



**HAL**  
open science

# Systèmes de cultures à cycle court : Évaluation par voie d'enquête de l'impact des pratiques culturales sur l'évolution de la matière organique dans le sol

Clément Chopin

## ► To cite this version:

Clément Chopin. Systèmes de cultures à cycle court : Évaluation par voie d'enquête de l'impact des pratiques culturales sur l'évolution de la matière organique dans le sol. Sciences du Vivant [q-bio]. 2014. hal-02796516

**HAL Id: hal-02796516**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02796516>**

Submitted on 5 Jun 2020

**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.

**Projet d'étude**

**Systemes de cultures à cycle court:  
Evaluation par voie d'enquête de l'impact des pratiques culturales  
sur l'évolution de la matière organique dans le sol.**



Septembre 2014

Clément Chopin  
Esitpa, 4ème année



## Remerciements

Depuis le début du stage, j'ai eu la chance d'avoir été encadré par des personnes qui m'ont motivé afin d'arriver à des résultats concluants. Ainsi je voudrais tout d'abord remercier M. Jean Louis DIMAN qui a proposé ce stage à l'ESITPA et sans qui je n'aurais probablement pas autant appris et évolué.

Je voudrais également remercier tout particulièrement M. François CAUSERET qui m'a orienté durant le déroulement de mon stage. Il m'a permis d'acquérir des connaissances fondamentales.

Ensuite, je remercie M. Jorge SIERRA, responsable scientifique du programme TROPEMIS au sein duquel s'insère le travail qui m'a été confié, et qui m'a dirigé sur la pertinence agronomique des résultats. J'espère que mon travail a répondu à vos attentes. Vos remarques ont été une source d'apprentissage réellement importante.

Je tenais également à remercier spécialement Me Aurore CAVALIER pour m'avoir encadré jour après jour durant toute la durée de stage. Les formations sur le terrain ainsi que nos discussions au bureau resteront un immense apport de connaissances qui me servira pour mon futur professionnel.

De manière plus large, je n'oublie pas de remercier toute l'unité ASTRO du Centre INRA Antilles Guyane pour l'accueil chaleureux qui m'a été réservé. Cette expérience au sein de cette unité restera gravé à jamais.

Enfin, je remercie plus particulièrement les agriculteurs guadeloupéens pour avoir accepté de me recevoir sur leurs parcelles. Je n'oublierai jamais Me ANDYPAIN, M. BONALAIR, M. LOGNOS etc... Cette approche sur le terrain est selon moi, l'activité la plus formatrice à laquelle il m'a été donné de participer jusqu'à maintenant. En effet, c'est par l'échange avec les premiers acteurs de mon étude que j'ai pu apprendre les pratiques culturelles et l'agriculture guadeloupéenne de manière plus générale. Merci à vous tous.



## Sommaire

Résumé	1
Introduction	2
1. Contexte de l'étude	3
2. Méthodologie	7
a. L'étude bibliographique	7
b. Les enquêtes de terrains	7
c. La traduction de la base de données en variables statistiques	8
d. Traitement statistique des données	8
e. Mise en relation avec le taux de carbone	9
3. Matériel et méthodes	10
a. Questionnaire d'enquête	10
b. Méthodologie d'enquête	10
c. Méthodologie des traitements statistiques	12
d. Analyse du taux de carbone	14
4. Résultats	16
a. Analyse en composantes principales (ACP)	16
b. Analyse Factorielle des Correspondances Multiples (AFCM)	19
c. Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)	20
d. Résultats des analyses de sol.	25
5. Discussions	26
a. Analyse et interprétation des résultats par rapport à la problématique	26
b. Limites et critiques de la méthode	30
c. Retour d'expériences et apports personnels	31
Conclusion	32
Liste des figures	33
Liste des tableaux	34
Table des sigles	35
Bibliographie	36
Annexes	38



## Résumé :

Ce stage, mené à l'INRA Antilles Guyane, s'est déroulé pendant 6 mois sur le territoire Guadeloupéen. Les objectifs de cette mission ont été d'évaluer l'impact du maraîchage sur la matière organique du sol. De plus, mon étude devait permettre de démontrer les différents types de pratiques du maraîchage sur le territoire. Pour réaliser cette étude, j'ai enquêté des parcelles de maraîchage chez les exploitants afin de collecter les pratiques de chaque agriculteur. La répartition géographique des enquêtes a été établie proportionnellement à l'importance des différents bassins maraîchers sur la Guadeloupe. L'enquête est suivie par un prélèvement de sol sur la parcelle afin d'analyser le taux de carbone présent. Ensuite, des analyses statistiques multivariées ont permis de traiter toutes les données afin d'établir une typologie des pratiques maraîchères à l'échelle du territoire. Enfin, nous avons comparé les résultats d'analyse de sol avec des résultats antérieurs provenant de parcelles se situant à proximité de celle enquêtée. Les résultats ont montré que le maraîchage se pratique de cinq façons différentes en Guadeloupe : le maraîchage est cultivé de manière intensive (beaucoup d'intrants et de travaux du sol) avec une spécialisation (beaucoup de maraîchage dans la rotation) ou de manière extensive (peu d'intrants et présence de jachère). Le contexte pédoclimatique étant différent selon la localisation sur le territoire, on a retrouvé également un type de pratique propre à une région. Enfin, les résultats d'analyse de sol ont montré que le maraîchage dégrade la matière organique des sols d'où l'importance de sensibiliser les exploitants aux avantages de l'amendement. Cette étude servira à paramétrer l'outil MorGwanik qui permet aux agriculteurs de prédire le taux de matière organique dans son sol.

## Summary :

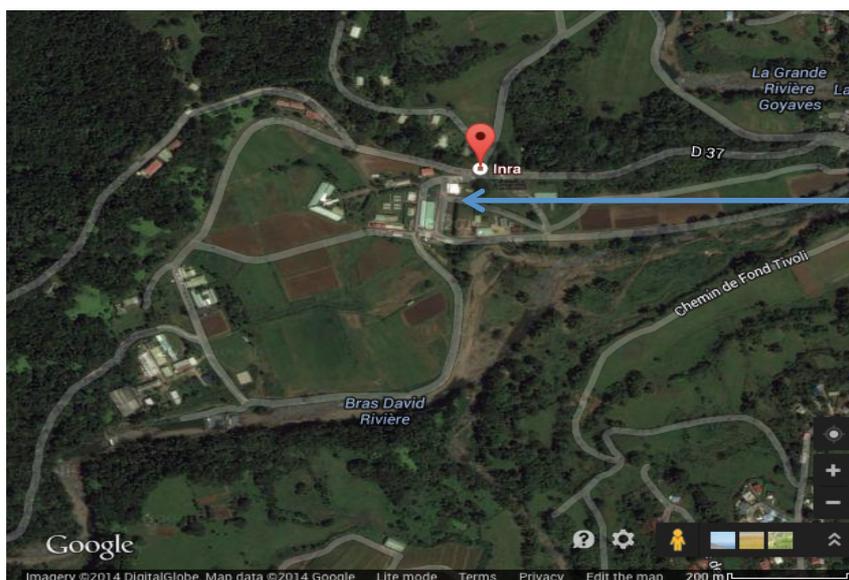
This internship, conducted at INRA Antilles Guyane, ran for six months in the island of Guadeloupe. The objectives of the mission were to assess the impact of gardening on soil organic matter. In addition, my study was to demonstrate the different types of gardening practices in the area. For this study, I investigated gardening plots for operators to collect the practices of each farmer. The geographical distribution of surveys was established in proportion to the importance of different vegetable basins in Guadeloupe. The survey is followed by soil sampling on the plot to analyze the amount of carbon present. Then, multivariate statistical analyzes were used to process all data to establish a typology of vegetable practices across the country. Finally, we compared the results of soil analysis with previous results from parcels lying in proximity to the survey. The results showed that gardening is practiced in five different ways in Guadeloupe: gardening is grown intensively (many inputs and tillage) with a major (lots of gardening in the rotation) or extensively (few inputs and presence of fallow). The soil and climate context is different depending on the location in the area, we also found a special type of practice from that region. Finally, the results of soil analysis showed that gardening degrades the soil organic matter so it is important to educate farmers about the benefits of bringing manure. This study will be used to set the MorGwanik tool that allows farmers to predict the rate of organic matter in the soil

Figure 1 : Localisation géographique de la structure d'accueil.



Source : Google maps

Figure 2 : Vue aérienne du centre INRA



Unité ASTRO

Source : Google maps

## Introduction

Mon étude s'est effectuée sur le territoire de la Guadeloupe dans l'unité de recherche ASTRO (AgroSystèmesTROpicaux) du Centre Antilles Guyane (voir **Figures 1 et 2**) de l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA). Les missions de l'INRA constituent l'étude d'enjeux majeurs dans le domaine agronomique à différentes échelles. Imaginer la disponibilité et la sécurité alimentaire en 2050, contribuer à la limitation des émissions de gaz à effet de serre d'origine agricole, favoriser l'adaptation de l'agriculture et des forêts au changement climatique non réversible sont autant de préoccupations partagées par les antennes de l'INRA à travers le monde<sup>1</sup> (Lemanceau, 2014) (Sierra J. , 2013). Elles impliquent, entre autres, de connaître les comportements des individus à l'échelle des territoires et des marchés, d'étudier les liens entre la santé des plantes, des animaux et des hommes, de rechercher de nouvelles voies pour la production d'énergie et de matériaux issus de l'agriculture et d'en limiter l'impact environnemental. Pour cela, l'institut produit des connaissances scientifiques et accompagne l'innovation économique et sociale dans les domaines de l'alimentation, de l'agriculture et de l'environnement.

Du fait de son contexte pédoclimatique particulier, l'INRA Antilles Guyane oriente ses missions en relation aux différents enjeux qui existent dans la Caraïbe. Le projet « TropEmis » au sein duquel j'ai eu à travailler, a démarré en septembre 2013 et doit se terminer en décembre 2015. Pendant plus de 2 ans, les acteurs du projet s'attacheront à mieux connaître l'impact des systèmes de culture sur les matières organiques du sol afin de pouvoir paramétrer un modèle capable de simuler les taux de carbone présents dans le sol.

De ce fait, nous nous sommes posé la question de savoir comment le maraîchage est-il cultivé en Guadeloupe et quel est son impact sur les matières organiques du sol en fonction des différents contextes pédoclimatiques et des caractéristiques agronomiques du système comme la gestion du sol et des cultures (Sierra J. , 2013) (Briand, 2012).

Afin de pouvoir répondre à cette question, il a été décidé de construire une typologie du maraîchage en Guadeloupe à partir de la connaissance du fonctionnement d'un échantillon d'agriculteurs. Ceci devrait permettre de cibler des groupes de pratiques qui ont un effet positif, négatif ou neutre sur la matière organique du sol.

---

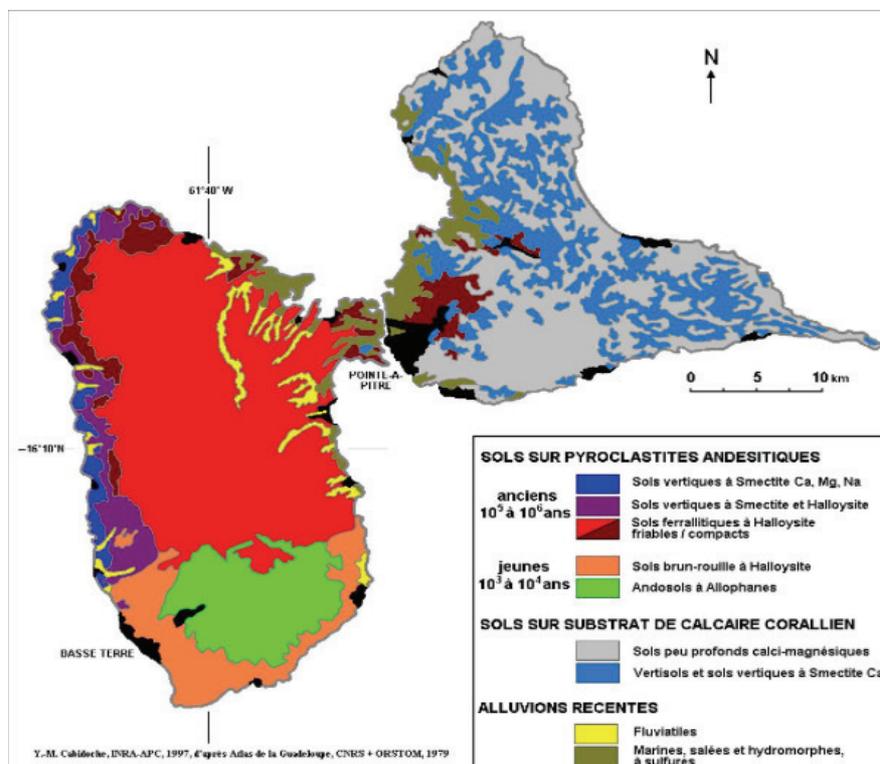
<sup>11</sup> [www.inra.fr](http://www.inra.fr)

Figure 3 : Présentation géographique de la Guadeloupe.



