoi ce choix ?							
Activités exploitant	Principale		Secondaire		Antérieures		
Activité du conjoint							
Formation Agricole			Passé Agricole				
Niveau de Formation (Etudes)							
Ancienneté dans la production de plantain							
Situation familiale X	Marié <input type="checkbox"/>		Célibataire <input type="checkbox"/>		Divorcé <input type="checkbox"/>		Concubin <input type="checkbox"/>
Nombre d'enfants			Nombre de personnes à charge		Nb de familiaux participant à l'activité agricole		
Histoire de l'exploitant et Evolution de la SAU (ha)							
Implication dans réseaux et OPA (nommer)							

2. Structure et description de l'exploitation

Altitude (m)	Pluviométrie	Coordonnées GPS		Long. :
				Lat. :
Position géographique	Piémont (O/N)		Plaine drainée (O/N)	Zone hydromorphe (O/N)
Exposition de l'exploitation au vent X	Au vent <input type="checkbox"/>	Sous le vent <input type="checkbox"/>	Exposé <input type="checkbox"/>	
	Peu exposé <input type="checkbox"/>	Présence de brise vent <input type="checkbox"/>	Autre <input type="checkbox"/>	
Voiries (lg m /Km) X	Bon état général <input type="checkbox"/>	Manque de voiries <input type="checkbox"/>	Mauvais état <input type="checkbox"/>	
	Tuf (m) :		Béton (m) :	Terre (m) :
Bâtiments	Hangars (nombre, âge, capacité,...)		Autres (préciser)	
Surfaces (ha)	Totale		Banane Plantain	
	Autres Productions			
Système d'irrigation	Date d'établissement	Date Réhabilitation	Etat actuel	Perception de l'enquête du système
Parcellaire	Nombre de parcelles		dispersé (O/N)	Distance Parcelles-voiries



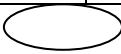
3. Détails du parcellaire de l'exploitation (1)

Parcelle 1	Surface (ha)		Pente		Mécanisable O/N		
	Cultures	Précédente(s)		Présente(s)		Suivante(s) (envisag.)	
	Variétés cultivées						
	Statuts fonciers (ha ou car.)	Propriété	Fermage	Colonage	Indivision	Occupation ss titre	
	Type de sol	Couleur		Profondeur		La teneur en pierre	
	Conditions hydriques (O/N)						
		Irriguée	Inondée	Drainage facile	Drainage difficile	Sèche	
Accès irrigation	Facile		○		Difficile		
Irrigation	Fréquence		Période		Début		
					Fin		
Parcelle 2	Surface (ha)		Pente		Mécanisable O/N		
	Cultures	Précédente(s)		Présente(s)		Suivante(s) (envisag.)	
	Variétés cultivées						
	Statuts fonciers (ha ou car.)	Propriété	Fermage	Colonage	Indivision	Occupation ss titre	
	Type de sol	Couleur		Profondeur		Pierrosité	
	Conditions hydriques (O/N)						
		Irriguée	Inondée	Drainage facile	Drainage difficile	Sèche	
Accès irrigation	Facile		○		Difficile		
Irrigation	Fréquence		Période		Début		
					Fin		
Parcelle 3	Surface (ha)		Pente		Mécanisable O/N		
	Cultures	Précédente(s)		Présente(s)		Suivante(s) (envisag.)	
	Variétés cultivées						
	Statuts fonciers (ha ou car.)	Propriété	Fermage	Colonage	Indivision	Occupation ss titre	
	Type de sol	Couleur		Profondeur		Pierrosité	
	Conditions hydriques (O/N)						
		Irriguée	Inondée	Drainage facile	Drainage difficile	Sèche	
Accès irrigation	Facile		○		Difficile		
Irrigation	Fréquence		Période		Début		
					Fin		

Détails du parcellaire de l'exploitation (2)

Parcelle 4	Surface (ha)		Pente		Mécanisable O/N		
	Cultures	Précédente(s)		Présente(s)		Suivante(s) (envisag.)	
	Variétés cultivées						
	Statuts fonciers (ha ou car.)	Propriété	Fermage	Colonage	Indivision	Occupation ss titre	
	Type de sol	Couleur		Profondeur		Pierrosité	
	Conditions hydriques (O/N)						
	Irriguée	Inondée	Drainage facile		Drainage difficile		Sèche
Accès irrigation	Facile			Difficile			
Irrigation	Fréquence		Période		Début		
					Fin		
Parcelle 5	Surface (ha)		Pente		Mécanisable O/N		
	Cultures	Précédente(s)		Présente(s)		Suivante(s) (envisag.)	
	Variétés cultivées						
	Statuts fonciers (ha ou car.)	Propriété	Fermage	Colonage	Indivision	Occupation ss titre	
	Type de sol	Couleur		Profondeur		Pierrosité	
	Conditions hydriques (O/N)						
	Irriguée	Inondée	Drainage facile		Drainage difficile		Sèche
Accès irrigation	Facile			Difficile			
Irrigation	Fréquence		Période		Début		
					Fin		
Parcelle 6	Surface (ha)		Pente		Mécanisable O/N		
	Cultures	Précédente(s)		Présente(s)		Suivante(s) (envisag.)	
	Variétés cultivées						
	Statuts fonciers (ha ou car.)	Propriété	Fermage	Colonage	Indivision	Occupation ss titre	
	Type de sol	Couleur		Profondeur		Pierrosité	
	Conditions hydriques (O/N)						
	Irriguée	Inondée	Drainage facile		Drainage difficile		Sèche
Accès irrigation	Facile			Difficile			
Irrigation	Fréquence		Période		Début		
					Fin		

