UNIVERSITE DES ANTILLES ET DE LA GUYANE

U.F.R. des Lettres et Sciences Humaines

- THESE

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR

- Discipline : Géographie
-
- Présentation et soutenance prévues par

- Corinne VENKATAPEN

le 24 Mai 2012

ÉTUDE DES DETERMINANTS GEOGRAPHIQUES ET SPATIALISATION DES STOCKS DE CARBONE DES SOLS DE LA MARTINIQUE

Thèse dirigée par :
Franck DOLIQUE, Directeur de thèse
Eric BLANCHARD, Co-Directeur de thèse

Composition du jury :

Prof. Maurice BURAC, Université Antilles Guyane, UFR LSH	Président du Jury
Dr. Philippe TIXIER, CIRAD-PRAM,	Rapporteur
Dr. Thierry WOIGNIER, CNRS/IRD-PRAM,	Rapporteur
Dr. Jorge SIERRA, INRA-Guadeloupe,	Examinateur
Ir. Dominique ARROUAYS, INRA, US INFOSOL	Examinateur
Prof. Franck DOLIQUE, Université Antilles Guyane, UFR LSH	Directeur
Dr. Eric BLANCHARD, IRD, UMR Eco&sol	Co-Directeur

AVANT PROPOS

Le présent document est le résultat d'un travail de recherche commencé en octobre 2000, et qui s'est poursuivi jusqu'en 2011.

Ce travail de recherche s'est inscrit dans le cadre du projet "Déterminants des stocks de carbone des sols des Petites Antilles (Martinique, Guadeloupe). Alternatives de séquestration du carbone et spatialisation des stocks actuels et simulés". Ce projet faisait lui-même parti du programme de recherche GESSOL (GEStion durable des SOLs) lancé dès 1998 par le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, portant sur le fonctionnement des sols et son rôle vis-à-vis de l'environnement et de la production agricole.

Le projet a été conduit en coopération entre l'IRD et l'INRA Infosol dans le cadre du programme IGCS (Inventaire, Gestion et Conservation des Sols), programme proposant aux régions un appui pour réaliser un inventaire de leurs sols à différentes échelles et un modèle de structure informatique unique ("DoneSol") pour organiser les données recueillies.

Ce travail de recherche a bénéficié de l'appui scientifique des laboratoires Pédologie de l'IRD Martinique au Pôle de Recherche Agro-environnementale de la Martinique, Eco&Sols (Ecologie Fonctionnelle et Biogéochimie des Sols et des Agro-écosystèmes) de l'IRD Montpellier et AIHP-GEODE (Archéologie Industrielle, Histoire, Patrimoine – Géographie, Développement, Environnement de la Caraïbe E.A 929) de l'Université des Antilles et de la Guyane.

Par ailleurs, ce travail a également bénéficié de l'appui financier du Conseil Régional de Martinique à travers des bourses d'études régionales 2000, 2001 et 2002.

REMERCIEMENTS

Je remercie tout d'abord Maurice BURAC qui m'a autorisé à m'inscrire en thèse et a accepté d'être le président de ce jury. Je lui exprime ici ma profonde gratitude.

Merci à Franck DOLIQUE, directeur de thèse, prenant la succession de Monsieur Maurice BURAC. Ses critiques et remarques m'ont permis de réorienter ce travail et de traduire les préoccupations spécifiques de la zone d'étude

J'adresse mes remerciements à Eric BLANCHARD, co-directeur de thèse, pour m'avoir accordé sa confiance en encadrant ce travail de recherche. L'aide qu'il m'a apportée pour le suivi des travaux de terrain, l'analyse des résultats ainsi que pour les relectures de ce document ont contribué à la mise en forme de cette version finale.

Mes remerciements à Messieurs Philippe TIXIER (CIRAD-PRAM) et à Thierry WOIGNIER (CNRS/IRD-PRAM) qui malgré leurs multiples occupations ont accepté d'être rapporteurs de cette thèse.

Merci aussi aux examinateurs, messieurs Jorge SIERRA (INRA Guadeloupe) et Dominique ARROUAYS (INRA Orléans), pour leur intérêt et leur participation à cette soutenance.

Je remercie messieurs Jean-Alfred GUEREDRAT, Georges-Henri SALA, Daniel BARRETEAU, Marc MORELL et Patrick QUENHERVE, représentants successifs de l'IRD Martinique-Caraïbes pour m'avoir accueilli et fait confiance et ce, depuis la maitrise.

J'exprime mes remerciements à tout le personnel de l'IRD Martinique et plus particulièrement à l'équipe du laboratoire de Pédologie, Jérôme BERNARD, Joëlle LOURI, Luc RANGON, Raymond TOTILA et Mme BOLOSIER qui m'ont largement aidé sur le terrain et au laboratoire dans l'organisation des analyses fastidieuses qui ont suivi. Je remercie également Christian HARTMANN qui m'a initié à la pédologie en général et sols de Martinique en particulier.

Je remercie tous les membres de l'UMR Eco&Sols de l'IRD Montpellier pour les bonnes conditions dans lesquelles ils m'ont reçu. Je remercie plus particulièrement Martial BERNOUX ; le chapitre 3, spatialisation lui doit beaucoup.

Je remercie les membres du laboratoire AIHP-GEODE pour leur accueil toujours chaleureux lors de chacune de mes (très épisodiques) visites.