Source : Cartograf, 2008

Figure 4 : Carte pédologique de la Guadeloupe continentale.



Source : Carib'fruit

## 1. Contexte de l'étude

La Guadeloupe est un département français d'Outre-Mer, depuis la loi du 19 mars 1946, localisé au cœur de l'arc antillo-caribéen. Région monodépartementale, la Guadeloupe se présente géographiquement sous la forme d'un archipel de 1 702 km<sup>2</sup>, constitué de cinq groupes d'îles (Vandaele, 2010)(**Figure 3**). On y retrouve la Guadeloupe continentale (1 438 km<sup>2</sup>), composée de la Basse-Terre à l'Ouest (848 km<sup>2</sup>) et la Grande-terre à l'Est (590 km<sup>2</sup>), séparées par un étroit chenal marin la Rivière Salée, et les îles voisines, l'archipel des Saintes (14 km<sup>2</sup>), La Désirade (22 km<sup>2</sup>) et Marie-Galante (158 km<sup>2</sup>)<sup>2</sup>

Le climat de la Guadeloupe est tropical tempéré, influencé par les littoraux et les alizés.

La température moyenne annuelle est de 25° C .

La Basse-Terre, est recouverte par une forêt du fait de son altitude: elle est dominée par le volcan de la Soufrière, qui culmine à 1 467 mètres et par quelques autres sommets (la Couronne, les Pitons etc...). La Grande-Terre est au contraire, un plateau de faible altitude propice à l'élevage et à l'agriculture (voir **Figure 3**).

Lorsque l'on étudie la géologie de l'archipel, on s'aperçoit que la Basse-Terre et les Saintes sont issues de formations d'une chaîne volcanique récente qui culmine à la Soufrière. Les autres îles de l'archipel, quant à elles, sont d'origine corallienne. Cela signifie que la Guadeloupe offre des types de sols très différents (Briand, 2012). Après observation de la **Figure 4**, on constate que les principaux types de sols sont :

- Les sols ferrallitiques : Ils sont localisés du sud de la commune de Goyave jusqu'à celle de Sainte-Rose. Ces sols sont profonds et très argileux. Ils sont friables et perméables, surtout dans les niveaux profonds. Les principales productions agricoles de ce type de sol sont la canne à sucre, la banane et les vergers.

---

<sup>2</sup> <http://www.outre-mer.gouv.fr/?presentation-guadelo> (Ministère des outre mer)upe.html



- Les andosols à allophanes. Ce type de sol se situe en altitude, des hauteurs de Vieux-Habitants jusqu'aux hauteurs de Capesterre. Lorsque ces sols sont desséchés en surface, on observe la formation de substances argileuses très particulières appelées allophanes, dont les propriétés de rétention d'eau sont considérables : jusqu'à 300% du poids du sol sec (CIRAD, 2008). Cette zone est propice au maraîchage du fait de la pluviométrie et du taux élevé de matière organique (>11%).
- Les sols brun-rouille à halloysite forment une auréole autour des andosols depuis Vieux-Habitants jusqu'à Capesterre. Caractérisés par la présence d'une argile particulière, l'halloysite. Ces sols sont pour la plupart cultivés : la banane et le maraîchage y donnent de bons résultats du fait de la bonne fertilité naturelle.
- Les ensembles dérivés de calcaires coralliens se trouvent en Grande-Terre et à Marie-Galante. Ces sols sont calcimorphes à tendance vertique, des vertisols comparables à ceux de la Basse-Terre, et encore des vertisols à hydromorphie temporaire ou permanente, que l'on trouve uniquement dans les plaines basses et mal drainées (autour de Port-Louis et Anse Bertrand). La canne à sucre y pousse très bien et l'on retrouve du maraîchage de manière plus ponctuelle mais avec une plus forte concentration au Nord (Petit Canal à Anse Bertrand) et à l'Est (Saint François et le Moule) de la Grande-Terre (Briand, 2012).<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> [www.caribfruits.cirad.com](http://www.caribfruits.cirad.com)

Figure 5 : Photo de plusieurs parcelles de maraîchage.



Source : [www.lescantinesengadeloupe.com](http://www.lescantinesengadeloupe.com)

L'agriculture emploie 12% de la population active en Guadeloupe et couvre le tiers de la superficie de l'île. Elle contribue pour 6% au produit brut régional. La banane et la canne à sucre sont les principales productions agricoles (Agreste, 2010)

Toutefois, l'intensification de l'agriculture est la responsable principale de l'augmentation d'émissions des gaz à effets de serre et de la réduction des stocks carbonés des sols en milieu tropical (J. M.-F. Johnson, 2006). L'information disponible indique que la situation aux Antilles françaises présenterait cette même tendance, avec des diminutions de stocks carbonés de l'ordre de 5 à 10% depuis les années 1990 pour certains systèmes de culture. Cette réduction pourrait s'accroître dans les prochaines années à cause du réchauffement climatique, notamment dans les systèmes de culture voués à la production de biomasse en raison de la diminution des entrées de carbone au sol, ce qui affecterait l'efficacité énergétique globale du secteur agricole.<sup>4</sup>

En Guadeloupe, les systèmes de culture pour lesquels on a actuellement le moins de recul quant à leur impact potentiel sur les stocks carbonés du sol sont les systèmes de culture à cycle court (comme le maraîchage par exemple). Peu encadrés dans le contexte guadeloupéen, compte tenu qu'ils n'approvisionnent que le marché intérieur, il en résulte le maintien d'une extrême diversité dans les pratiques de rotation, d'association, de « dérobade », d'apports d'intrants et d'exportation de matières par rapport aux restitutions au milieu (**Figure 5**). La faible durée du cycle cultural des productions concernées contribue également à démultiplier les combinaisons possibles et mises en œuvre par les exploitants au cours de l'année culturale. Enfin, le caractère spéculatif de ces productions fait certainement passer au second plan, pour nombre d'exploitants, la préservation de l'environnement.

Les produits maraîchers constituent l'essentiel de la production végétale à cycle court sur le territoire guadeloupéen, exception faite de quelques productions vivrières comme la patate douce (*Ipomea batata*) ou les haricots (*Phaseolus vulgaris*) et autres légumineuses comestibles (*Vigna sp.*, etc...).

---

<sup>4</sup> [www.agreste.com](http://www.agreste.com)



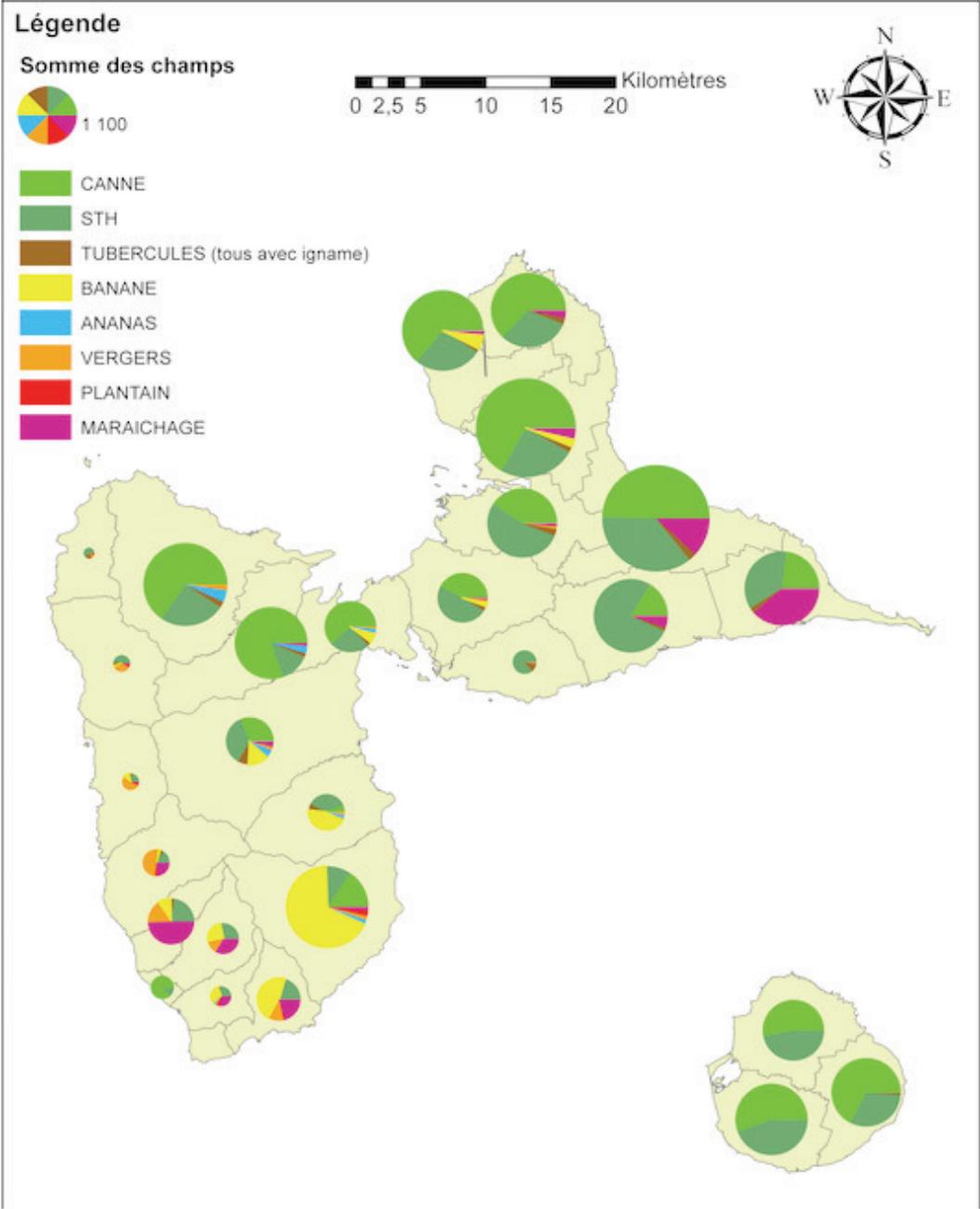
La haute saison maraîchère s'étale de la fin de l'année civile (décembre) au milieu de l'année (mai-juin) qui consacre le retour de l'hivernage, saison à pluviométrie, hygrométrie et températures élevées très favorables au développement des nuisibles et pathogènes (C. Barlagne, 2013), et pendant laquelle il est donc bien plus hasardeux d'envisager une production maraîchère commerciale. La saison de production est donc la période statistiquement la plus fraîche et la plus sèche de l'année que l'on nomme localement « le carême » (ODEADOM, 2009) (G. Basileu, 1999).

L'objectif de cette étude a été d'améliorer les connaissances concernant la gestion des pratiques et de conservation des sols dans les systèmes de culture à cycle court, en tenant compte de la diversité des milieux (comme la région pédoclimatique par exemple). La stratégie de l'étude combine les enquêtes de terrain chez les exploitants, l'analyse statistique des données recueillies et l'analyse de sol des parcelles enquêtées afin de caractériser les teneurs en matière organique et en nutriments.

L'information provenant des enquêtes a été croisée avec celle des analyses des sols. Ceci avait pour but de déterminer les relations entre le bilan carboné, la fertilité et la gestion des sols. L'ensemble de l'information ainsi obtenue devrait permettre d'améliorer la base de données de l'outil MorGwanik© (Sierra & Publicol, 2011), le modèle évoqué précédemment, et de l'adapter afin de mieux prendre en compte l'impact des systèmes de culture à cycle court d'une part, et d'élargir la gamme des problématiques abordées d'autre part.

L'outil MorGwanik© a pour but de décrire les variations de matière organique sur une période de trente ans pour une région pédoclimatique donnée, et d'établir les effets des facteurs d'intérêt pour l'utilisateur, comme l'effet du type de culture, la comparaison entre les effets des résidus de culture et les amendements, l'effet d'un amendement en fonction de la teneur initiale en matière organique ou la comparaison entre les régions. La région concernée est définie par ses caractéristiques pédoclimatiques, lesquelles sont déjà incluses dans le programme de calcul. MorGwanik© n'est pas donc destiné à prédire la teneur en matière organique d'une exploitation ou d'une parcelle en particulier, mais à mettre en évidence des tendances au niveau régional (J. M.-F. Johnson, 2006).