Détails du parcellaire de l'exploitation (3)

Parcelle 7	Surface (ha)			Pente			Mécanisable O/N			
	Cultures	Précédente(s)			Présente(s)			Suivante(s) (envisag.)		
	Variétés cultivées									
	Statuts fonciers (ha ou car.)	Propriété	Fermage	Colonage	Indivision	Occupation ss titre				
	Type de sol	Couleur			Profondeur			Pierrosité		
	Conditions hydriques (O/N)									
	Irriguée	Inondée			Drainage facile			Drainage difficile		Sèche
Accès irrigation	Facile						Difficile			
Irrigation	Fréquence			Période			Début			
							Fin			
Parcelle 8	Surface (ha)			Pente			Mécanisable O/N			
	Cultures	Précédente(s)			Présente(s)			Suivante(s) (envisag.)		
	Variétés cultivées									
	Statuts fonciers (ha ou car.)	Propriété	Fermage	Colonage	Indivision	Occupation ss titre				
	Type de sol	Couleur			Profondeur			Pierrosité		
	Conditions hydriques (O/N)									
	Irriguée	Inondée			Drainage facile			Drainage difficile		Sèche
Accès irrigation	Facile						Difficile			
Irrigation	Fréquence			Période			Début			
							Fin			
Parcelle 9	Surface (ha)			Pente			Mécanisable O/N			
	Cultures	Précédente(s)			Présente(s)			Suivante(s) (envisag.)		
	Variétés cultivées									
	Statuts fonciers (ha ou car.)	Propriété	Fermage	Colonage	Indivision	Occupation ss titre				
	Type de sol	Couleur			Profondeur			Pierrosité		
	Conditions hydriques (O/N)									
	Irriguée	Inondée			Drainage facile			Drainage difficile		Sèche
Accès irrigation	Facile						Difficile			
Irrigation	Fréquence			Période			Début			
							Fin			

4. La conduite technique de la banane plantain (1)

Itinéraire technique	Type 1	Type 2	Type 3
Surface (ha)			
Localisation sur l'exploitation (parcelles)			
Précédent cultural (Pourquoi ce choix)			
Type de destruction bananeraie? (Tracteur, pulvériseur, Coutelas, piquère)			
Matériel végétal utilisé ? (Pif, rejets, vitroplants) Provenance/origine des plants ?			
Variétés de plantain			
Opérations sur les plants avant plantation ? O/N (si oui lesquelles et pourquoi ?) (Produit utilisé, dose)			
Travail du sol avant plantation <ul style="list-style-type: none"> • Labour au tracteur ou à la charrue • Trouaison manuelle 			
Amendement (O/N) (si oui préciser nature (org ou min), noms, fréquence et qté apportée...)			

La conduite technique de la banane plantain (2)

Itinéraire technique	Type 1	Type 2	Type 3
Taille des plants mis en terre			
Distance entre plants / Densité (nb de pieds/ha)			
Dispositif ? (A plat, Fond sillon, planche, quinconce, ligne ou autre à préciser)			
Age de la plantation (indiquer année et mois de la plantation)			
Fréquence de replantation moyenne (règle de décision de destruction/replantation de la bananeraie)			
Désherbage manuel ou chimique (nom du produit) Temps de travail et outils /équipements			
Méthode de lutte contre les ravageurs Si chimique : Produits, doses, fréquence, coût et temps de travail ?			
Fertilisation (nature, dose, fréquence) Temps de travail ? coût (£/Gdes) ? disponibilité?			
Disponibilité de MO ? <ul style="list-style-type: none"> • Toujours • Parfois Si on paie d'avance			
Analyse du sol ? O/N si oui pourquoi ?			
Jachère spontanée / contrôlée chimiquement (Objectifs, produits, doses, fréquence, coût et temps de travail, durée)			
Cultures associées au plantain ? Pourquoi ?			
Disponibilité en eau ? (fréquence, durée moyenne d'un arrosage) Technique d'irrigation ?			

La conduite technique de la banane plantain (3)

Itinéraire technique	Type 1	Type 2	Type 3
Haubanage (systématique/ sélectif, % plants haubanés)			
Oeilletonnage (objectif, fréquence...)			
Effeuilage (objectif, fréquence...)			
Ablation			
Symptômes (noms)¹ Pestes et ravageurs maladies (observés à quel moment du cycle et depuis quelle époque ? (an))			
Qualification et quantification des dégâts Organes attaqués			
Autres opérations éventuellement pratiquées			

La conduite technique de la banane plantain (performances à la parcelle)

Itinéraire technique	Type 1	Type 2	Type 3
Nombre de régimes récoltés			
Transport des régimes			
Tonnage (évaluation) préciser si l'année est bonne ou mauvaise			

¹ **Mauvaises herbes** (ou adventices), **parasites animaux** (insectes, nématodes, rongeurs, mollusques, oiseaux...), **champignons** et **maladies à virus ou bactéries**.