Je voudrais également remercier tous les stagiaires, thésards et post-doctorants que j'ai côtoyé, tant à la Martinique qu'à Montpellier. Merci en particulier à Tiphaine CHEVALLIER, Bounmanh KHAMSOUK, Guillaume LALUBIE, Tantely RAZAFIMBELO, Pascal SAFFACHE, qui m'ont supporté au propre comme au figuré durant toutes ces années. Même si, ils ne sont pas cités ici, je tiens à leur dire tous, Merci.

Enfin, un grand merci aux agriculteurs pour leur accueil courtois et leurs précieuses observations.

Je ne saurais terminer ces remerciements sans invoquer le soutien de ma famille pendant ces douze années.

Et enfin, une pensée pour ma tante Nadine VENKATAPEN-ANNETTE, mon oncle Michel VENKATAPEN et mon cousin Sohan VENKATAPEN.
Ce travail vous est dédié.

RESUME

Les stocks des éléments dans les sols, et en particulier ceux du carbone, sont en constante évolution sous l'effet de facteurs naturels (climat, végétation, teneurs en argiles, etc.) et anthropiques (usages des sols, etc.). Notre objectif est donc, (i) de mieux comprendre les relations entre type de sol, système de culture et quantité de carbone stockée, (ii) d'étudier les conséquences des changements d'usage et de gestion des terres sur les formes de matière organique dans les sols et (iii) de préciser le rôle de la matière organique sur les propriétés physiques des sols.

Des situations agro-pédologiques représentatives des trois grands modèles minéralogiques des sols tropicaux (Sols à allophanes (argiles non cristallisées), Sols à argiles 1/1 et Sols à argiles 2/1) et présentant des systèmes culturaux de différents niveaux d'intensification (monocultures intensives destinées à l'exportation, systèmes paysans faiblement intensifiés, etc.) ont ainsi été sélectionnées sur les sols de Martinique. Par ailleurs, afin de limiter les effets des usages antérieurs des parcelles, nous avons généralement choisi des situations culturales âgées au minimum de 3 ans.

L'analyse des stocks de carbone des différentes parcelles fait apparaître des comportements différents : dans les sols à allophanes, il y a un effet de la minéralogie sur la stabilisation des matières organiques ; dans les sols à argiles cristallisées, il existe une corrélation entre la teneur en carbone (ou le stock organique) et la texture (ou teneur en éléments fins), aussi bien pour les situations non cultivées que pour les situations sous cultures. L'amplitude des variations (diminution) des stocks en carbone observées sous l'effet de différents modes de gestion des sols, dépend elle aussi de la texture : dans les sols sableux, la potentialité de séquestration du carbone est faible ou nulle, en revanche, les potentialités de stockage du carbone sont plus fortes dans les sols argileux.

L'estimation des stocks totaux de carbone à l'échelle de la Martinique, pour un mètre de profondeur et pour une situation moyenne entre les cartes d'usage des terres de 1969/1970 et 1979/1980, s'élèvent à 11,859 Mt de C calculés pour 95,8% de la surface.

La distribution de la matière organique du sol varie avec la texture du sol : dans les sols sableux, à faibles teneurs en matière organique, les matières organiques sont principalement associées aux fractions sableuses ; dans les sols argileux, plus riches en matières organiques, 50 à 60 % de la matière organique sont associées à la fraction argileuse. De même, la dynamique de la matière organique dépend également de la texture du sol : dans les sols sableux, les variations des stocks organiques sont essentiellement dues à la perte ou à l'accumulation en carbone de la fraction sableuse ; dans les sols argileux, la fraction argileuse participe de manière prépondérante aux variations des stocks organiques de ces sols lors de leur mise en culture ou en prairie ; les sols sablo-argileux ont un comportement intermédiaire entre ces deux pôles.

La stabilité structurale varie avec la minéralogie. Les andosols (ou ALL) présentent un haut degré d'agrégation et de stabilité, du à la présence d'allophanes et à leur association particulière avec les composés organiques. Dans les sols à argiles cristallisées, la stabilité de l'agrégation est plus élevée dans les sols à argiles 1/1 (ou LAC) ; les valeurs les plus faibles sont généralement observées dans les parcelles sur sols à argiles 2/1 (ou HAC). En outre, la mise en culture se traduit généralement par une diminution de la stabilité de l'agrégation.

L'intensification des cultures (labours fréquents, faibles restitutions de matière organique au sol, etc.) accentue la perte de la stabilité de l'agrégation provoquée par la mise en culture, en particulier dans les parcelles sur sols à argiles 2/1 (ou HAC).

Mots-clés : pratiques culturales, stocks de carbone du sol, distribution de la matière organique du sol, stabilité de l'agrégation, Martinique

ABSTRACT

Soils elements stocks, and particularly those of carbon, are in constant evolution under natural factors effect (climate, vegetation, clays content, etc) and anthropic factors effect (soils uses, etc). Our objective is thus, (i) to better understand the relations between soil, farming system and stored carbon quantity, (ii) to study the consequences of soils uses changes and of soils managements changes on organic matter shapes in soil and (iii) to specify organic matter role on soil properties physics.