Figure 6: Assolements communaux de la Guadeloupe en 2013.



Source : Pierre CHOPIN, INRA

## 2. Méthodologie

Ce projet d'étude a eu une durée totale de 6 mois. Il se compose de plusieurs phases de travail bien distinctes :

- Etude bibliographique
- Enquêtes de terrain
- Traduction de la base de données en variables statistiques
- Traitement statistique des données
- Mise en relation avec les taux de carbone mesurés sur les échantillons de sol prélevés dans les parcelles d'agriculteurs.

### a) L'étude bibliographique

Cette période n'a duré que très peu de temps (environ 2 semaines). Toutefois, cette phase est indispensable lorsque l'on arrive dans un contexte pédoclimatique complètement différent. J'ai pu ainsi me familiariser avec les types de sol que j'étais susceptible de rencontrer mais aussi les différentes zones de la région où j'allais effectuer mes travaux de terrain (G. Basileu, 1999). La **Figure 6** nous indique que les régions maraîchères sur le territoire se situent sur le Sud de la Basse-Terre et sur l'Est ainsi que le Nord de la Grande-Terre. De plus, j'ai également fait connaissance avec les intrants agricoles susceptibles d'être utilisés par les agriculteurs; j'ai ainsi étudié les généralités de la plupart des cultures maraîchères en Guadeloupe (durée de cycle, rendement moyen, pathogènes rencontrés etc...).

### b) Les enquêtes de terrains

Ce fut la plus longue phase de ce stage. En effet, les enquêtes ont commencé début mars pour s'achever avec le mois de mai (3 mois). Une planification préliminaire des enquêtes a été faite par les acteurs du projet avant mon arrivée. J'ai tout d'abord accompagné la collègue qui s'occupait directement des travaux de terrain du projet « TropEmis » tous systèmes de culture confondus, afin de m'imprégner de la méthode employée et aussi pour comprendre quels étaient les points importants à ne pas négliger durant l'enquête. J'ai saisi les enquêtes de toute une semaine au fur et à mesure.



Les horaires des rendez-vous étaient généralement le matin puisque cela convenait mieux aux agriculteurs. Il est à noter que ce sont les agriculteurs qui fixaient les horaires et j'adaptais mon emploi du temps à leur disponibilité.

c) La traduction de la base de données en variables statistiques.

Cette phase n'a débuté que lorsque la totalité des données d'enquêtes ont été saisies. En effet comme la première saisie contient des données « brutes », elles ne sont pas directement utilisables pour un traitement statistique. C'est pourquoi pendant 3 semaines environ, j'ai traduit les données brutes en variables statistiques quantitatives ou qualitatives à plusieurs modalités. Il est important de s'assurer que les données soient fiables, qu'aucune erreur n'a été commise puisque les résultats futurs proviendront de ce jeu de données. De plus, la clarté de cette base est primordiale car elle doit être remise à l'INRA avant mon départ. Elle sera réutilisée pour de plus amples analyses ou pour d'autres projets, il faut donc permettre aux autres utilisateurs d'utiliser le jeu de données avec aisance. Pour ce faire, un « dictionnaire des données » a été créé (**Annexe 1**); il regroupe la liste des variables, les descriptions de chacune d'entre elles et les différentes modalités possibles pour les variables qualitatives.

d) Traitement statistique des données

Les différents traitements statistiques ont été réalisés sur le logiciel « XLstat ». Durant 2 semaines, j'ai travaillé sur une méthode visant à classer les pratiques des agriculteurs guadeloupéens. Il a donc fallu réfléchir sur l'intégration ou non de toutes les variables, sur le type de traitement à réaliser et enfin sur l'acceptation ou non des classifications proposées par le logiciel. Cette partie du stage été très intéressante puisque l'on confronte les visions reçues lors des sorties terrains et les résultats statistiques obtenus à l'issue des traitements informatisés. Il est bien sûr primordial de garder un jugement objectif afin de ne pas amener de biais lors du choix des variables à intégrer dans le logiciel de traitement.



e) Mise en relation avec le taux de carbone

Durant les 2 dernières semaines précédant la rédaction de mon rapport de stage, nous avons également travaillé sur l'impact sur les stocks carbonés. Il a fallu attendre l'arrivée des résultats d'analyse de sol (69 résultats sur 79 sont arrivés) afin d'observer des tendances. Il a fallu par la suite chercher des parcelles qui ont été prélevés par le même partenaire depuis 2010 dans la même commune afin de les utiliser comme parcelles de référence à l'équilibre (Inra) (Agreste). Ces recherches permettent de construire des valeurs de carbone de référence que l'on a pu comparer avec les valeurs analysées cette année. Ces résultats ont été par la suite comparés à la classification obtenue.



### 3. Matériel et méthodes

#### a. Questionnaire d'enquête

La construction du questionnaire est une étape importante. En effet, il va permettre de recueillir l'information donnée par l'agriculteur. J'ai donc créé un questionnaire spécifique aux systèmes de cultures à cycle court afin d'adapter les questions aux caractéristiques de ce type de système. Chaque questionnaire rempli correspond à une parcelle enquêtée. Dans le cadre du projet TropEmis, il m'a été demandé de réaliser 79 enquêtes de parcelles et il a été estimé qu'une cinquantaine d'exploitations différentes pourrait suffire à l'observation et à la caractérisation des différentes pratiques et stratégies d'exploitants. Pour obtenir un échantillonnage conforme à ces exigences, il a été décidé de limiter le nombre de parcelles enquêtées à 2 maximum pour chaque exploitation (sauf un exploitant de melon où 4 parcelles ont été enquêtées). L'enquête sert à observer, d'une part, la variabilité intra-exploitation mais également à recenser les types d'exploitations où l'on peut trouver des cultures à cycle court. C'est pourquoi un deuxième questionnaire a été créé afin de recueillir les informations générales de l'exploitation et les coordonnées de l'agriculteur.

#### b. Méthodologie d'enquête

Voir **Annexes 2 et 3**

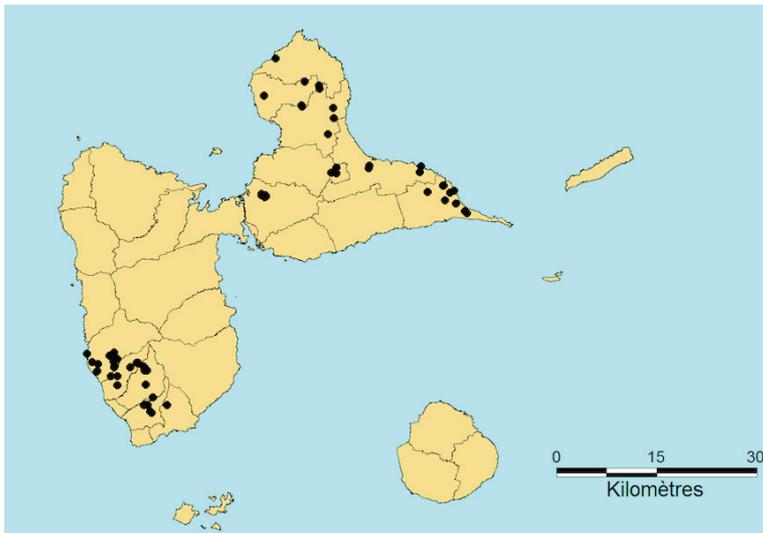
Afin de bien comprendre la manière d'effectuer une enquête pertinente en récupérant un maximum d'informations, j'ai effectué quelques sorties avec Mlle Aurore Cavalier qui s'occupe des enquêtes sur les autres systèmes de cultures (cultures annuelles hors maraîchage et pérennes). J'ai pu observer l'attitude à adopter face à l'agriculteur lorsqu'ils font de la rétention d'information, Mlle Cavalier m'a également accompagné lors de ma première enquête sur le maraîchage afin de m'observer face à l'agriculteur. Nous avons pu aussi juger de la qualité de mon questionnaire et discuter de certaines améliorations à apporter.

Tableau 1 : Récapitulatif des enquêtes par commune.

REPARTITION GEOGRAPHIQUE			
	Commune	Nb Exploitations	Nb Parcelles
<i>Basse Terre</i>			
	Gourbeyres	5	8
	Saint Claude	8	13
	Baillif	5	7
	Vieux Habitants	7	11
<i>Sous-total</i>	<b>4</b>	<b>25</b>	<b>39</b>
<i>Grande Terre</i>			
	Abymes	3	6
	Morne à l'eau	2	4
	Petit Canal	5	7
	Port Louis	2	4
	Anse Bertrand	3	4
	Le Moule	2	4
	Saint François	5	11
<i>Sous-total</i>	<b>7</b>	<b>22</b>	<b>40</b>
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>	<b>47</b>	<b>79</b>

Source : personnel

Figure 7 : Répartition spatiale des enquêtes sur le territoire guadeloupéen.



Source : Clément Chopin, 2014, Travaux d'enquêtes

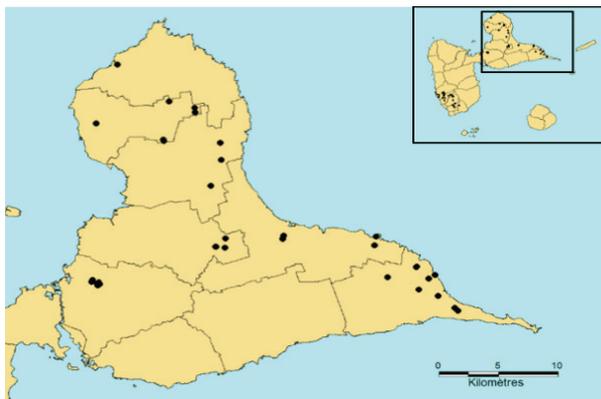


Figure 8 : Zoom sur Grande-Terre

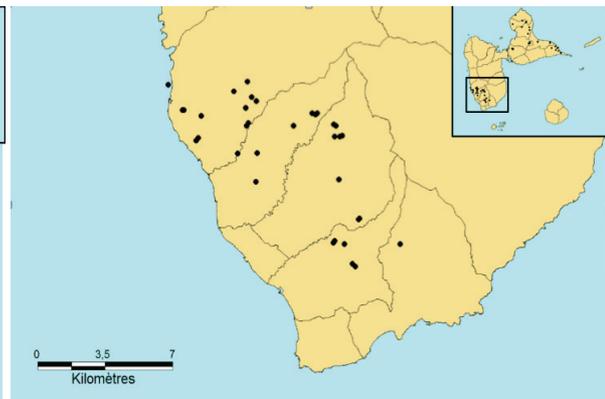


Figure 9 : Zoom sur Basse-Terre

Mon étude s'est portée sur les cultures à cycle court, composées en très grande partie par le maraîchage. Toutefois la Guadeloupe possède des zones pédoclimatiques bien distinctes et par conséquent des zones où les cultures à cycle court sont plus présentes. Les acteurs du projet ont donc répartis le nombre de parcelles à enquêter selon un découpage communal ce qui donne finalement :

- 79 parcelles enquêtées
- 47 exploitations
- 11 communes

Afin d'avoir une autonomie complète pour mes sorties terrains, l'INRA a mis à ma disposition un véhicule pour me permettre une gestion sans contraintes logistiques de mon emploi du temps. Pour chaque enquête, je me munis d'un exemplaire du questionnaire ainsi que d'un GPS pour récupérer les coordonnées géographiques de la parcelle. Ces dernières ainsi que les coordonnées de l'exploitant sont transmises par la suite à un ingénieur de « Carib'Agro » (cabinet de conseil privé partenaire du projet) qui recontacte l'exploitant afin de venir sur la parcelle effectuer un prélèvement de sol pour analyse., Le **Tableau 1** et les **Figures 7, 8 et 9** résument la totalité des enquêtes effectuées.



Concernant l'information recueillie durant l'enquête, les données les plus importantes à notifier sont :

- La rotation.
- Les amendements organiques
- Le travail du sol.
- La gestion des résidus de récoltes
- Les autres intrants (pesticides, engrais chimiques, irrigation)

On considère que les 4 premiers facteurs sont extrêmement importants puisque ce sont eux qui jouent un rôle significatif sur la matière organique du sol. Les données sur les engrais, les produits phytosanitaires et l'irrigation par exemple permettent plutôt d'identifier des pratiques types. Ces dernières trouveront d'ailleurs toute leur importance lors de la construction de la typologie.