5. Observations de l'enquêteur / type de parcelle (ITK)

Itinéraire technique	Type 1	Type 2	Type 3
<p>Etat sanitaire de la bananeraie (% verse, % bananier/nécrose foliaire)</p>			
<p>Enherbement (densité d'adventices rencontrées : +, ++, +++) homogènes / hétérogènes ? graminées? légumineuses ?</p>			
<p>Analyse nématologique ? (O/N) si oui pourquoi ? (Présence de nécroses racinaires ?)</p>			
<p>Présence de macrofaune (O/N) si oui estimer la qté, + /++/+++ (vers de terre, turricules, nids de fourmis, oiseaux, autres préciser)</p>			
<p>Comptage composantes du rendement - Nbre de mains/régime - Nbre de doigts / régime - Dimension des doigts (en cm)</p>			

6. Caractérisation technico-économique de la production de plantain / exploitation

Destination production préciser %	Consommation familiale	Marché citadin	Marché local	Intermédiaire	Export	Autres
Prix unitaire (€/ pesos / gdes)						
Période pic productif (?)			Période de rareté (?)			
Estimation volume produit	Prix de vente moyen		Estimation volume produit	Prix de vente moyen		
Temps de travail						
Quantité UTH						
Acheteurs plantain ? (contrat de vente de plantain ?)						
Quels investissements /plantain ? Quel emprunt ? Niveau d'endettement ?						

7. Affectation des ressources de l'exploitation (T,W,Φ)

➤ Ressources en travail (W)

Force de travail	Production ? Affectations de la MO (UTH/production)	Modalités de paiement	Rémunération (€/pesos/gdes) Jour/15aine/mois	Autres (préciser) (ex: spécialisation/opérations)
MO familiale (UTH totaux)				
MO salariée temporaire (UTH totaux)				
MO salariée permanente (UTH totaux)				
Entraide (origine) (UTH totaux)				
Equipements mécaniques et/ou motorisés				

➤ **Ressources financières (Φ)**

	Production (noter %)	source financière	Equipements utilisés ? disponibilité	Besoins
Traitements phytosanitaires				
Traitements vétérinaires				
Fertilisation/ engrais				
Désherbage (Herbicides)				
Irrigation (consommation en eau)				
Achats aliments animaux				
Préparation du sol				
Main d'œuvre Coût ?				
Transports				

➤ Marge manœuvre financière

Crédits, emprunts, aides

- 1) avez-vous accès au crédit (quel organisme) ?
- 2) avez-vous accès à des délais de paiement auprès des fournisseurs d'intrants ?
- 3) avez-vous des dettes fournisseurs ?

Les aides à l'exploitation

Nature des aides	Montant (€/peso/Gdes)	Conditions d'obtention

8. Questions ouvertes complémentaires

1) Pourquoi continuer la banane ?

Rep : _____

2) De quoi avez-vous besoin pour continuer ?

Rep : _____

3) A l'avenir voulez vous en terme de taille/surface :

- a) augmenter la surface de votre culture b) la diminuer c) la maintenir

Pourquoi ?

Rep : _____

4) Associez vous plusieurs variétés de banane légume ? (O/N) _____ si oui pourquoi ?

Rép. : _____

5) Quels sont vos principaux problèmes avec la culture de banane plantain ?

Rép. : _____

6) Suivis techniques, travaillez vous avec des techniciens ? (O/N) _____ lequel () ?

ANNEXE 3

Protocole simplifié pour le diagnostic agroécologique de la culture de banane plantain en Guadeloupe.

MAI 2011

Objectifs du diagnostic agro-écologique

Les objectifs assignés à ce diagnostic sont les suivants :

- Comprendre comment les composantes environnementales et techniques affectent l'état phytosanitaire des parcelles de banane plantain et les niveaux de production.
- Identifier les principes écologiques qui sous-tendent des possibilités de régulation biologique des bio-agresseurs.

Méthodes de diagnostic et d'échantillonnage

Deux parcelles issues de la typologie faite à partir des 76 exploitations enquêtées sont comparées (**voir doc typologie ITK**). Ces deux parcelles sont sur **sol ferrallitique**. Deux typologies seront comparées : **Type 3** (mauvais précédent cultural, apports de fertilisants appropriés à la culture de banane, fréquence de replantation plus importante, état sanitaire mauvais à 15%) et **Type 4** (bon précédent cultural, apports de fertilisants différents de ceux utilisés habituellement en bananeraie, fréquence de replantation moins importante, pas d'état sanitaire mauvais). Les parcelles, homogènes, doivent comporter au moins 100 bananiers dont 10 au stade de floraison.