Representative agri-pedological situations of the three great mineralogical models of tropical soils (allophonic soils (not crystallized clays), 1:1 clay soils and 2:1 clay soils) and presenting agricultural systems of various levels of intensification (intensive monocultures intended for export, slightly intensified farming systems, etc) were thus selected in the soils of Martinique. In addition, to limit the effects of their former uses, we generally chose to the minimum 3 years old farming situations.

The analysis of the various lands carbon stocks reveals different behaviors: in allophonic soils, a correlation exists between carbon content (or organic stock) and texture (or fine elements content), as well for not cultivated as for cultivated situations. Variations ranges (reduction) of carbon stocks observed under various management soils systems effect, also depends on texture: in sandy soils, carbon sequestration potentiality is low or null, on the other hand, carbon storage potentialities are higher in clay soils.

The estimation of total carbon stocks on the scale of Martinique, for one meter of depth and for and average situation between the use soils charts of 1969/70 and 1979/80, rises to 11,859 Mt of C calculated for 95,8% of the surface.

Soil organic matter distribution varies with soil texture: in sandy soils, with low contents of organic matter, organics matters are mainly associated with the sandy fractions; in clay soils, richer in organic matters, 50 to 60% of the organic matters are associated with the argillaceous fraction. In the same way, the organic matter dynamics also depends on soil texture: in sandy soils, organic stocks variations are primarily due to carbon loss or accumulation of the sandy fraction; in clay soils, the argillaceous fraction takes part in a dominating way in organic stocks variations of these soils at the time of their setting in culture or meadow; the sand-clay soils have an intermediate behavior between these two poles.

Structural stability varies with mineralogy. Andosols (or ALL) present a high degree of aggregation and stability, due to the presence of allophones and their particular association with the organics compounds. In crystallized clay soils, aggregation stability is higher in 1:1 clay soils (or LAC); the lowest values are generally observed in the lands on 2:1 clay soils (or HAC). Moreover, culture setting generally results in aggregation stability reduction.

Cultures intensification (frequent ploughings, low organic matter restitutions to the soil, etc) accentuates aggregation stability loss caused by culture setting, particularly in lands on 2:1 clay soils (or HAC).

Key-words : farming practices, soil stocks carbon, soil organic matter distribution, aggregation stability, Martinica

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 3
REMERCIEMENTS 4
RÉSUMÉ & ABSTRACT 6
SOMMAIRE 8
INTRODUCTION 16
I Problématique régionale 16
I.1/ Le rôle de la matière organique dans les sols 16
I.2 Baisse de la matière organique des sols de Martinique mis en culture 17
II Problématique globale 20
II.1 Effet de serre et changement climatique 20
II.2 Les accords internationaux sur l'effet de serre 22
II.3 Réduction des émissions de gaz à effet de serre : le fort potentiel de stockage du CO2 atmosphérique par les sols 27
II.3.1 Le cycle du carbone 27
II.3.2 Le potentiel de stockage du carbone des sols (sol = puits de carbone) 29
III Objectifs de l'étude 30

LIVRE I : LA MARTINIQUE, UN MILIEU INSULAIRE REMARQUABLEMENT DIVERSIFIE 33

CHAPITRE 1 : PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE 35
I.1 Les facteurs naturels 35
I.1.1 Localisation 35
I.1.2 Le climat 35
I.1.3 Relief et géologie 38
I.1.3.1 Relief 38
I.1.3.2 Géologie 38
I.1.4 La végétation 41
I.1.5 Les sols 44
I.1.5.1 Les sols à allophanes 46
I.1.5.2 Les sols brun-rouille à halloysite 50
I.1.5.3 Les sols peu évolués sur cendres et ponces 53

I.1.5.4 Les ferrisols 55
I.1.5.5 Les vertisols 56
I.1.5.6 Les sols rouges à montmorillonite 58
I.1.5.7 Les sols alluviaux 59
I.2 Les facteurs anthropiques 61
I.2.1 L'agriculture en Martinique : passé et présent 61
I.2.1.1 Historique des cultures 61
I.2.1.2 Le paysage actuel 68
I.2.1.2.1 La forêt 71
I.2.1.2.2 Les cultures 71
• La banane 71
• La canne à sucre 73
• L'ananas 74
• Les cultures vivrières et maraîchères 75
• L'arboriculture 76
• Les productions florales 77
• Les jardins créoles 77
• L'élevage 79
I.2.1.3 Les pratiques culturales 80
• La banane 80
• La canne à sucre 83
• L'ananas 85
• Les cultures maraîchères 86
• Les cultures vivrières 87
• L'arboriculture 88
• Les jardins créoles 89
I.2.1.4 Synthèse 90
I.3 Conclusion 90

LIVRE II : STOCKS ORGANIQUES DES SOLS DE LA MARTINIQUE 91

CHAPITRE II : CARBONE ET STOCKS ORGANIQUES 93
II.1 Matériels et méthodes 94
II.1.1 Critères de choix des parcelles 94