#### c. Méthodologie des traitements statistiques

Comme énoncé précédemment, les traitements statistiques ont été réalisés sur le logiciel « XLstat ». Les statistiques descriptives des variables quantitatives sont données par les **Annexes 4 et 5**. La description de toutes les variables utilisées pour les traitements sont regroupées dans le « Dictionnaire des données » (**Annexe 3**). Afin de dégager une typologie des pratiques concernant les cultures à cycle court en Guadeloupe, je me suis servi de 3 traitements différents :

- Analyse à Composantes Principales (ACP)
- Analyse Factorielle à Composantes Multiples (AFCM)
- Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)

L'ACP permet de traiter les variables quantitatives (Baccini, 2010). Tout d'abord, j'avais choisi d'inclure toutes les variables quantitatives dans l'analyse. Cependant, il m'est apparu que la variable « NbEngrais\_6mois » (le nombre de produits différents utilisés) par exemple n'était, en fait, pas très intéressante. Cette variable était presque identique à la variable « NbPassagesEng\_6mois » (nombre de passages d'engrais, tous produits confondus), il n'était donc pas nécessaire d'incorporer ces deux variables.



Certaines valeurs ont dues être estimés approximativement en me basant sur la logique de production de l'agriculteur du fait du manque d'information. Afin d'alléger l'analyse, j'ai choisi de ne pas utiliser cette variable.

Concernant la variable « QuantiteAm\_6mois » qui recense les doses d'amendement apportées en t/ha/6mois, certains exploitants ne connaissaient absolument pas la dose qu'ils épandaient. Ainsi, on a également créé une variable qualitative « Presence\_Am » à 2 modalités (« oui » ou « non ») afin de préciser si il y avait des apports d'amendement organique ou non. Afin de ne pas avoir à supprimer toutes parcelles où de l'amendement était épandu mais où la dose était inconnue, il a été choisi de remplacer la valeur par la moyenne de tous les effectifs « en ayant » (c'est à dire la moyenne de toutes les valeurs non nulles).

Ensuite, une AFCM a été nécessaire pour vérifier certaines corrélations entres différentes modalités de variables qualitatives (Baccini, 2010). Ici aussi, certaines modalités ont été laissées de côté comme la modalité « Irrigation\_manuelle » par exemple. Cette modalité de la variable « Irrigation » est en fait une modalité qui n'a été rencontrée que sur 2 parcelles. Comme, cette donnée « atypique » biaise totalement les projections sur deux axes, on préfère supprimer cette modalité et la remplacer par la modalité la plus fréquente lors des enquêtes (le mode).

Enfin, la CAH permet de classer certaines données selon des groupes de parcelles qui possèdent des similitudes entres elles (exemple : une durée de maraîchage longue sur les 10 années étudiées). Lors des traitements statistiques, j'ai réalisé deux classifications :

- Une première classification automatique en 3 groupes :

Cette classification a été réalisée par une troncature automatique du logiciel XLstat. Elle présentait des résultats intéressants puisque la régionalisation des pratiques n'apparaissait pas distinctement. Elle offrait une vision différente de mon hypothèse de base qui était que la typologie s'orienterait vers des groupes de la Grande Terre et d'autres provenant de la Basse Terre.



### Avantages et limites de cette première classification :

Le fait d'offrir une vision différente des hypothèses émises à la fin des sorties sur le terrain permet de s'affranchir des biais provenant de mon impression personnelle. Cependant, on obtient des groupes possédant des effectifs assez hétérogènes et avec une variabilité intra-classe très forte (supérieure à la variabilité inter-classe).

- Une classification manuelle en 5 groupes.

J'ai décidé de proposer une classification où la troncature serait faite manuellement au saut de variance suivant. Le dendrogramme présente ainsi, 5 groupes (dont un parfaitement identique à l'un de ceux obtenus à l'issue de la première classification). J'ai décidé ensuite d'ajouter les variables qualitatives en complément de la CAH pour analyser les effectifs de chaque modalité dans chacun des groupes et ainsi préciser l'interprétation. Les résultats ainsi obtenus sont beaucoup plus concluants. L'ajout de ces variables a permis d'apporter des informations supplémentaires à la classification.

### Avantages et limites de la classification

La troncature manuelle est un choix arbitraire. Toutefois, on observe des groupes plus homogènes au niveau des effectifs et la variabilité intra-classe a été fortement réduite. Nous avons donc des groupes avec des individus beaucoup plus proches entre eux.

#### d. Analyse du taux de carbone

La valeur de carbone mesurée grâce à l'analyse de sol est connue pour 69 parcelles (noté Cobs). Après construction de la typologie, on a associé les parcelles à une classe. La moyenne du groupe de parcelles de référence contenant de la banane (pour la Basse Terre) et de la canne à sucre (pour la Grande Terre) est affecté à chacune des classes. On considère ces parcelles comme une référence puisque il a été démontré dans le cadre du projet que ces cultures sont des références pour l'espace qu'elles occupent dans la SAU de Guadeloupe, par le nombre d'exploitations qu'elles concernent, et par leur participation à la Production Agricole Finale (PAF). De plus, elles maintiennent un taux de matière organique stable dans le sol (on obtient ainsi un sol à l'équilibre).



Les groupes ont été formés avec le plus grand nombre de parcelles référencés dans la base de données de «Carib'Agro (partenaire du projet). Ces parcelles dites de « référence » ont été prélevées entre 2010 et 2014 par la même entreprise afin d'éviter des biais d'interprétation liées à des procédures de prélèvement différentes. J'ai donc recherché dans la base de données de Carib'Agro les parcelles correspondantes dans une superficie maximum de 10km<sup>2</sup> autour de la parcelle que j'ai enquêté afin de ne pas biaiser les résultats par des compositions de sol différentes. J'ai obtenu ainsi une moyenne de carbone référence (noté  $C_{réf}$ ) pour chaque parcelle de l'échantillon. J'ai, par la suite, calculé un rapport  $C_{obs}/C_{réf}$  afin d'observer si le taux de carbone a diminué ou augmenté de manière relative. Cet Indicateur de Carbone sera noté « IndiCa ».

Tableau 2 :

Statistiques descriptives :

Variable	Observations	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
%Maraichage	79	1,67	100,00	39,18	29,74
%Jachere	79	0,00	92,50	32,16	26,00
%Pature	79	0,00	80,83	6,30	17,29
%AutresCult	79	0,00	67,50	14,38	22,14
QuantiteAm_6mois	79	0,00	20,00	1,24	3,42
Mecanisation_6mois	79	0,00	11,54	1,90	2,36
NbPassagesEng_6mois	79	0,00	6,77	2,06	1,67
Phyto_6mois	79	0,00	8,65	2,08	2,07
Surface	79	0,02	5,54	0,86	1,21

Source : personnel

Tableau 3 :

Matrice de corrélation (Pearson (n)) :

Variables	%Maraichage	%Jachere	%Pature	%AutresCult	QuantiteAm_6mois	Mecanisation_6mois	NbPassagesEng_6mois	Phyto_6mois	Surface
%Maraichage	1								
%Jachere	-0,532	1							
%Pature	-0,210	-0,288	1						
%AutresCult	-0,526	-0,209	-0,122	1					
QuantiteAm_6mois	0,423	-0,289	-0,117	-0,100	1				
Mecanisation_6mois	0,204	-0,100	-0,080	-0,174	-0,021	1			
NbPassagesEng_6mois	0,417	-0,294	0,070	-0,301	0,226	0,206	1		
Phyto_6mois	0,307	-0,176	0,017	-0,260	0,036	0,538	0,579	1	
Surface	-0,086	0,282	-0,132	-0,130	-0,008	-0,077	-0,113	-0,038	1

Source : personnel

## 4. Résultats

### a. Analyse en composantes principales (ACP)

Les enquêtes ont permis d'obtenir une cinquantaine de variables. Seulement 9 variables quantitatives sont intégrées à l'analyse. Il est à noter que pour la variable « QuantiteAm\_6mois », les tonnages de 4 parcelles ne sont pas renseignés puisque l'agriculteur ne fut pas en mesure de me donner les valeurs correspondantes. Afin de palier à ce problème, il a été créé une variable qualitative « PresenceAm » à 2 modalités (« oui » ou « non »). Comme dans l'ACP, toutes les valeurs doivent être renseignées, il a été décidé arbitrairement d'appliquer à ces 4 parcelles la valeur de la moyenne de toutes les autres (1,24 t/ha/6mois).

Le **Tableau 2** ci contre nous montre quelques statistiques descriptives des variables utilisées pour l'analyse. On observe, par exemple, que le pourcentage de temps de maraîchage sur une rotation de 10 ans est très variable selon les parcelles que j'ai pu étudier :

- Minimum : 1,67% (correspond à 2 mois sur 10 ans)
- Maximum : 100% (correspond à 10 ans de maraîchage sans arrêt).

La matrice de corrélation de Pearson (**Tableau 3**) affichée ci contre nous indique les différentes corrélations existantes entre chacune des variables. Le code couleur permet de repérer rapidement la significativité des corrélations : plus la cellule est d'une couleur foncée, plus elle représente une valeur significative ; quand elle est verte, la corrélation est positive et négative quand elle est rouge. Cette matrice nous apporte d'ores et déjà des informations intéressantes. De manière parfaitement logique, elle confirme que plus la durée relative de maraîchage dans la rotation est élevée, plus la durée relative de jachère, de pâture ou d'autres cultures est faible.

Tableau 4 :

Valeurs propres :

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
<b>Valeur propre</b>	<b>2,69</b>	<b>1,52</b>	<b>1,34</b>	<b>1,09</b>	0,79	0,69	0,59	0,29	0,01
<b>Variabilité (%)</b>	<b>29,93</b>	<b>16,88</b>	<b>14,85</b>	<b>12,11</b>	8,82	7,63	6,51	3,21	0,08
<b>% cumulé</b>	<b>29,93</b>	<b>46,80</b>	<b>61,65</b>	<b>73,76</b>	82,57	90,20	96,71	99,92	100,00

Source : personnel

On observe que la variable « %Maraîchage » est corrélée positivement avec :

- La quantité d'amendement apportée (0,423)
- Le nombre de passages d'engrais (0,417)
- Le nombre de passages de produits phytosanitaire (0,307).

La corrélation positive avec toutes ces variables indique que plus la durée de maraîchage durant la rotation est élevée, plus le travail du sol ainsi que l'apport d'intrants sera également élevé. Réciproquement, on observe que ces variables qui caractérisent une certaine intensité des pratiques sont corrélées négativement avec les variables « %Jachere » et « %AutresCult ». Enfin, on observe une corrélation positive non négligeable entre la variable « Phyto\_6mois » et les variables « Mecanisation\_6mois » et « NbPassagesEng\_6mois ». Cela signifie que l'intensivité (FAEDER, 2013) des pratiques se généralise dès lors que l'on apporte des produits phytosanitaires.

Le **Tableau 4** lui, représente les valeurs propres attribuées à chaque facteur. L'analyse se poursuivra uniquement en étudiant les facteurs ayant une valeur propre supérieure à 1. Dans ce cas, on observe que l'étude ne se fera que sur les 4 premiers facteurs. Cela est suffisant puisqu'à eux seuls, ils permettent d'expliquer 73,8% de la variabilité totale.



Le **Tableau 5** qui nous montre les différentes corrélations entre les variables et les facteurs est à mettre en relation avec le cercle des corrélations (**Figure 10**). Cette dernière représente les vecteurs de chacune des variables sur un plan construit par F1 (en abscisse) et F2 (en ordonnée). Ce plan représenté par F1 et F2 permet d'illustrer presque la moitié de la variabilité totale (46,8%). On observe que F1 représente plusieurs variables de façon significative. La variable « %Maraîchage » lui est corrélée à près de 0,81 ; elle est donc fortement représentée par F1. Ainsi, elle est très peu représentée sur les autres facteurs et on la retrouve très proche de l'axe F1 sur le plan. C'est presque la même chose concernant la variable « NbPassagesEng\_6mois ». En opposition, la variable « %Jachere » par exemple possède une corrélation négative sur F1 et une corrélation fortement positive sur F2. Elle est donc représentée sur la moitié gauche du cercle (puisque négative sur F1) et sur la moitié supérieure puisqu'elle est positive sur F2. La longueur du vecteur est proportionnelle à la significativité de la corrélation. Par exemple, une corrélation de 1 correspondrait à un vecteur qui s'étirerait jusqu'au trait du cercle. Ces 2 figures nous confirment finalement ce qu'a montré la matrice de corrélation des variables. Les vecteurs des variables correspondant aux intrants et à la mécanisation sont tous corrélés positivement sur F1 qui est très fortement représenté par la variable « %Maraîchage ». En opposition, nous pouvons observer les variables correspondant à la durée relative des cultures autres que le maraîchage, des jachères et des pâtures dans la rotation.

Tableau 6: Statistiques descriptives des variables qualitatives.