La méthode de diagnostic au sein des différentes exploitations sélectionnées comporte plusieurs étapes :

1. Caractéristiques générales de la parcelle (annexe 1)
2. Diagnostic de problèmes phytosanitaires aériens et telluriques (annexe 2)

3. Diagnostic du niveau de productivité de la placette (annexe 3)

4. Prélèvements pour analyses au laboratoire (annexe 4).

ANNEXE 1
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DE LA PARCELLE

Enquête réalisée le/...../ 20....

Exploitant :

Lieu :

Parcelle N°	Altitude	Latitude	Longitude	Pente
Surface	Type de sol	Pierrosité (%)	% Paillis (si présent)	% Sol nu
% Enherbement	Espèce d'herbe dominante	Présence d'arbres dans parcelle	Proximité de parcelle (cultures, forêt, cours d'eau...)	
Mode de conduite				
Age plantation	Préparation du sol (labour, manuel)	Distance de plantation	Précédent cultural	Autres espèces présentes (associations)

Apports d'INTRANTS				
Nature	Produit utilisé	Dose	Fréquence / cycle	Date dernière application
Désherbage (manuel/chimique)				
Fertilisation chimique O/N ?				
Fertilisation organique O/N ?				
Amendements O/N ?				
Insecticides O/N ?				
Nématocides O/N ?				
Fongicides O/N ?				

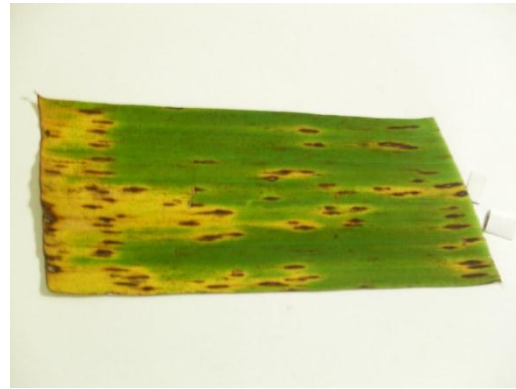
ANNEXE 2

DIAGNOSTIC DE PROBLÈMES PHYTOSANITAIRES AÉRIENS ET TELLURIQUES

1. Feuilles : sur le périmètre choisi, on observera le feuillage du peuplement pour détecter les nécroses foliaires pouvant avoir diverses origines:

Cercosporiose jaune (pas de Cercosporiose noire en Guadeloupe) : face supérieure puis inférieure du limbe : *tirets jaune pâle ou marron foncé de 1 à 2mm de long*, qui s'élargissent pour former des *lésions nécrotiques à halo jaune et centre gris clair*. On notera le pourcentage de feuilles infestées (0 à 100%) sur l'ensemble de feuilles du bananier.

N.B : Ne pas confondre les nécroses dues à la Cercosporiose par rapport à la sénescence foliaire et, au jaunissement dû aux carences en éléments minéraux ou à la toxicité.



Carence en Magnésium (Mg): décoloration terne du feuillage, *jaunissement débutant dans la partie externe des feuilles, un liseré vert subsistant sur la bordure* (symptôme de « chlorose magnésienne »). Dans certains types de sols, les sols ferrallitiques notamment, ces symptômes de chlorose s'accompagnent de *marbrures au niveau des pétioles* (symptôme du « bleu magnésien ») On notera le pourcentage de feuilles présentant un signe de carence (0 à 100%) selon le niveau de cette carence en Mg soit nulle à élevé.

Carences en Potassium (K): symptômes apparaissent principalement au stade fleur pointant. *Fanaison rapide des feuilles les plus âgées qui prennent une couleur jaune orangé caractéristique* tandis que leur *extrémité se dessèche et se recourbe en crosse*. Cette carence se traduit également par une accentuation de la courbure et un mauvais remplissage des fruits. On notera le pourcentage de feuilles présentant un signe de carence (0 à 100%) en K.

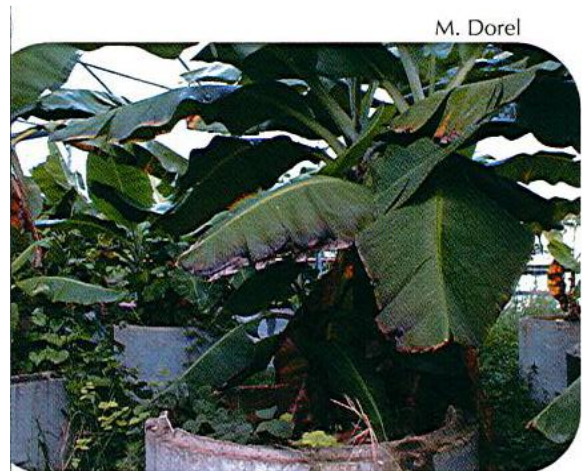


M. Dorel

Carence en Zinc (Zn) : Les symptômes de la carence en zinc s'observent sur les jeunes feuilles. Celles-ci présentent une *alternance de bandes décolorées et de bandes vertes*, parallèles aux nervures secondaires (chlorose en bandes). Une *pigmentation lie de vin de la face inférieure du cigare* peut également être associée à cette carence.