II.1.2 Prélèvements et préparation des échantillons pour le calcul des stocks de carbone 95
II.1.3 Les différentes analyses effectuées 97
II.1.3.1 Densité apparente 97
II.1.3.2 Dosage du carbone total 97
II.1.3.3 Granulométrie 98
II.1.4 Les études déjà réalisées à la Martinique 101
II.2 Teneurs en carbone 102
II.2.1 Evolution de la teneur en carbone avec la profondeur 102
II.2.1.1 Résultats obtenus 102
• Evolution en fonction du type de sol 103
• Evolution en fonction du mode d'occupation des terres 107
•• Parcelles non cultivées 107
•• Parcelles mises en cultures 108
II.2.1.2 Discussion 112
• Evolution en fonction du type de sol 112
• Evolution en fonction du mode d'occupation 113
II.2.2 Evolution de la teneur en carbone avec la nature du sol (texture et minéralogie) 114
II.2.2.1 Résultats obtenus 114
II.2.2.2 Discussion 115
II.2.3 Effet du mode de gestion des terres sur les teneurs en carbone 118
II.2.3.1 Résultats obtenus 118
II.2.3.2 Utilisation des données de la littérature 119
• Evolution de la teneur en carbone avec la nature du sol (texture et minéralogie) 120
• Effet du mode de gestion des terres sur les teneurs en carbone 121
II.2.3.3 Synthèse et discussion des résultats 124
II.3 Les stocks organiques 126
II.3.1 Evolution des stocks organiques en fonction du type de sol 126
II.3.1.1 Dans l'horizon 0-10 cm 126
II.3.1.2 Dans l'horizon 0-30 cm 128
II.3.2 Evolution des stocks organiques en fonction de la nature du sol 129

II.3.3 Evolution des stocks organiques avec le mode d'occupation des terres 131
II.3.3.1 Effet de la mise en culture 131
II.3.3.2 Effet des systèmes de culture sur les stocks organiques 133
II.3.4 Synthèse et discussion 136
II.4 Conclusion 137

CHAPITRE III : SPATIALISATION ET MODELISATION DES STOCKS DE CARBONE DANS LES SOLS DE MARTINIQUE 139
III.1 Matériel et méthodes 140
III.1.1 Constitution des bases de données d'usage des terres 141
• Cartes d'occupation des sols de référence 141
• Digitalisation et traitement d'image 142
• Géo-référencement et vectorisation 145
III.1.2 Résultats pour l'ensemble de la Martinique 147
III.1.3 Variation des surfaces cultivées en 1970 et 1980 148
III.1.4 Constitution de la base de données sols 151
• Cartes pédologiques de référence et base de données analytiques de profils 151
• Numérisation de la carte des sols 151
•• Digitalisation des contours de la carte 151
•• Attribution des labels (identifiant des polygones) 152
•• Digitalisation des profils 153
•• Mise sous forme de base de données sous Donesol2 153
III.1.4 Base de données « carbone » 156
III.1.5 Approche cartographique 157
III.2 Résultats et discussion : estimation du stock de carbone dans les sols de Martinique 157
III.2.1 Valeur par type de sol 157
III.2.2 Valeur par type de sol et mode d'usage des terres 158
III.2.3 Carte des stocks de carbone 159
III.2.4 Comparaison avec la carte des stocks de carbone de la Martinique extraite de la carte FAO 161

LIVRE III : EFFET DES MODIFICATIONS DU STOCK DE CARBONE SUR LES FORMES DE MATIERE ORGANIQUE DANS LE SOL ET SUR LA STABILITE STRUCTURALE 165

CHAPITRE IV : FRACTIONNEMENT GRANULOMETRIQUE DE LA MATIERE ORGANIQUE 169

IV.1 Matériels et méthodes 170

IV.1.1 Principe 170

IV.1.2 Mode opératoire 170

IV.2 Résultats obtenus 171

IV.2.1 Qualité des fractionnements 171

IV.2.1.1 Bilan des fractionnements 172

IV.2.1.2 Qualité de la dispersion obtenue 172

IV.2.2 Granulométrie de la matière organique 172

IV.2.2.1 Teneurs en carbone (g/kg fraction) des fractions granulométriques 173

• Fraction 50 – 2000 µm 173

• Fraction 20 – 50 µm 174

• Fraction 2 – 20 µm 174

• Fraction 0 -2 µm 175

IV.2.2.2 Rapports C/N 176

IV.2.2.3 Contenus en carbone (%C total) des fractions granulométriques 177

• Fraction 50 – 2000 µm 177

• Fraction 20 – 50 µm 177

• Fraction 2 – 20 µm 178

• Fraction 0 -2 µm 178

IV.3 Les fractions granulométriques et leurs relations avec les différents paramètres du milieu 178

IV.3.1 Effet de la composition minéralogique et de la texture sur les teneurs en carbone des fractions granulométriques 178

• Fraction 50 – 2000 µm 178

• Fraction 20 – 50 µm 179

• Fraction 2 – 20 µm 180

• Fraction 0 -2 µm 180

IV.3.2 Effet du mode d'occupation du sol sur les contenus en carbone des fractions granulométriques 181
IV.3.2.1 Fraction 50 – 2000 µm 181
IV.3.2.2 Fraction 20 – 50 µm 181
IV.3.2.3 Fraction 2 – 20 µm 182
IV.3.2.4 Fraction 0 -2 µm 182
IV.3.3 Discussion 183
IV.4 Répartition du carbone (g/kg sol) dans les fractions granulométriques selon le mode d'occupation des terres 184
IV.4.1 Cas d'une diminution des stocks organiques 185
IV.4.1.1 Cas de successions forêt → culture 185
IV.4.1.2 Cas de successions prairie → culture 187
IV.4.1.3 Cas de successions culture → culture 189
IV.4.2 Cas d'une augmentation des stocks organiques 190
IV.4.2.1 Cas de successions culture → forêt 190
IV.4.2.2 Cas de successions culture → prairie 190
IV.4.2.3 Cas de successions culture → culture 196
IV.4.3 Discussion 198
IV.5 Conclusion 200