Statistiques descriptives :

Variable	Modalités	Effectifs	%
Region	Basse_Terre	39	49,37
	Grande_Terre	40	50,63
TypeParc	Maraichage	32	40,51
	Maraichage_elevage	7	8,86
	Monoculture	7	8,86
	Polyculture	33	41,77
PresenceAm	non	49	62,03
	oui	30	37,97
GestionRes	2_Export	5	6,33
	3_Export_partiel	12	15,19
	4_Laisser_au_sol	37	46,84
	5_Enfouissement_partiel	6	7,59
	6_Enfouissement	19	24,05

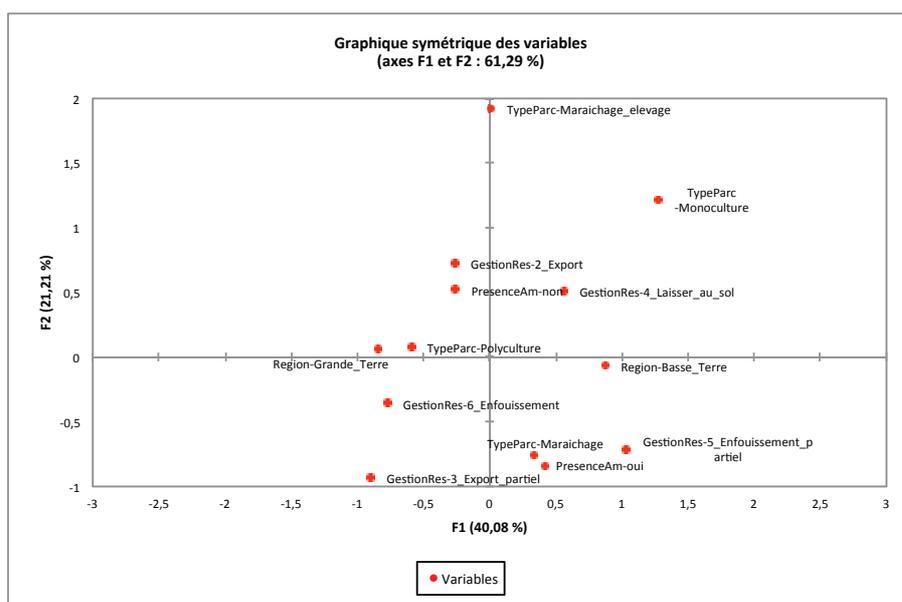
Source : personnel

Tableau 7:

Valeurs propres et pourcentages d'inertie :

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Valeur propr	0,42	0,37	0,31	0,28	0,25	0,22	0,17	0,13	0,09
Inertie (%)	18,68	16,62	13,94	12,41	11,19	9,69	7,65	5,99	3,83
% cumulé	18,68	35,30	49,24	61,65	72,84	82,53	90,18	96,17	100,00
Inertie ajusté	0,05	0,03	0,01	0,00	0,00				
Inertie ajusté	40,08	21,21	5,61	1,18	0,00				
% cumulé	40,08	61,29	66,90	68,08	68,09				

Figure 11: Graphique symétrique des variables.



Source : personnel

## b. Analyse Factorielle des Correspondances Multiples (AFCM)

L'AFCM a été construite avec les 4 variables qualitatives principales. Chacune d'elles possède un nombre de modalités différent (de 2 à 5 modalités). Le but de cette analyse était de vérifier si des groupes se formaient avec ces seules variables. La figure nous montre quelques statistiques descriptives pour chaque variable. On peut d'ores et déjà observer que l'échantillon est représenté de manière équilibré au niveau géographique :

- 39 parcelles en Basse Terre
- 40 parcelles en Grande Terre

Le **Tableau 6** nous permet déjà de comprendre certaines logiques des agriculteurs. En effet, seuls 38% des parcelles enquêtées ont été amendées au moins une fois ces 10 dernières années. Quand nous confrontons ce résultat à la variable « QuantiteAm\_6mois », nous constatons que sur ces 38%, certaines parcelles sont amendées de manière négligeable (apport < 0,5t/ha/6mois). Ceci renseigne sur le manque de considération des agriculteurs vis-à-vis du stock de matière organique.

Les modalités des variables ont une inertie totale de 2,25. On divise cette inertie totale par le nombre de facteur (égal à 9) et on obtient un résultat de 0,25. Les facteurs qui sont sélectionnés sont ceux possédant une valeur propre supérieure à 0,25 ([www.adscience.fr](http://www.adscience.fr)). Nous obtenons donc 5 facteurs qui permettent d'illustrer environ 68% de l'inertie totale (voir **Tableau 7**). Cela permet de comprendre l'importance ou non d'une modalité.

Comme le montre le **Tableau 7**, les facteurs F1 et F2 illustrent à eux deux plus de 61% de l'inertie totale (sur 68% pour 5 facteurs). La lecture de la **Figure 11** qui illustre la répartition des modalités sur le plan F1 (en abscisse) et F2 (en ordonnée), ne montre aucune construction automatique de groupes. Le nuage est relativement compact avec quelques modalités peu représentées en nombre qui s'échappent (comme la modalité « TypeParc-Maraichage\_elevage » située à l'extrémité de l'axe F2 par exemple).

Nous avons collectivement décidé de ne pas nous appuyer sur cette AFCM pour la construction de la typologie..

Figures 12: Dendrogrammes de la CAH

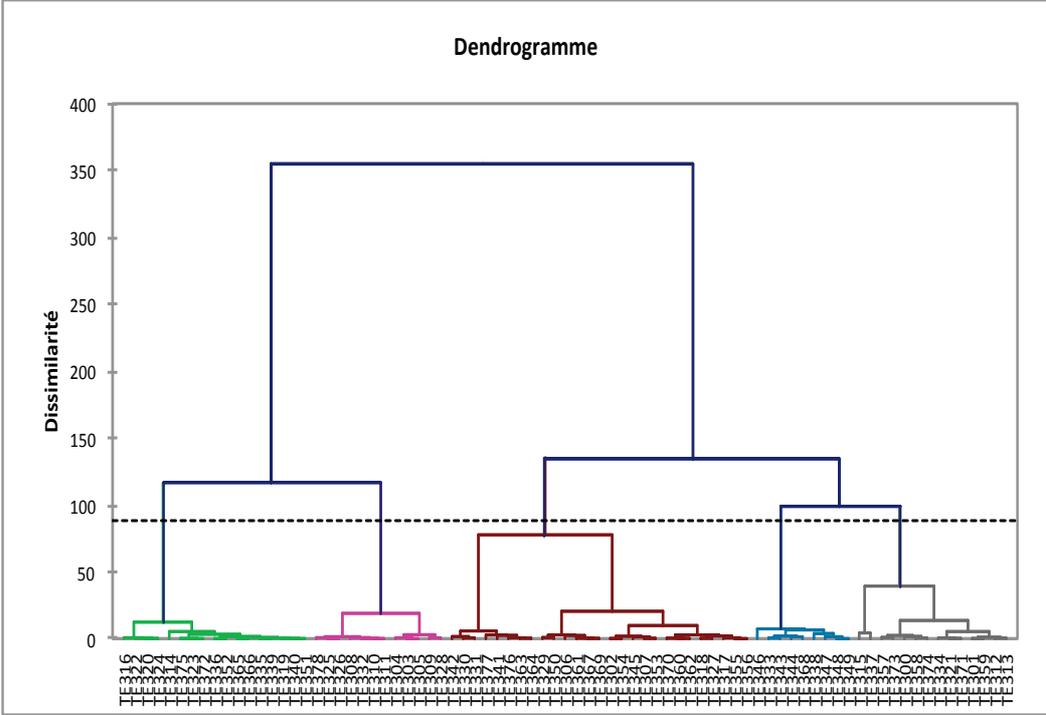
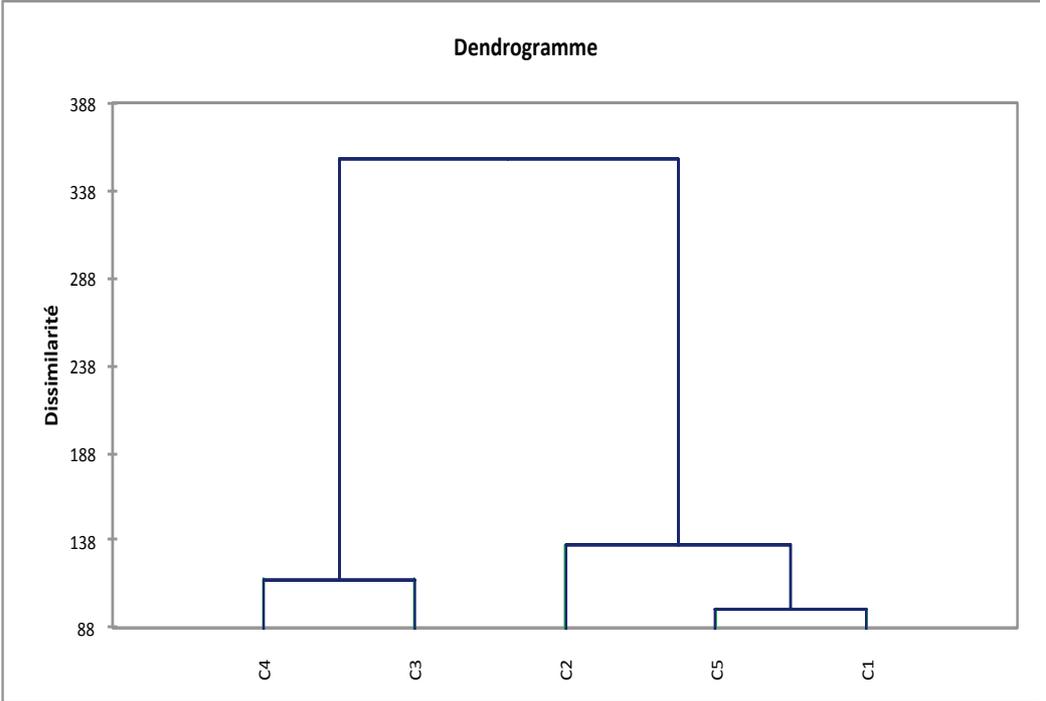


Figure 13 : Dendrogramme après la troncature.



### c. Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)

Sur la base des résultats de l'ACP, j'ai réalisé une CAH. Les variables quantitatives étant plus faciles à traiter, j'ai pu aboutir à une typologie pertinente grâce à ce traitement statistique. Les variables qualitatives n'ont pas été laissées de côté pour autant. Si elles n'ont pas été intégrées au tableau de données sélectionné pour construire la typologie, elles ont été intégrées en tant que « variables supplémentaires » afin d'appuyer la description des groupes déjà construits (F. Chevalier, 2012-2013).

Cette CAH a été réalisée avec les facteurs ayant une valeur propre supérieure à 1 (de F1 à F4). Comme expliqué précédemment, j'ai construit deux typologies : une possédant 3 groupes avec la troncature automatique proposée par le logiciel et une où j'ai souhaité la troncature au saut de variance suivant afin de parvenir à 5 groupes. Les résultats de cette dernière se sont révélés plus pertinents et c'est celle qui a été retenue par l'équipe du projet. Les résultats présentés ci-après ne concernent donc que la CAH à 5 groupes.

Les **Figures 12 et 13** montrent le dendrogramme qui a permis le regroupement des parcelles observées selon différents critères. Il est à noter que la troncature automatique du logiciel avait choisi de regrouper C1 et C5 ainsi que C3 et C4. Les groupes préalablement obtenus étaient donc :

- Groupe C1/C5
- Groupe C2
- Groupe C3/C4

La classification retenue nous offre 5 groupes distincts. Il n'était pas intéressant de former plus de groupe du fait de la taille de l'échantillon. Une classification en plus de 5 classes aurait donné des groupes possédant des effectifs trop faibles.

. Cependant les valeurs étaient quasiment inversées lors de la construction de la typologie à 3 groupes (Variabilité intra-classe égale à 63% contre 37% pour la variabilité inter-classe).