Carence en Soufre (S) : la carence en soufre s'observe surtout sur de jeunes bananiers. Les *feuilles nouvellement émises présentent un retard de coloration*. Elles sont de couleur jaune et n'atteignent une coloration verte normale qu'une dizaine de jours après leur émission.

Toxicité manganique (Mn): elle se caractérise par un *noircissement du bord des limbes évoluant en nécroses*. Elle s'observe généralement sur les sols les plus évolués (sols à halloysite, sols ferrallitiques) dans des conditions de pH acide (inférieur à 5,5), de mauvais drainage ou de sol compacté. On notera le pourcentage de feuilles présentant un signe de carence (0 à 100%) selon le degré de la toxicité.



Engorgement foliaire : c'est l'une des conséquences d'un déficit hydrique chez le bananier. A cet effet, on observera un *engorgement du bouquet foliaire* permettant à la plante de limiter ses pertes en eau. On notera le nombre de plants par parcelle qui présente cet engorgement.

Autres observations : vérifier si les feuilles sont attaquées par les coléoptères (Hannetons) et noter tous autres symptômes qui sont visibles sur la plante.

ANNEXE 2 (suite)

Les symptômes liés aux problèmes sanitaires aériens se feront à l'échelle de la parcelle :

Evaluation globale des symptômes aériens			
% Cercosporiose jaune	% Carence en Mg	% Carence en K	% Carence en Zn
% Carence en S	% Toxicité Mn	% Engorgement foliaire	Autres observations

2. Description des symptômes telluriques sur le terrain

Evaluation globale des symptômes telluriques			
Nombre de plants versés/parcelle		% plants versés	

Les charançons du bulbe : une évaluation des dégâts causés par les charançons sera faite sur *10 bananiers déjà récoltés sur la parcelle*. On réalisera un parage sur les $\frac{3}{4}$ du bulbe à l'aide d'une bêche puis, on mesurera à l'aide d'un ruban métrique la surface dégagée du bulbe. On observera ensuite les galeries creusées par des charançons sur cette surface et on y mesurera la longueur totale des galeries observées de manière à avoir le taux d'infestation des dégâts causés par les charançons (longueur totale des galeries/surface observée).

Les symptômes telluriques : charançons										
Bananiers récoltés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Taux d'infestation charançons (longueur totale des galeries)										

Diamètre bulbe (cm) ; puis surface totale observée (cm²)										
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**ANNEXE 3
DIAGNOSTIC DU NIVEAU DE PRODUCTIVITÉ DE LA PARCELLE**

Régime : Pour estimer le rendement par parcelle, on comptera le nombre de doigts des régimes (*après rejet de la bractée*) par plant.

Pseudotrunc : sur les 10 bananiers choisis, on relèvera à l'aide d'un ruban métrique, la circonférence du pseudotrunc à 1m du sol. Cette mesure permettra d'estimer le rendement potentiel de la placette.

FICHE DE DIAGNOSTIC DU NIVEAU DE PRODUCTIVITÉ DE LA PLACETTE

Bananier choisi au même stade de floraison										
Bananier choisi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nombre de doigts par régime										
Circonférence Pseudotrunc (cm)										

ANNEXE 4
ÉCHANTILLONNAGE SOL

On définira **10 points d'échantillonnage** qui serviront de repère pour la réalisation des prélèvements des échantillons sols. On prélèvera 10 échantillons composites de 300g (5 sous échantillons par point, à 0-15 cm de profondeur). Ces échantillons serviront aux analyses chimiques (**pH_{H2O}**, **pH_{KCl}**, **Humidité à 105°C**) et aux comptages de **spores mycorhiziens**.

Morphologie : À l'aide d'un couteau, on prélèvera un échantillon de sol de 5×5×15 cm au centre de chaque parcelle homogène. On le placera délicatement dans un sachet étiqueté. Les agrégats d'origines diverses seront identifiés au laboratoire sous loupe binoculaire.

Macrofaune : Dans chaque parcelle, on prélèvera 10 échantillons de faune de litière si présente (carré de 25cm de côté). Puis seront prélevés 10 bêches cube de sol (25×25×20cm) dans lesquels on triera la faune du sol. Ensuite, on réalisera un tri manuel de la macrofaune sur le terrain. Les animaux seront placés dans des bocaux étiquetés remplis d'alcool à 95°. Ces échantillons seront transportés au laboratoire pour l'identification.

Analyses nématologiques : On prélèvera une bêche cube de sol (25x25x20cm) au pied de 10 bananiers au stade floraison. On triera toutes les racines primaires contenues dans ce volume de sol et, on les placera dans des sachets étiquetés et conservera dans une glacière. On calculera l'Indice de Nécroses Racinaires (INR) puis, on fera des extractions de nématodes phytoparasites sur ces racines de bananier au laboratoire.