CHAPITRE V : RELATION ENTRE TENEURS EN CARBONE ET STABILITE STRUCTURALE 203
V.1 Méthodologie 204
• Traitement 1 : humectation rapide par immersion 204
• Traitement 2 : humectation lente par capillarité 204
• Traitement 3 : désagrégation mécanique par agitation après réhumectation 205
• Mesure de la distribution de la taille de particules résultantes 205
V.2 Résultats obtenus 206
V.2.1 Humectation rapide 206
V.2.2 Humectation lente 207
V.2.3 Désagrégation mécanique 208
V.3 La stabilité structurale et ses relations avec les différents paramètres du milieu 209

V.3.1 Minéralogie 209
V.3.1.1 Humectation rapide 209
V.3.1.2 Humectation lente 210
V.3.1.3 Désagrégation mécanique 210
V.3.2 Texture 211
V.3.2.1 Humectation rapide 211
V.3.2.2 Humectation lente 212
V.3.2.3 Désagrégation mécanique 213
V.3.3 Effet du mode d'occupation des terres sur la stabilité structurale 214
V.3.3.1 Humectation rapide 214
V.3.3.2 Humectation lente 215
V.3.3.3 Désagrégation mécanique 216
V.3.4 Discussion 217
V.4 Conclusion 218

CONCLUSIONS GENERALES 221
I Rappel de la problématique 221
II Potentialités de séquestration du carbone dans les sols 222
III Alternatives de gestion des terres du point de vue du stockage du carbone 223
Banane : effet des rotations culturales 223
Canne à sucre : effet du non – brûlis 224
Cultures maraîchères : effet de la profondeur de travail du sol 226
Mise en prairie 227
IV Conséquences des changements d'usage et de gestion des terres sur les formes de matière organique dans le sol et sur la stabilité structurale 228
Conséquences des changements d'usage des terres sur les formes de la matière organique dans le sol 228
Conséquences des changements d'usage des terres sur la stabilité structurale 229
V Limites et perspectives de ce travail 229

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 231
ANNEXES 247

INTRODUCTION

I Problématique régionale

I.1 Le rôle de la matière organique dans les sols

La matière organique du sol est un déterminant essentiel de nombreuses propriétés édaphiques (BALESDENT, 1996) :

- Elle assure la cohésion des autres constituants du sol entre eux et contribue à la structuration et la stabilité de la structure des sols. La matière organique améliore la résistance de la structure du sol à des stress externes, tels que ceux développés par des engins agricoles (résistance au compactage, GUERIF, 1986), ou par l'eau (diminution de la battance du sol, etc.). Par ailleurs, la matière organique améliore la résistance des sols à l'érosion en augmentant la stabilité des agrégats (la stabilité structurale dépend généralement de la teneur en carbone de l'horizon de surface) et en protégeant la surface du sol dans le cas d'un mulch organique (les pertes en terre sont fonction du degré de couverture du sol). Elle améliore également la diffusion de l'air, la rétention et l'infiltration de l'eau dans les sols.

- Elle contribue à la fertilité chimique des sols : elle constitue une réserve en éléments nutritifs (principale source d'azote minéral, source majeure pour le phosphore assimilable et le soufre). Elle contribue également à l'augmentation de la capacité d'échange cationique (échange et sorption des bases (K, Ca, etc.) et à l'adsorption de molécules organiques telles que les pesticides).

- Elle est le substrat énergétique des organismes du sol, la plupart étant hétérotrophes. L'activité de ces organismes décomposeurs (faune, micro-organismes) assure un certain nombre de fonctions (création d'une porosité d'écoulement de l'eau par les galeries de vers de terre, fixation d'azote par les bactéries rhizobia, etc.). La variété des composés organiques présents dans le sol entretient la biodiversité de ces organismes et la variété des potentiels de bio-dégradation garantissant une meilleure stabilité des écosystèmes aux perturbations (pertes ou exportations d'éléments, pollutions, etc.).

Ainsi, **l'évolution à moyen et à long terme des stocks organiques des sols est généralement** présentée comme **un indicateur important de la durabilité des agro-écosystèmes**.

I.2 Baisse de la matière organique des sols de Martinique mis en culture

Lors de la mise en culture, le passage répété d'outils ou effectué dans des sols trop humides entraînent des compactages et des pétrissages qui font disparaître des pores grossiers d'origine biologique, constituant l'essentiel du réservoir d'eau facilement accessible aux plantes (DUCHAUFOUR, 1995). De plus, si les labours successifs sont effectués à profondeur constante, le compactage est alors aggravé par la formation d'une « semelle de labour ». Ces fonds de labour constituent des couches peu perméables, provoquent un excès d'eau dans la couche travaillée (HARTMANNet al., 1998 ; CABIDOCHE et al., 1999) ainsi qu'une diminution de la profondeur utile du sol, les racines venant butter sur ce niveau.