Tableau 8 :

Décomposition de la variance pour la classification optimale :

	Absolu	Pourcentage
Intra-classe	2,38	35,41%
Inter-classes	4,34	64,59%
Totale	6,72	100,00%

Source : personnel

Tableau 9:

Résultats par classe :

Classe	1	2	3	4	5
<b>Objets</b>	<b>14</b>	<b>27</b>	<b>12</b>	<b>17</b>	<b>9</b>
<b>Somme des poids</b>	14	27	12	17	9
<b>Variance intra-classe</b>	<b>2,98</b>	<b>3,71</b>	<b>1,38</b>	<b>0,81</b>	<b>1,60</b>
<b>Distance minimale au barycentre</b>	0,55	1,03	0,47	0,25	1,02
<b>Distance moyenne au barycentre</b>	<b>1,94</b>	<b>2,15</b>	<b>1,40</b>	<b>1,09</b>	<b>1,50</b>
<b>Distance maximale au barycentre</b>	4,54	4,27	2,31	2,35	2,55

Source : personnel

Le **Tableau 8** est important puisqu'il montre le calcul de la variabilité intra-classe et inter-classe. Rappelons que plus la variabilité intra-classe est faible, plus le groupe est homogène. Simultanément, la variabilité inter-classe permet d'obtenir une vision quantitative des différences qui existent entre chaque groupe. Plus cette variabilité sera forte, plus les groupes seront distincts. Il est donc d'une importance capitale d'obtenir une variabilité intra-classe inférieure à la variabilité inter-classe tout en gardant un nombre adéquat de types qui permettent une interprétation aisée du fonctionnement de l'ensemble. Cet objectif est atteint dans le cas présent

Le **Tableau 9** nous indique tout d'abord les effectifs de chaque groupe (Objets). Compte tenu de l'échantillon total, on peut affirmer que les effectifs sont relativement homogènes. Ensuite, on peut observer la variance calculée pour chaque groupe. La classe 2 possède la variance la plus élevée. Cela signifie qu'il existe probablement des situations diverses à l'intérieur de ce groupe. On peut également noter que la variance la plus faible est celle du groupe 4 qui, pourtant, possède le deuxième effectif le plus fort. On peut ainsi en conclure que le groupe 4 est relativement homogène avec des pratiques ressemblantes.

Figure 14 : Typologie finalisée.

	1	2	3	4	5
<b>Effectifs du groupe</b>					
%Maraichage	14	27	12	17	9
%Jachère	84	33	17	11	67
%Pâtûre	7	37	75	23	14
%AutresCultures	1	16	0	1,7	0
QuantitéAm_6mois	1,7	4	2	52	8
Mecanisation_6mois	4,8	0,26	0,37	0,07	1,9
NbPassagesEng_6mois	0,8	2,1	0,8	0,8	6
Phyto_6mois	2,7	2,5	0,6	0,9	3,7
Surface	1,2	2,5	0,9	0,6	6
Effectifs Grande_Terre	0,6	0,6	2,4	0,5	0,4
Effectifs Basse_Terre	3	13	6	11	7
TypeParcelle	11	14	6	6	2
Effectifs Presence_Am "oui"	Maraichage	Maraichage	Maraichage	Polyculture	Maraichage
Effectifs Presence_Am "non"	12	5	3	2	8
GetionRes	2	22	9	15	1
Irrigation	Laisser_au_sol	Laisser_au_sol	Laisser_au_sol	Laisser_au_sol	Export_partiel
	Absence_irrigation	Aspersion	Goutte_à_goutte	Aspersion	Goutte_à_goutte

Source : personnel

Typologie finale :

La **Figure 14** représente la typologie finale de l'étude. On y retrouve la totalité des variables utilisées pour sa construction (quantitatives comme qualitatives). A noter que les statistiques descriptives pour chaque variable dans chacun des groupes sont disponibles en **Annexe 4 et 5**. Les valeurs calculées pour chaque variable de chaque groupe de la typologie représentent les moyennes. Les variables qualitatives sont représentées soit par les effectifs de chaque modalité, soit par le mode de chacune des classes.

Cette typologie présente donc des groupes distincts. En effet, lorsque l'on regarde les moyennes de chaque groupe concernant la variable « %Maraichage », on aperçoit des différences très significatives. Le groupe 1 possède une moyenne de 84% de temps de maraîchage sur dix années de rotation culturale. A l'inverse, le groupe 4 ne présente que 11% de temps moyen sur la même durée de rotation. On observe donc des différences de pratiques quant à la durée de présence de cultures maraîchères dans la rotation. Certains agriculteurs se sont spécialisés dans le maraîchage tandis que d'autres l'utilisent de manière mois récurrente.

Concernant la variable « %Jachère », c'est le groupe 3 qui possède la durée de jachère la plus longue sur les dix ans : 75%.

La présence d'animaux sur certaines parcelles s'illustre par la variable « %Pature ». On observe que c'est le groupe 2 qui a recours à ce type de pratiques, même si même si elles ne concernant que peu d'individus (16%).

La variable « %AutresCult » permet de rendre compte du caractère plus ou moins exclusif de la mise en place de systèmes maraichers sur une même parcelle. Le groupe 4 consacre en moyenne 52% de la durée de rotation pour des cultures à cycle plus long.

Dans le cadre du projet TropEmis, nous nous intéressons à la matière organique et de ce fait, la variable « QuantiteAm\_6mois » est un renseignement important sur les pratiques.



On s'aperçoit ainsi que le groupe 1 apporte environ 5t/ha/6mois d'amendement. Rappelons que le groupe 1 est celui qui possède la plus longue durée de cultures à cycles court (et donc de maraîchage) dans sa rotation. Les groupes 2, 3 et 4 n'apportent même pas 0,5t/ha/6mois d'amendements sur leurs parcelles. Ces valeurs peuvent donc être considérées comme négligeables.

Les variables « Mécánisation\_6mois », « NbPassagesEng\_6mois » et « Phyto\_6mois » caractérisent une certaine intensité des pratiques. Elles ne sont pas à lier avec la variable « QuantitéAm\_6mois » (qui pourrait également caractériser une intensité) puisque cette dernière concerne un apport en matière organique. A l'inverse, ces autres variables ont un effet direct sur la plante ou bien jouent un rôle de destructeur des stocks carbonés du sol. On observe que le groupe 5 est caractérisé par une certaine intensité des pratiques :

- En moyenne 6 passages d'outils de travail du sol sur 6 mois.
- En moyenne 3,7 passages d'engrais sur 6 mois.
- En moyenne 6 passages de produits phytosanitaires sur 6 mois.

Opposé à ce groupe, les groupes 3 et 4 utilisent très peu de produits ainsi que d'outils de travail du sol. Les pratiques de ces derniers seraient finalement des logiques plus extensives dans la manière de cultiver. Il est à noter que le groupe 1 est relativement intensif excepté pour la Mécanisation des parcelles (0,8 passages d'outils en moyenne tous les 6 mois).



Etude des variables qualitatives :

Maintenant, il devient intéressant d'étudier des variables qualitatives dans cette typologie. En effet, elles permettent d'obtenir des explications très pertinentes sur les résultats quelque peu inattendus.

Tout d'abord, on observe que le groupe 1 est largement représenté par des parcelles provenant de la Basse Terre (11 contre 3), cette région pédoclimatique étant réellement différente de la Grande Terre. On observe également que sur les 14 parcelles, 12 ont été amendées au moins une fois ces dix dernières années. Et de plus, c'est le seul groupe qui possède la modalité « Absence\_irrigation » comme mode. L'hypothèse d'une régionalisation des pratiques ne se vérifie donc pas pour tous les groupes.

Concernant l'apport des variables qualitatives, les groupes 2 et 3 sont relativement similaires. En effet, les deux classes possèdent des effectifs égaux ou presque concernant la provenance géographique des parcelles. Elles possèdent également une majorité de parcelles qui ne sont pas amendées depuis dix ans.

Le groupe 4 provient (tout comme le groupe 5) majoritairement de la Grande Terre (11 parcelles contre 6 de la Basse Terre). On observe dans ce cas présent que 15 parcelles sur 17 n'ont pas été amendées depuis dix ans. Cette classe est également illustrée par le fait que plus de la moitié des parcelles observées suivent une rotation de polyculture (implication de cultures autres que les cycles courts).

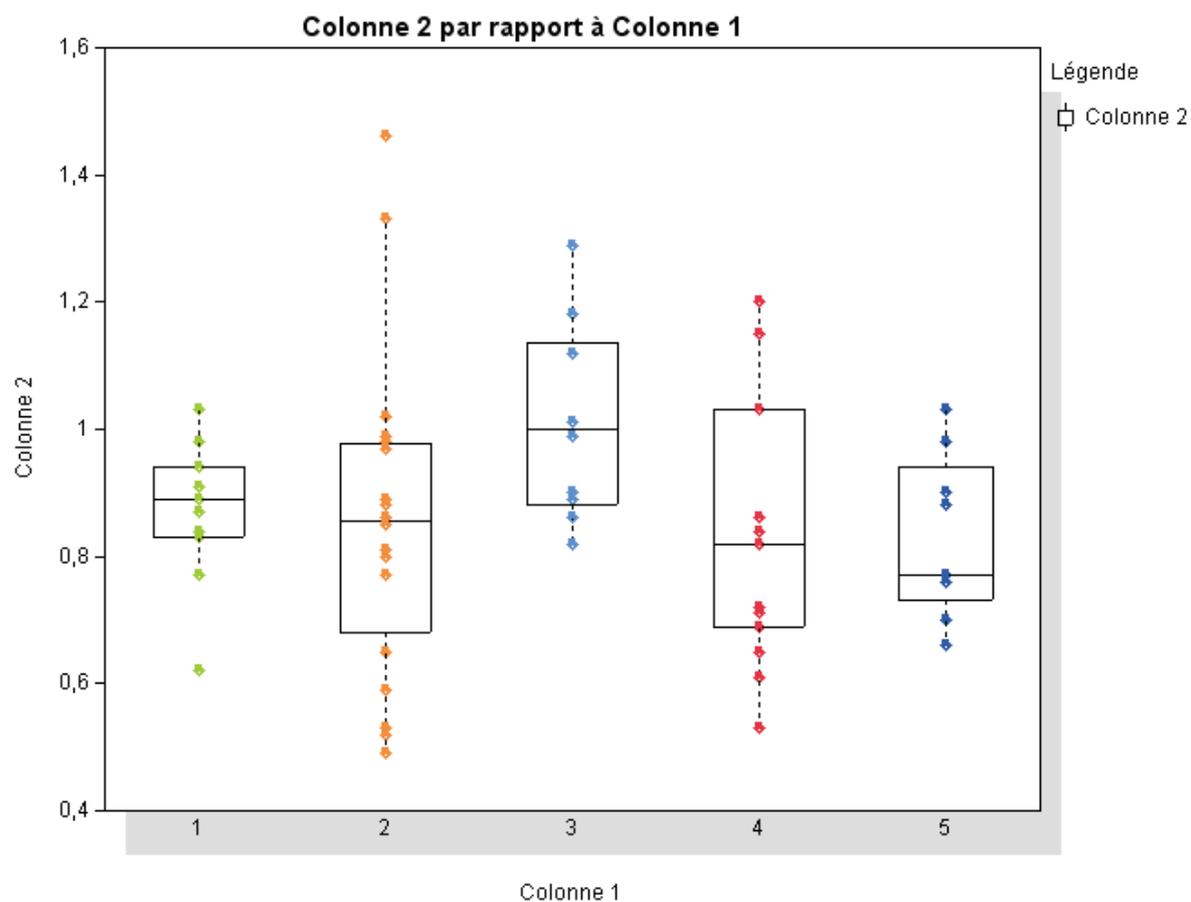
Enfin, le groupe 5 est également issu de Grande Terre en grande partie mais avec la particularité que 8 des 9 parcelles de cette classe ont été amendées au moins une fois depuis 10 ans.

Tableau 10 : Statistiques descriptives des IndiCa pour chaque classe.

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
<b>Moyenne IndiCa</b>	<b>0,87</b>	<b>0,86</b>	<b>1,02</b>	<b>0,83</b>	<b>0,83</b>
<b>Min IndiCa</b>	0,62	0,49	0,82	0,53	0,66
<b>Max IndiCa</b>	1,03	1,46	1,29	1,20	1,03
<b>Médiane IndiCa</b>	0,89	0,86	1,00	0,82	0,77
<b>Ecartype IndiCa</b>	0,11	0,25	0,16	0,20	0,13
<b>Coefficient variation</b>	0,13	0,29	0,15	0,24	0,15

Source : personnel

Figure 15 : Boîtes à moustache des IndiCa pour chaque classe.



Source : personnel

#### d. Résultats des analyses de sol.

Le **Tableau 10** nous montre les moyennes des IndiCa pour chaque classe. On n'observe qu'une seule valeur supérieure à 1 : la moyenne du groupe 3. Les valeurs des autres groupes se situent entre 0,8 et 0,9.

La **Figure 15** nous permet d'observer la dispersion de chaque valeur pour chacune des classes. On peut ainsi observer que le groupe 2 possède deux individus extrêmement dispersés par rapport au reste des valeurs de ce groupe. Cela se traduit par un coefficient de variation deux fois supérieur à la valeur des groupes 1, 3 et 5 (égal à 0,29). Le groupe 4, quant à lui, possède un coefficient de variation assez élevé (0,24) mais ne possède pas de valeurs extrêmement différentes au reste de la classe comme le groupe 2. Cette classe possède la plus grande dispersion mais sans aucune valeur aberrante (A & M-B, 2008).