Les symptômes telluriques : nématodes (INR)											
	Plants	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nombre de racines nécrosées/ nombre de racines observées	0: racines saines										
	1: 0-25% racines nécrosées										
	2: 26-50% racines nécrosées										
	3: 51-75% racines nécrosées										
	4: 76-100% racines nécrosées										

Liste du matériel

Chimie Mycorhizes	Morphologie	Nématologie Charançons	Faune	Rendements	Divers
Carotteur 20 sachets Seaux	Couteau aiguisé Petite pelle Règle 2 sachets	Bêche Coutelas Couteau aiguisé Ruban métrique Règle 20 sachets	Cadre Fourche Pelle Bêche 40 bocaux Bacs Alcool à 95° Pincés	Ruban métrique	Feutres Crayons Etiquettes Sacs poubelles Glacière Gants Appareil photo

ANNEXE 4

PROTOCOLE EXTRACTION ET COMPTAGES SPORES MYCORHIZIENS

- A partir de chaque échantillon de sol, 100 g sont prélevés et mis dans un bécher auquel on ajoute de l'eau. Le tout est vigoureusement agité.
- La solution ainsi obtenue est filtrée à travers une série de tamis (250, 75 et 50 μ m) sous un jet d'eau.
- Le contenu des deux derniers tamis est versé dans des tubes à centrifugation et centrifugé à 2000 rpm (tours par minute) pendant 10 min.
- Le surnageant est éliminé puis remplacé par une solution de saccharose à 50% (w : v).
- La centrifugation est de nouveau réalisée (2000 rpm, 10 min).
- Le surnageant est filtré à travers un tamis (45 μ m) afin de récupérer les spores (Gerdemann & Nicolson, 1963).
- Les spores sont ensuite récupérées dans 100ml d'eau. L'estimation sera faite par comptage sous loupe binoculaire, du nombre de spores contenues dans un ml de surnageant et par extrapolation sur le volume total (100ml). Si aucune spore n'est observée, tout le surnageant est réduit à 1ml et observé de nouveau. Une tentative d'identification du genre des spores sera effectuée en se basant sur les critères proposés par SCHENCK & SMITH (1982)

ANNEXE 5 : tableau de la typologie des itinéraires techniques

		TYPE 1		TYPE 2	TYPE 3	TYPE 4	
		1.1 ITK Banane export	1.2 ITK banane export dégradé en soins aux pieds	ITK banane export dégradé en intrants	ITK banane export dégradé soins aux pieds et pesticides	ITK autre que Banane export	
modalités présentes		28 parcelles		42 parcelles	38 parcelles	8 parcelles	
ITK	Pesticide	Pralinage et 1 application et plus		Pralinage 100%	Pralinage 100%	Pralinage 100%	
	Fertilisation	Urée et/ou DAP/engrais complet 1 engrais utilisé		1 engrais utilisé 64%	Urée et/ou dap/engrais complet 100%	1 engrais 100%	
	Dose fertilisants (kg/ha/an)	d<100	0%	13%	5%	13%	0%
		100<d<499	14%	38%	39%	68%	100%
		500<d<999	14%	50%	28%	16%	0%
		1000<d	71%	0%	28%	3%	0%
	Soins aux pieds	Haubannage		selectif/absent 89%	systematique 68%	selectif 71%	selectif/absent 100%
	Oeilletonnage	Systematique 100%	au besoin/absent 68%	systematique 76%	systematique 100%	au besoin/absent 100%	
	Effeuillage		systematique 100%	systematique 72%	au besoin 60%	au besoin/absent 60%	
Précédent cultural	bon mauvais	bon 78%		bon 67%	mauvais 60%	bon 78%	
Travail du sol	Labour tracteur trouaison manuelle	labour tracteur 95%		labour tracteur 57% trouaison manuelle 43%	labour tracteur 67% trouaison manuelle 33%	labour 100%	
Jachère	oui non	oui 78%		oui 67%	oui 70%	oui 88%	

		modalités présentes	TYPE 1.1	TYPE 1.2	TYPE 2	TYPE 3	TYPE 4
Exploitation	Mode de faire valoir	direct ou indirect	indirect 66%		indirect 67%	direct 60% indirect 40%	direct 70%
	Surface parcelle (Ha)		1	0,7	0,67	1,4 0,3	0,4
	Surface plantain (Ha)		1,95	1,4	1,32	2,63 0,5	0,67
	Localisation principale		Croissant bananier	Capesterre	Croissant bananier	Capesterre	Bassin cannier
Milieu	Sol	Ferralitique	50%	33%	56%	43%	88%
		Nitisol	0%	33%	30%	43%	0%
		Andosol	50%	33%	10%	14%	0%
Vertisol		0%	0%	0%	0%	6%	
Pente	nulle/faible	68%	88%	52%	66%	100%	
	moyen	5%	0%	4%	16%	0%	
	forte	27%	12%	40%	18%	0%	
Altitude(m)	a<50	39%	16%	32%	21%	43%	
	50<a<100	44%	27%	16%	45%	57%	
	100<a<200	11%	5%	32%	18%	0%	
	200<a	6%	44%	16%	5%	0%	
Etat sanitaire	Fqce de replantation (an)		2,5	2,75	2,34	2 1,7	2,8
	Etat sanitaire	bon	100%		68%	74%	85%
		moyen	0%		23%	11%	15%
		mauvais	0%		9%	15%	0%
Macrofaune	faible	20%	44%	56%	70%	85%	
	moyen	80%	28%	38%	30%	15%	
	élevée	0%	28%	5%	0%	0%	
Enherbement	faible	83%	55%	70%	54%	34%	
	élevée	17%	45%	30%	46%	46%	