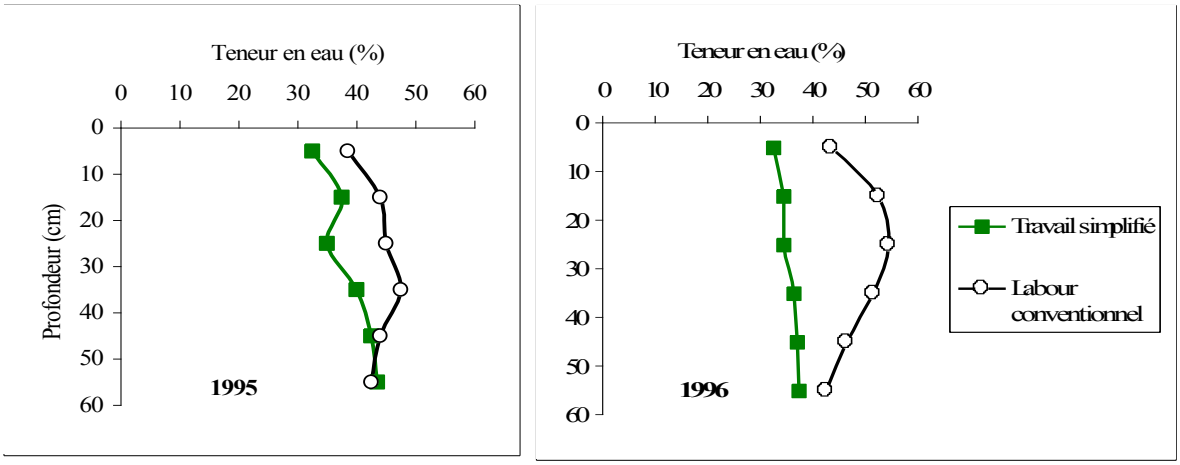


Figure 1
Profils hydriques (g d'eau/g de sol sec) et mise en évidence d'une semelle de labour après mise en culture d'un vertisol selon deux modes de préparation du sol (labour conventionnel à 40 cm et travail simplifié avec une rotobêche à 10 cm) aux mois de décembre 1995 et 1996
(d'après HARTMANN et al., 1998)

En outre, au bout de plusieurs années, on assiste à une dégradation de la structure (ou prise en masse) sur des sols soumis à un travail du sol fréquent et profond. La prise en masse qui en résulte, est accompagnée d'une augmentation de la densité apparente, d'une diminution de la capacité en air et de la perméabilité dans la totalité des horizons travaillés : le sol est trop compact lorsqu'il est sec, trop plastique lorsqu'il est humide et se ressuie de plus en plus lentement (ALBRECHT, 1998).

En surface, le travail du sol affecte également le climat du sol et par répercussion l'activité microbienne : le labour augmente la température du sol d'environ 3°C, diminue sa teneur en eau et favorise son aération. Ainsi, les sols labourés subissent une plus forte évaporation, des cycles humectation/dessèchement et une rupture périodique de la structure du sol (BALESDENT et al., 2000).

L'intensification des travaux du sol (labours profonds et fréquents), altère également le fonctionnement du sol, en faisant remonter à la surface les contraintes physico-chimiques des couches profondes du sol. Ainsi, dans le cas des sols sableux de la Montagne Pelée, le décapage par érosion ou les retournements trop profonds peuvent faire affleurer les horizons profonds riches en sables et éléments grossiers et faire apparaître de l'érosion superficielle dans des sols peu érodibles avant la mise en culture.

Tableau 1
Principales contraintes des sols de la Martinique, apparaissant après quelques décennies de cultures intensives (cultures fertilisées avec travail du sol > 2 labours par an)
(d'après CABIDOCHE et al., 2005)

Type de sol	Carence en P	Carence en K	Déficit en Ca et Mg	Acidité	Battance	Instabilité structurale	Compaction
Vertisols	+	++		++		++	
Andosols	+	++	+	+		+	
Brunifiés	+	+	+	+	+	++	+
Ferrallitiques	+	+		++	++	++	++
Fersialitiques	++	+	++	++	+		
Fersialitiques	+	+	++	+	+	++	+
Vertisols		+	+	+++	+++	+	++

Le travail du sol provoque également une baisse importante des stocks de carbone du sol (Figure 2) à la fois, par dilution de la matière organique des horizons superficiels dans l'ensemble des horizons labourés (HARTMANN et al., 1998), par modification des apports de matière fraîche (altération du couvert végétal) et évolution chimique de l'humus (TURENNE, 1976 ; TURENNE, 1982), par minéralisation de la matière organique du sol (BALESDENT et al., 2000) et par des pertes en terre provoquées par une érosion accrue de la surface du sol (ALBRECHT et al., 1992b ; KULESZA, 1994 ; CHEVALLIER, 2000).

Cette diminution et cette transformation de la matière organique ont des conséquences importantes : diminution de la capacité d'échange cationique (BROSSARD et LAURENT, 1992), baisse de la stabilité structurale (ALBRECHT et al., 1992b). Ainsi des études menées

sur certains types de sols des Petites Antilles – vertisols du sud-est (ALBRECHT et al., 1992b ; BLANCHART et al., 2000), sols vertiques de la côte caraïbe en Guadeloupe (CABIDOCHE et al., 2005), andosols et ferrisols (ALBRECHT et al., 1992b ; BLANCHART et al., 2001) – ont montré une augmentation de la sensibilité à l'érosion.