## 5. Discussions

### a. Analyse et interprétation des résultats par rapport à la problématique

Cette analyse des pratiques culturales en cycles courts en Guadeloupe a permis de construire une typologie reposant sur des pratiques récurrentes pouvant être classer selon différents groupes. Les traitements statistiques ont permis de dégager des groupes proposant des manières de cultiver le maraîchage de façon bien distincte.

En effet, le pourcentage de durée de maraîchage moyen dans une rotation étudiée sur dix ans, matérialisée par la variable « %Maraichage » est très différent selon les groupes. Certains agriculteurs préfèrent cultiver spécifiquement du maraîchage tandis que d'autres préfèrent l'intégrer dans une rotation de cultures de diversification (intégration d'autres cultures dans la diversification). On peut parler de spécialisation maraîchère lorsque la durée de maraîchage est élevée dans une rotation.

La part de jachère dans la rotation peut également être élevée. On peut caractériser cette gestion par l'appellation « pratique extensive » des cultures à cycle court. C'est ce que l'on retrouve notamment dans le groupe 3 nommé « Jachère et maraîchage extensif » Ceci s'explique par la taille des parcelles et également par la S.A.U de l'exploitant. Tout d'abord, il est difficile pour un agriculteur de planter une grande surface en maraîchage pour plusieurs raisons :

- Les semences coûtent cher.
- Les produits nécessaires à la défense du végétal ont un coût très élevé pour un cycle de culture.
- Le travail du sol parfois manuel est un travail fastidieux.
- La main d'œuvre est chère.

Ces 4 contraintes vont amener l'agriculteur, s'il possède suffisamment de foncier, à laisser des parcelles en jachère afin de régénérer le sol. Si les parcelles sont de petite taille, l'agriculteur plantera son maraîchage sur des parcelles différentes à chaque cycle laissant le sol en jachère lorsque la culture est implantée ailleurs. Cette gestion permet d'éviter des coûts de produits phytosanitaires et de main d'œuvre. Cette conclusion est illustrée par le résultat de l'Indicateur Carbone (IndiCa) de ce groupe.



En effet, c'est la seule valeur supérieur à 1 (IndiCa=1,02). Cela signifie que cette pratique contribue autant à maintenir les stocks carbonés dans les sols que les cultures comme la canne à sucre ou la banane. Il existe donc une relation entre pratique extensive et maintien du carbone dans le sol.

L'intégration de pâturage dans la rotation est également une manière extensive d'amender la parcelle en économisant de l'amendement. Cette pratique ne s'applique qu'aux agriculteurs possédant des animaux qu'ils laissent paître quelques temps sur la parcelle. C'est dans le groupe 2 de la typologie qu'on retrouve la présence non négligeable de pâture (16%). Cette classe a été appelée « Jachère et maraîchage intensif ». On observe ainsi que la quantité d'amendement apportée est très faible par rapport à un temps de présence du maraîchage qui est, lui aussi, non négligeable (33%). On observe d'ailleurs que les deux valeurs extrêmes de l'IndiCa observées sur le graphique proviennent de deux parcelles du même exploitant qui pratique le « pâturage longue durée ». On obtient des valeurs de rapport égal à 1,33 et 1,46. Cela signifie que les pratiques de cet agriculteur permettent de rehausser son taux de matière organique. On peut néanmoins expliquer le rapport moyen égal à 0,86. Ce groupe possède 33% de durée de maraîchage dans sa rotation, ce qui est non négligeable. Les 16% de temps de pâture correspondent, en fait à des pâtures longue durées pratiqués par quelques agriculteurs de ce groupe. Sur les 27 individus du type, seulement 5 apportent de l'amendement sur leurs parcelles. Malgré les 37% de temps de jachère, ce type de pratique n'est pas suffisant pour maintenir le taux de carbone dans le sol. Enfin on note une certaine intensivité dans ce groupe. L'utilisation d'outils de travail du sol, d'engrais et de pesticides est relativement forte même si le temps de maraîchage est réduit dans cette rotation.

Ce que l'on retrouve dans le groupe 4 sont des pratiques peu intensives au niveau des intrants avec beaucoup de cultures de diversification (52%). Le nom choisi pour cette classe est « Diversification et maraîchage extensif ». Certains agriculteurs, faute de surface suffisante, préfèrent ne pas se spécialiser dans le maraîchage et, par la même occasion, éviter d'amener trop d'intrants (engrais, produits phytosanitaires, amendements).



Ce type d'exploitants, préfère intégrer d'autres cultures à la rotation. Les cultures de diversifications les plus rencontrées sont :

- La canne à sucre
- La banane
- Les cultures vivrières (majoritairement l'igname).

Ces cultures de diversifications apportent de la trésorerie sur un plus long terme mais permettent un couvert végétal sur plus long terme. Ce type d'agriculteur opte généralement pour une petite partie de sa S.A.U en maraîchage tandis que le reste est implanté en cultures diverses. Il est important de connaître les impacts de chaque culture sur le sol. Il est connu que la canne à sucre et la banane permettent de maintenir le taux de matière organique ce qui n'est pas le cas pour l'igname et les cultures vivrières en général. Ainsi, le résultat des rapports IndiCa concernant ce groupe s'explique mieux. En effet, la forte dispersion des valeurs est due au type de diversification. Les IndiCa supérieurs à 1 correspondent à des parcelles utilisant de la canne à sucre ou de la banane dans la rotation tandis que ceux inférieurs à 1 correspondent à des pratiques intégrant les cultures vivrières comme l'igname ou la madère. Ces IndiCa supérieurs à 1 sont surprenants puisqu'ils ont été comparés à des parcelles ne contenant que de la canne à sucre ou de la banane. Ce sont en fait des apports d'amendements qui amènent ces individus à avoir une valeur de carbone supérieure à la valeur de référence. Il serait donc intéressant, dans le futur, « d'éclater » le groupe 4 en plusieurs groupes avec des cultures de diversification spécifiques à chaque sous-classe.

Pour caractériser au mieux les groupes de la typologie, il faut également s'intéresser à la répartition géographique. Le groupe 1 a été appelé « Maraîchage spécialisé pluvial de montagne » puisque les parcelles proviennent majoritairement de la Basse Terre. Les fortes précipitations incitent les agriculteurs à ne pas irriguer leurs parcelles et le mode de la variable « Irrigation » pour ce groupe est la modalité « Absence\_irrigation ». La plupart des exploitations sont en altitude sur des terrains très en pente d'où l'impossibilité totale de mécaniser les parcelles. Cette région est très fortement propice au maraîchage du fait du climat et du taux très élevé de matière organique.



La très forte présence du maraîchage dans la rotation devrait dégrader les stocks carbonés des sols. L'IndiCa moyen de cette classe est de 0,87 pour 87% de maraîchage dans la rotation. Cette forte spécialisation maraîchère s'appuie sur des pratiques d'amendement élevé des parcelles. Ainsi la quantité d'amendement moyenne pour ce type de maraîchage est de 4,8t/ha/6mois. C'est grâce à ces apports que les sols, certes se dégradent (IndiCa<1), mais de manière modérée grâce à l'apport régulier d'amendement organique.

Le groupe 5 a été nommé « Maraîchage spécialisé intensif » puisque l'on observe dans la typologie une relation proportionnelle entre la durée de maraîchage et les quantités d'amendement apportées. C'est le cas de cette classe avec 67% de temps de maraîchage et 1,9t/ha/6mois d'amendement. Ce dernier a, de ce fait, une valeur d'IndiCa proche de celle du groupe 1 (IndiCa=0,83).

Comme l'amendement, le nombre de passages d'outils de travail du sol (excepté pour le groupe 1), d'engrais et de produits phytosanitaires sont proportionnels à la durée de maraîchage dans la rotation ; Plus le maraîchage occupe une place importante, plus l'intensité des pratiques sera élevée.

Finalement, il apparaît possible de nommer les différentes classes créées. Si l'on hiérarchise les caractéristiques pour donner une appellation à chaque groupe, cela donnerait en ordre décroissant :

- La spécialisation (ou non) de la rotation en maraîchage
- L'intensité des pratiques
- Le contexte pedoclimatique

Conclusion : La grande majorité des groupes de pratiques amènent à une diminution du taux de carbone dans les sols. Même si l'apport d'amendement empêche de fortes baisses, ils ne sont généralement pas suffisants pour maintenir le taux de matière organique.



## b. Limites et critiques de la méthode

Cette partie sera consacrée à des sentiments et des critiques personnels quant à la méthode.

### - Les enquêtes de terrains

L'encadrement des systèmes maraîchers en Guadeloupe est relativement faible par rapport aux systèmes canniers et bananiers. Il n'existe donc que très peu d'expertise sur les systèmes à cycle court (FAEDER, 2013). Les enquêtes de terrain constituent donc une méthode appropriée pour obtenir de l'information. En effet, cela permet de se rendre compte par soi-même des pratiques en oeuvre. Dans le cadre de ce stage, cela a été capital puisque c'est grâce au fait que je suis allé seul sur le terrain que j'ai pu me rendre compte la pertinence d'une classification à 3 groupes était faible. Après avoir analysé cette dernière, je me suis rendu compte que cela ne représentait absolument pas de ce que j'avais pu observer.

Toutefois, les enquêtes de terrain peuvent amener la personne ayant effectué ces sorties à avoir un regard biaisé. Lors des traitements statistiques, il faut toujours créer des traitements de manière objective et non pas créer des traitements qui permettent de sortir les résultats que l'on attend. Enfin, la qualité de l'enquête est largement tributaire de l'agriculteur puisque c'est lui qui fournit l'information que l'on cherche. Les données récoltées proviennent des dires de l'exploitant. On se base sur la confiance en ses propos lorsqu'il n'est pas possible de vérifier l'exactitude de l'information.

### - Les traitements statistiques

Cette méthode est le meilleur moyen de dégager les premiers résultats d'un sujet beaucoup plus large. La contrainte de ces traitements est généralement la taille de l'échantillon. De plus, il est important pour la personne effectuant les traitements d'avoir une connaissance approfondie de tous les outils statistiques mis à sa disposition. Certains d'entre eux peuvent révéler des résultats qui seraient masqués avec d'autres outils.



### c. Retour d'expériences et apports personnels

#### - Les enquêtes de terrain

Certains agriculteurs pratiquent de la « rétention d'informations ». Cette situation arrive lorsque l'agriculteur ne se sent pas à l'aise d'avoir une personne qui lui pose des questions sur sa manière de travailler. Ainsi, certaines informations pouvaient être compliquées à recueillir. Pour pallier à ce problème, je détournais la conversation sur des choses plus générales afin de le mettre à l'aise. De plus, je répétais que les données récoltées étaient strictement confidentielles et que les résultats de l'analyse de sol effectuée sur sa parcelle lui seraient donnés gratuitement (le prix moyen d'une analyse de sol allant de 200 à 300€ par parcelle). Comme certains agriculteurs, et plus particulièrement les maraîchers, ne déterminent pas leurs rendements, il peut arriver que des valeurs extrêmement aberrantes me soient communiquées. Dans ce cas, je choisis de ne pas les considérer. C'est pour cela que les rendements ne figurent pas dans mon analyse: dans 80% des cas, ce sont des appréciations qualitatives faites par l'agriculteur lui-même. Comme c'est un avis peu fiable je n'ai pas trouvé intéressant de le faire apparaître dans les traitements statistiques.

#### - Les traitements statistiques

Acquérir de l'aisance pour utiliser les outils de traitements statistiques (notamment avec les AFCMs) n'a pas été simple. Malgré tout j'ai pu à l'aide d'une ACP et d'une CAH aboutir à une typologie concluante au niveau des résultats. J'ai finalement pu analyser quelles étaient les variables les plus pertinentes à exploiter et surtout les présenter d'une manière intéressante. J'ai également su apporter mes compétences en matière d'interprétations agronomiques et agricoles des résultats afin de pouvoir aider à l'avancée du projet. Une des questions que l'on peut se poser concerne la généralité de ces résultats. En effet, il pourrait être intéressant de savoir si cette typologie est extrapolable à un échantillon beaucoup plus grand ? Dans le cadre de mon stage, j'ai observé 79 parcelles sur 47 exploitations différentes et j'ai créé une classification des pratiques de ces exploitations en 5 groupes distincts. Le groupe 4, par exemple, est une classe relativement hétérogène puisqu'elle englobe les rotations intégrant des cultures très différentes. Les résultats d'IndiCa ont une variabilité très importante. Il pourrait être intéressant de créer des sous-groupes.