ANNEXE 6 : typologie des exploitations

Construction de la typologie d'exploitation

Pour réaliser la typologie d'exploitation, une première analyse a été entreprise en s'inspirant de la démarche de la typologie à dire d'expert élaborée par Landais (1996). Cette méthode consiste à placer sur deux axes graphiques des critères jugés discriminants par les personnes les plus informées par rapport à la question d'étude (par exemple les techniciens de terrains...). Il organise les exploitations par rapport à ces critères pour déterminer une typologie.

Il s'agit alors de déterminer les critères qui nous permettent de classer les différentes exploitations de manière pertinente par rapport à l'étude.

Le postulat de base est qu'une exploitation possédant une surface de plantain supérieur à 1 Ha met en œuvre des moyens pour la production et la commercialisation de cette spéculacion qui sont plus importants de ceux qui ont une surface inférieure à 1 Ha (Defeché, 2007). De plus, la culture principale de l'exploitation est déterminante car elle permet d'évaluer l'importance des moyens techniques et financiers investis dans la production du plantain (Defeché, 2007).

La culture principale de l'exploitation est le critère discriminant choisi pour représenter le premier axe tandis que le deuxième axe représente la surface en plantain sur l'exploitation. Ce travail permet une première approche de la typologie qu'il est intéressant de consolider grâce à un travail statistique.

		Surface en plantain	
		S<1Ha	S>1Ha
activité principale	Banane plantain	jardin vivrier spécialisé en plantain	Moyennes exploitations spécialisées en plantain
	Banane plantain et racines	Moyennes exploitations plantain et racine	manque échantillonnage
	Banane plantain ananas	manque échantillonnage	Grandes exploitations diversifiées ananas/plantain
	Cavendish export export	manque échantillonnage	Grandes exploitations spécialisées en banane dessert
	Elevage	Manque échantillonnage	Moyennes exploitations à dominante élevage

Une analyse en composante principale (ACP) offre un premier résultat de l'organisation des données.

Ici, le critère choisi est l'assolement. Il correspond au pourcentage de surface utilisé par chaque culture présente sur l'exploitation par rapport à la surface totale. Chaque culture correspond donc à une variable :

- La proportion de banane plantain
- La proportion de banane dessert
- La proportion de culture maraichère
- La proportion d'ananas
- La proportion de surface en friche, jachère ou en pâturage-qui peut être révélatrice du système d'exploitation au même titre que les autres productions-.

Une classification ascendante hiérarchique (CAH) est appliquée aux résultats de l'ACP. Les données utilisées sont les coordonnées de chaque exploitation sur les axes les plus représentatifs proposés par cette ACP. Chaque axe est également pondéré par sa valeur propre. Les exploitations sont classées selon la méthode de Ward. Elle utilise un outil statistique qui compare sur le graphique les distances entre chaque individu et réuni deux à deux ceux d'entre eux qui sont statistiquement les plus proches. Cette méthode permet ainsi de déterminer les groupes les plus homogènes. (annexe 3)

Une toute autre méthode a permis de construire la typologie des itinéraires techniques.

Typologie des exploitations

Sur les 76 exploitations, cinq étaient des jardins créoles. Ces exploitations ont donc été écartées du panel, sept sont très différentes de la majorité des autres dans leur mode de gestion et ne peuvent être associées aux différents groupes formés (par exemple, l'un des exploitants cultivait un hectare sur dix de ses terres et ne pouvait entrer dans la classification). Soixante-cinq exploitations ont finalement servi à l'élaboration de la constitution des types.

L'objectif de cette typologie consiste à caractériser les exploitations productrices de banane plantain. C'est un outil couramment utilisé en agronomie. Il permet d'organiser les données afin de préparer une action de terrain ciblée et appropriée.

Un tableau récapitulatif des types est détaillé ci-après

Type 1 : petites et moyennes exploitations spécialisées en banane plantain (33 exploitations)

Le type 1 regroupe les trente-trois producteurs, de petites et moyennes exploitations, qui ont choisis de se spécialiser en banane plantain. Ce type est séparé en deux sous-types :

- Le premier est principalement constitué d'exploitations très limitées foncièrement et dont la surface est inférieure à 1Ha : Les producteurs partagent leur temps entre l'exploitation et une autre activité qui procure l'essentiel de leur revenu. Ils vendent leur récolte aux grossistes et le prix de vente n'excède pas soixante-dix centimes d'euros le kilogramme.
- Les exploitations qui possèdent une surface cultivée comprise entre un et quatre hectares constituent le second sous-type. Cinquante pour cent des exploitants plantent toute leur surface en banane plantain l'autre moitié laisse une partie de leur terre en jachères.