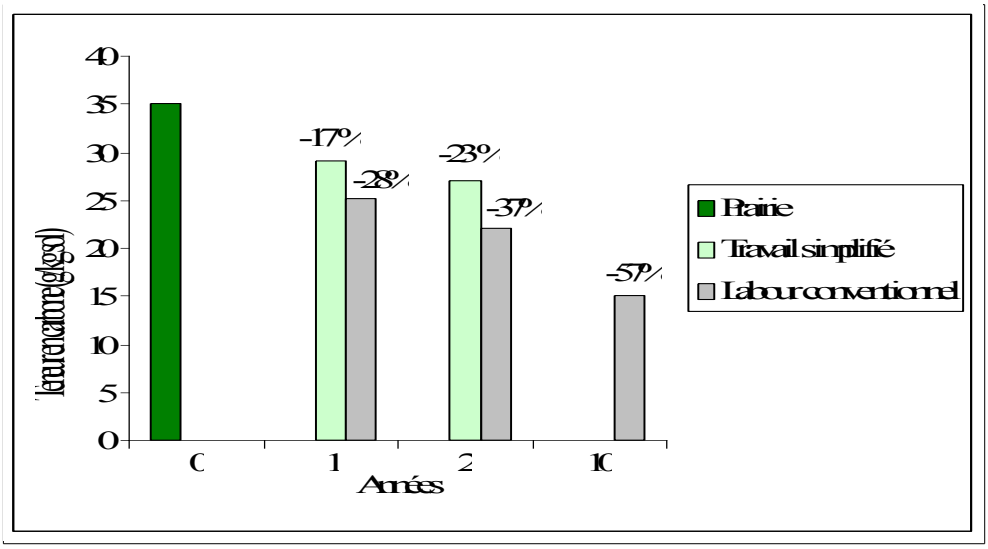


Figure 2
Evolution de la teneur en carbone dans l'horizon de surface (0-10 cm) après mise en culture d'un vertisol sous prairie selon deux modes de préparation du sol (profonde et superficielle). Les pourcentages indiquent la différence par rapport à la teneur en carbone de la prairie initiale *(d'après HARTMANN et al., 1998)*

En outre, sous cultures, la couverture du sol est réduite dans le temps et le sol n'est plus très bien protégé de l'énergie des pluies. Ainsi, la mise en culture s'accompagne selon ROOSE (1994), d'un enrichissement en sable des horizons de surface (ou squelettisation) par érosion sélective des particules fines, des matières organiques ou des nutriments et d'un amincissement de la couche arable (ou décapage) par désagrégation des mottes de terre et détachement des particules sous l'action des pluies qui vont former des « pellicules de battance » et des « croûtes de sédimentation » favorisant le ruissellement.

Dans certains cas, ces pertes en terre se traduisent même, par un engraissement des côtes affectant l'écosystème marin et la ressource touristique (baie du marin, SAFFACHE et al., 1999). Toutefois, l'impact de la mise en culture va dépendre du système de culture, mais surtout du sol où elle est mise en place (VENKATAPEN, 1999 ; ALBRECHT et al., 1992a).

Tableau 2
Effets du type de sol et de la matière organique (situations cultivées et non cultivées) sur l'agrégation du sol et sur sa stabilité structurale *(d'après ALBRECHT et al, 1992b)*

Situations	Dispersabilité			Détachabilité	Désagrégation	
	f< 5µm dispersée (g.100g-1 sol)			turbidité (g.l-1)	diamètre médian pondéral (µm)	
	t = 0	t = 30 r	t = 30 mn		t = 30 r	t = 30 mn
Vertisol :						
maraîchage	23,2	35,1	37,7	30,4	36	20
prairie	7,3	9,1	19,8	4,4	140	65
Ferrisol :						
maraîchage	3,5	5,4	20,7	6,7	210	100
prairie	2,3	3,2	10,4	1,5	500	290

II Problématique globale

II.1 Effet de serre et changement climatique

L'énergie en provenance du Soleil ou flux solaire incident (342 watts.m^{-2}) arrive vers la Terre sous forme de rayonnement à courte longueur d'onde (Figure 3). En moyenne 30% de l'énergie solaire atteignant la Terre sont réfléchis et diffusés vers l'espace par la haute atmosphère, par les nuages, les poussières en suspension dans l'atmosphère et par la surface du sol (105 watts.m^{-2}). Des 237 watts restants, 20% sont absorbés par l'atmosphère (68 watts.m^{-2}) et par les océans et les surfaces continentales (169 watts.m^{-2}). L'énergie solaire absorbée (237 watts.m^{-2}) est réémise vers l'espace, d'une part sous forme de convection (évaporation et condensation de l'eau) et d'autre part, de rayonnement thermique de grande longueur d'onde dans le domaine de l'infrarouge. Si cette énergie était directement réfléchie vers l'espace, la surface de la Terre connaîtrait une température moyenne de –18°C.