## Conclusion

Dans le cadre du projet « TropEmis » qui consiste à comprendre le stockage et le déstockage du carbone dans les sols de Guadeloupe, l'étude des cultures à cycle court a un rôle non négligeable à jouer. En effet, on sait que ces cultures dégradent la matière organique des sols. Afin de comprendre cet impact et de pouvoir solutionner ce problème, il est primordial de connaître au préalable les pratiques utilisées par les agriculteurs. Les enquêtes de terrain ont permis d'observer directement ces pratiques et de comprendre les logiques agronomiques des exploitants. Les données récoltées permettent de construire une base de données afin de conserver l'information. Ces dernières sont ensuite utilisées, grâce aux traitements statistiques, pour dégager une typologie de ces pratiques. Cette classification permet de comprendre les différentes logiques agricoles et agronomiques. Chacune d'entre elles obéissant à des contextes pédoclimatiques différents. Des analyses de sols effectuées pendant les enquêtes de terrains ont été mises en relation avec des résultats d'analyse de sol datant de quelques années auparavant (références) ont permis de calculer un rapport entre le taux de carbone actuel et le taux de carbone de référence. La comparaison de cette typologie avec les rapports de taux de carbone ont permis d'observer une baisse générale des stocks carbonés dans les sols accueillant des rotations intégrant des cultures à cycle court excepté lorsque la jachère occupe une place importante de la rotation.

Finalement, les différents groupes dégagés grâce à la typologie des pratiques de cultures à cycle court vérifient ainsi un impact non négligeable sur le sol et donc sur les réservoirs de carbone. Les différences pédoclimatiques sur le territoire guadeloupéens justifient la variabilité des pratiques. On ne peut donc pas généraliser l'impact des cultures à cycle court à l'échelle régionale.

C'est dans le cadre de ce projet que cette typologie va permettre la construction de cartes de la matière organique en Guadeloupe ainsi que le calibrage de l'outil MorGwanik© qui est disponible gratuitement pour les exploitants agricoles et les techniciens du développement. Ceci dans le but de sensibiliser et d'aider les agriculteurs à ajuster leurs pratiques pour conserver la qualité de leurs sols dans un contexte de changements climatiques globaux à l'échelle planétaire.



## Liste des figures :

Figure 1 : Localisation géographique de la structure d'accueil.

Figure 2 : Vue aérienne du centre INRA

Figure 3 : Présentation géographique de la Guadeloupe.

Figure 4 : Carte pédologique de la Guadeloupe continentale.

Figure 5 : Photo de plusieurs parcelles de maraîchage.

Figure 6: Assolements communaux de la Guadeloupe en 2013.

Figure 7 : Répartition spatiale des enquêtes sur le territoire guadeloupéen.

Figure 8 : Zoom sur Grande-Terre

Figure 9 : Zoom sur Basse-Terre

Figure 10 : Cercle des corrélations.

Figure 11: Graphique symétrique des variables.

Figures 12: Dendrogrammes de la CAH

Figure 13 : Dendrogramme après la troncature.

Figure 14 : Typologie finalisée.

Figure 15 : Boîtes à moustache des IndiCa pour chaque classe.



Liste des tableaux :

Tableau 1 : Récapitulatif des enquêtes par commune.

Tableau 2 : Statistiques descriptives.

Tableau 3 : Matrice de corrélation de Pearson.

Tableau 4 : Valeurs propres.

Tableau 5 : Corrélations entre les variables et les facteurs.

Tableau 6: Statistiques descriptives des variables qualitatives.

Tableau 7: Valeurs propres et pourcentages d'inertie.

Tableau 8 Décomposition de la variance pour la classification optimale.

Tableau 9: Résultats par classe.

Tableau 10 : Statistiques descriptives des IndiCa pour chaque classe.



## **Table des sigles :**

Km<sup>2</sup> : Kilomètre carré

% : Pour cent

t : Tonnes

ha : Hectare

Cobs : Carbone observé

Cref : Carbone de référence

IndiCa : Indicateur Carboné.



## Bibliographie

A, O., & M-B, G. (2008). *Evaluation des impacts environnementaux des pratiques agricoles: le Diagnostic Agro-Environnemental Géographique*. Montoldre: ECOTECH.

Agreste. (s.d.). Consulté le Juin 2014, sur [agreste.com](http://agreste.com).

Agreste. (2010). *Recensement agricole*.

Baccini, A. (2010). *Statistique descriptive multidimensionnelle*. Université de Toulouse, Toulouse.

Briand, E. (2012). *L'Atlas des paysages Guadeloupe*. DEAL, Région Guadeloupe, Pointe à Pitre.

C. Barlagne, J.-M. B. (2013). *CARACTERISATION DES SYSTEMES DE PRODUCTION D'IGNAME EN GUADELOUPE ET ETUDE DES DETERMINANTS DES CHOIX VARIETAUX DES AGRICULTEURS*. Inra.

Cirad. (2008).

[http://caribfruits.cirad.fr/production\\_fruitiere\\_integree/conduite\\_de\\_son\\_verger/avant\\_d\\_e\\_planter/2\\_conditions\\_pedo\\_climatiques\\_de\\_la\\_guadeloupe](http://caribfruits.cirad.fr/production_fruitiere_integree/conduite_de_son_verger/avant_d_e_planter/2_conditions_pedo_climatiques_de_la_guadeloupe). Consulté le Juin 2014, sur [caribfruits.cirad.fr](http://caribfruits.cirad.fr).

F. Chevalier, J. L. (2012-2013). *La classification*. Université de Rennes, Rennes.

FAEDER. (2013). [http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/pdr971\\_09-02-05\\_consolide\\_cle02ehea.pdf](http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/pdr971_09-02-05_consolide_cle02ehea.pdf). Récupéré sur [agriculture.gouv.fr](http://agriculture.gouv.fr).

G. Basileu, S. M. (1999). *L'agriculture en Guadeloupe: Etat des lieux des cultures de diversification*. CARIF-OREF, Pointe à Pitre.

Inra. (s.d.). Consulté le Mars 2014, sur [inra.fr](http://inra.fr).

J. M.-F. Johnson, R. R. (2006). Estimating Source Carbon from crop residues, roots and rhizodeposits using the National Grain-yield Database.



Lemanceau, P. (2014). Maîtrise et gestion de la biodiversité dans les sols : quelles perspectives ? *Les rencontres de l'INRA au Salon de l'Agriculture 2014*. Paris, FRA.

Ministère des outre mer. (s.d.). <http://www.outre-mer.gouv.fr/?presentation-guadeloupe.html>. Consulté le Mars 2014, sur [outre-mer.gouv.fr](http://www.outre-mer.gouv.fr).

ODEADOM. (2009). *Filières Diversification végétale*. ODEADOM, Paris.

Sierra, J. (2013). Deux actions clés pour promouvoir le compostage : définir les besoins des sols en matière organique et évaluer la qualité des composts. *1ères Assises des déchets*. Baie-Mahault.

Sierra, J., & Publicol. (2011). *Un outil pour évaluer la gestion de la matière organique dans les sols de Guadeloupe*. Petit Bourg, Guadeloupe.

Vandaele, L. F. (2010). *Agriculture et gaz à effet de serre: état des lieux et perspectives*.



# ANNEXES



## Annexe 1 : Présentation d'une partie du dictionnaire de données.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	Variables	Type	Nb Modalités	Commentaires												
2	%Maraichage	Quantitatif	-	Pourcentage du temps de Maraichage sur la parcelle dans une rotation de 10 ans.												
3	%Jachere	Quantitatif	-	Pourcentage du temps de jachère sur la parcelle dans une rotation de 10 ans.												
4	%Pature	Quantitatif	-	Pourcentage du temps de pâture sur la parcelle dans une rotation de 10 ans.												
5	%AutresCult	Quantitatif	-	Pourcentage du temps d'autres cultures sur la parcelle dans une rotation de 10 ans.												
6	QuantiteAm_6mois	Quantitatif	-	Quantité des apports d'amendements en t/ha/6mois. Représente une moyenne sur 10 ans ramené à 6 mois.												
7	Mecanisation_6mois	Quantitatif	-	Moyenne du nombre de passages d'outils de travail du sol sur une période de 6 mois.												
8	NbPassageEng_6mois	Quantitatif	-	Moyenne du nombre de passages d'engrais (différents ou non) sur une période de 6 mois.												
9	Phyto_6mois	Quantitatif	-	Nombres de passages de produits phytosanitaires (tous types confondus) sur une meme parcellesur une durée de 6 mois.												
10	Surface	Quantitatif	-	Surface en hectares des parcelles enquêtées.												
11	Region	Qualitatif	2	Modalités: "Basse_Terre" ou "Grande_Terre". Représente la localisation géographique de la parcelle.												
12	TypeParc	Qualitatif	4	Modalités: "Maraichage", "Polyculture", "Monoculture", "Maraichage_elevage"												
13	PresenceAm	Qualitatif	2	Modalités: "oui" ou "non". Indique s'il y a eu présence d'apports d'amendements sur la parcelle depuis 10 ans.												
14	GestionRes	Qualitatif	5	Modalités: "6_Enfouissement", "5_Enfouissement_partiel", "4_Laisser_au_sol", "3_Export_partiel", "2_Export". Représente la gestion des résidus par l'agriculteur.												
15	Irrigation	Qualitatif	3	Modalités: "3_Goutte_a_goutte", "2_Aspersion", ou "1_Absence_irrigation"												



Annexe 2 : Questionnaire d'enquête (1<sup>ère</sup> partie).

**Identification de la parcelle – Situation actuelle : # TropEmis :.....**

Nom de la parcelle : .....

Points GPS : .....

Culture présente : ..... Surface : .....

Culture associée : .....

Période de plantation/Âge de la culture présente: ..... Type de semis/Variété .....

Culture précédente..... Parcelle remodelée : non, oui : date.....

		Type	Quantité annuelle	Fréquence
Amendements	Basiques			
	Organiques			
Engrais	Minéraux			
	Mixte			
Traitement	Ravageurs			
	Adventices			
	Maladie			

Durée après la plantation	Travail du sol effectué

Rendement : estimé si (1<sup>er</sup> cycle) :..... antérieur : .....

Irrigation : non, oui : Type : .....

Flux de résidus de culture (Entre Culture précédente et culture actuelle) :

Entrants : enfouissement CP : oui, non : Brûlure : oui, non : Restitution des cendres : .....

Vide sanitaire : oui, non ..... Export paille : 100%, en partie, bovin, non

Jachère : oui, non : durée implantation : ..... Composition/Utilisation : .....

Particularité de la culture en place : .....

.....



Annexe 3 : Questionnaire d'enquête (2<sup>ème</sup> partie) :

### **Identification de la parcelle - Situation antérieure**

Type de maraîchage : strict, diversifié, culture dérobée Depuis le : .....

Quantités annuelles :

Cycle	Culture	Rendement	Amendement s	E. minéraux	Travail du sol	Autres formes d'apport	Flux	
							Entran t	Sortan t
n - 1								
n - 2								
n - 3								
n - 4								
n - 5								

Faits marquants de la parcelle : .....



Annexe 4 : Statistiques descriptives des effectifs totaux des variables quantitatives.

	Effectifs totaux	Moyenne	Min	Max	Mediane	Ecartype	Coefficient variation
%Maraichage	79	39,2	1,7	100,0	30,0	29,6	0,8
%Jachere	79	32,2	0,0	92,5	25,0	25,8	0,8
%Pature	79	6,3	0,0	80,8	0,0	17,2	2,7
%AutresCult	79	14,4	0,0	67,5	0,0	22,0	1,5
QuantiteAm_6mois	79	1,2	0,0	20,0	0,0	3,5	2,8
Mecanisation_6mois	79	1,9	0,0	11,5	0,9	2,3	1,2
NbPassagesEng_6mois	79	2,1	0,0	6,8	1,9	1,7	0,8
Phyto_6mois	79	2,1	0,0	8,6	1,6	2,1	1,0

Annexe 5 : Statistiques descriptives des effectifs « en ayant » des variables quantitatives.

	Effectifs "en ayant"	Moyenne	Min	Max	Mediane	Ecartype	Coefficient variation
%Maraichage	79	39,2	1,7	100,0	30,0	29,6	0,8
%Jachere	68	37,4	5,0	92,5	30,8	24,1	0,6
%Pature	13	38,3	5,0	80,8	40,0	23,9	0,6
%AutresCult	30	37,9	7,5	67,5	42,5	19,6	0,5
QuantiteAm_6mois	26	3,6	0,3	20,0	2,0	5,2	1,4
Mecanisation_6mois	52	2,9	0,1	11,5	2,3	2,4	0,8
NbPassagesEng_6mois	75	2,2	0,1	6,8	2,0	1,6	0,8
Phyto_6mois	68	2,4	0,1	8,6	2,0	2,0	0,8