Pour chacun des deux sous-types, les producteurs n'ont généralement pas suivi de formation agricole mais possèdent une connaissance de la culture de la banane plantain acquise par leur expérience professionnelle. Ces exploitations ne touchent pas de subventions et ne sont pas associées à des groupements de producteurs.

Type 2 : Moyennes exploitations élevage et banane plantain (6 exploitations)

Les 6 exploitations étudiées qui possèdent des plantations de 4 Ha en moyenne partagent leur terre à égale surface entre la banane plantain et la jachère. L'activité principale de l'exploitation est l'élevage mais les producteurs se consacrent également à la culture de banane plantain qui apporte des revenus complémentaires. Ces exploitants sont propriétaires de leur terrain. 33% d'entre eux ont bénéficié d'une formation agricole. 33% perçoivent des subventions pour leur activité d'élevage. La banane plantain est cédée aux grossistes lorsque la vente est rentable sinon elle est sert de fourrage aux animaux d'élevage.

Type 3 : Moyennes exploitations banane plantain et racine (9 exploitations)

Les 9 producteurs concernés par ce type partagent leur activité pour moitié entre les cultures de banane plantain et de racines (igname, patate douce, malanga...) La surface moyenne de leurs exploitations est de deux hectares.

Ici, les producteurs, dont l'âge moyen est de soixante-et-un ans, comptent principalement sur une main d'œuvre familiale. Ils vendent leur récolte de banane plantain aux grossistes à un prix moyen bas de 67 centimes d'euros le kilogramme. Ils ne reçoivent pas de subventions car ils ne déclarent pas leur activité agricole, soit par ce qu'ils sont retraités, soit parce qu'ils travaillent sur le territoire sans autorisation.

Type 4 : Grandes exploitations spécialisées en banane plantain ananas maraîchage (11 exploitations)

Les producteurs des grandes exploitations spécialisées en banane plantain, ananas et maraîchage, connaissent parfaitement l'itinéraire technique de la banane plantain grâce à leur expérience professionnelle et familiale. Ils ont suivi une formation agricole. Ils ont une bonne trésorerie et l'agriculture est leur activité rémunératrice, ils y consacrent donc l'ensemble de leur temps.

Les agriculteurs ont su intégrer les innovations agroécologiques de la Cavendish export à leur système de culture. Ils ont une formation agricole, bénéficient de subventions. Ils adhèrent à des Société d'intérêt collectif agricole (SICA) qui achètent leur produit à des prix supérieurs à ceux pratiqués par les grossistes.

L'assolement de l'exploitation, partagé entre la banane plantain et l'ananas ou le maraîchage, leur permet d'effectuer des rotations assainissantes.

Type 5 : Grandes exploitation de Cavendish export et banane plantain (6 exploitations).

17% seulement de la surface totale des grandes exploitations de ce type sont alloués à la banane plantain. Les producteurs privilégient la culture de la Cavendish et y investissent la majorité de leur temps et de leur trésorerie. Les engrais et produits pesticides achetés pour la Cavendish export sont aussi utilisés pour la banane plantain. Comme dans le type 4, les producteurs adhèrent et vendent aux SICA et obtiennent de bons prix sur les ventes de banane plantain.

	Type 1 Exploitations spécialisées en plantain		Type 2 Moyennes exploitations avec assolement jachère/paturage	Type 3 Moyennes exploitations en banane plantain/racines	Type 4 Grandes exploitations spécialisées en plantain avec assolement ananas/maraichage	Type 5 Grandes exploitations spécialisées en banane dessert
	Petites exploitations	Moyennes exploitations				
Effectif	14	9	15	9	11	6
banane plantain	94%		36%	46%	40%	17%
banane dessert	0%		0%	0%	0%	41%
jachère	1%		58%	2%	16%	5%
racines	0%		0%	44%	1%	3%
maraichage	1%		0%	0%	12%	4%
canne	0%		0%	0%	1%	0%
ananas	0%		0%	0%	14%	7%
SAU totale (Ha)	0,540	2,800	4,300	2,191	8,2	9,9
Surface plantain (Ha)	0,530	2,400	1,600	0,794	3	1,6
culture principale	Banane plantain	Banane plantain	Banane plantain	Banane plantain/racines	Banane plantain/ananas/maraichage	Banane dessert
Mode de faire valoir	Indirect	Indirect	Direct	Indirect	Direct	Direct/indirect
Age d'installation	12	5	27	17	14	14
Investissement à l'hectare		1917	1828	2050	3456	3360
MO	familiale	familiale/temporaire	familiale	familiale	salariée temporaire	salariée permanente

Prix moyen de vente plantain (euros)	0,680	0,770	0,690	0,657	0,9	0,9
Age moyen	51	50	58	61	46	38
Formation agricole	Non 93%	Non 75%	Non 86%	Non 89%	Oui 64%	Oui 83%
Association groupement	Non 100%	Non 100%	Non 86%	Non 75%	Oui 82%	Oui 100%
Aides	Non 100%	Non 100%	Non 86%	Non 100%	Oui 54%	Oui 50%