On trouve dans l'atmosphère une variété de gaz poly-atomiques comme la vapeur d'eau et certains gaz-traces d'origine naturelle ou anthropique : dioxyde de carbone (CO_2), méthane (CH_4), ozone (O_3), oxyde nitreux (N_2O) et divers chlorofluorocarbures ou chlorofluorocarbones (CFC), qui ont la propriété d'absorber le rayonnement infrarouge. Ainsi, une partie de l'énergie infrarouge rayonnée par la surface du globe (continents et océans) va être absorbée à son tour par ces gaz. Ce rayonnement absorbé est, converti en chaleur, réémis à nouveau dans l'infrarouge, rayonné (faiblement) vers l'espace et renvoyé (en grande partie)

vers le sol et les couches d'air voisines. Cet « *effet de serre* » assure à notre planète une température moyenne de 15°C (SADOURNY, 1994).

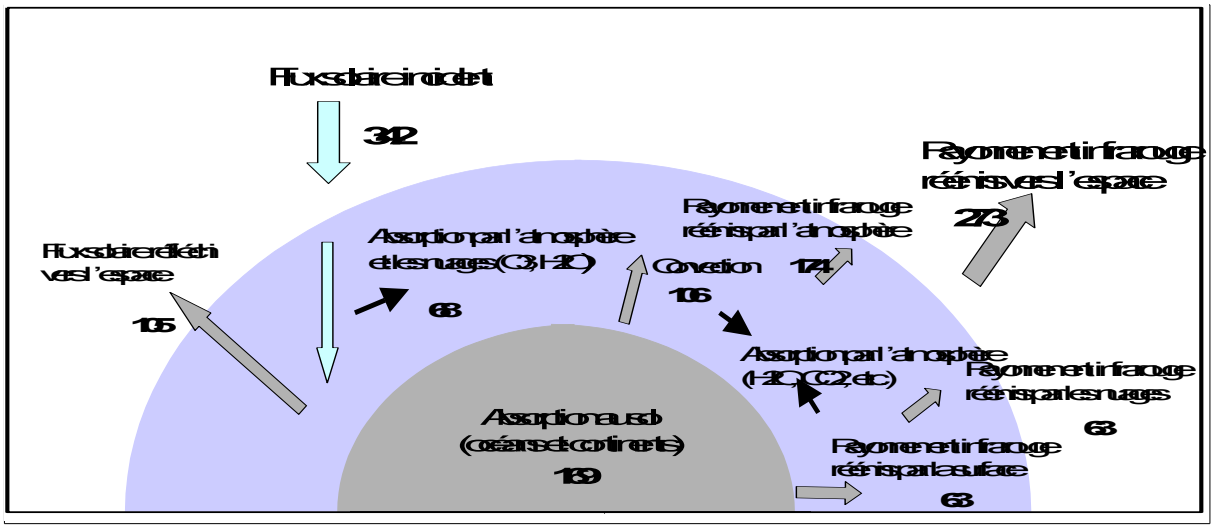


Figure 3
Bilan énergétique du système Terre - Atmosphère (flux moyens annuels globaux en $W.m^{-2}$)
(d'après KANDEL, 1998)

L'amplitude de ce phénomène a varié au cours des âges. En effet, l'analyse des bulles d'air piégées dans les glaces de l'Antarctique et du Groenland révèle que, la teneur en CO_2 atmosphérique a varié relativement récemment, en fonction de la température de la Terre, d'environ 200 ppmv (parties par million en volume) pendant les périodes glaciaires, à environ 280 ppmv pendant les périodes les plus chaudes (KANDEL, 1998).

Or, depuis les débuts de l'ère industrielle, la quantité de CO_2 dans l'atmosphère est passée d'environ 280 ppmv en 1800 à 358 ppmv en 1994 tandis que la teneur en méthane (CH_4) passait de 800 ppmv (parties par milliard en volume) en 1800 à plus de 1600 ppmv en 1994 (GIEC, 1995). Cette transformation de l'atmosphère, à l'origine d'un « effet de serre additionnel » au cours de ces prochaines décennies, ne représenterait que quelques watts par mètre carré de piégeage supplémentaire des infrarouges. Cette augmentation est cependant suffisante pour perturber le fonctionnement de la machine climatique et pour modifier la température en surface de la planète (SADOURNY, 1994).

Selon les conclusions du Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Évolution du Climat (GIEC, 2000) les concentrations atmosphériques en CO_2 seraient situées entre 540 et

970 ppmv à la fin du 21e siècle et l'accroissement moyen de la température de surface qui en résulterait, est estimé entre 1,5 et 6°C d'ici à 2100.

II.2 Les accords internationaux sur l'effet de serre

Au cours des années 1970 et 1980 l'existence d'un réchauffement climatique planétaire lié à l'activité humaine (utilisation de combustibles fossiles (charbon, pétrole, gaz naturel), déforestation, etc.) est mis en évidence (premiers carottages de glace en Antarctique, mesures systématiques de la concentration atmosphérique de CO_2, etc.).

En 1992, la Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique (UNFCCC, 1992) est adoptée à New York et signée à Rio dans le cadre de la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement (« Sommet de la Terre »). La Convention Cadre sur le Changement Climatique est adoptée à Rio de Janeiro par 154 Etats plus la Communauté Européenne, et est déposée à la signature à partir du 20 juin 1992. Elle entre en vigueur en 21 mars 1994, trois mois après que les cinquante premières Parties l'aient signé.

La Convention-Cadre divise le monde en quatre groupe de pays :

- Les pays en voie de développement (PED),
- Les pays de l'Annexe I : les pays qui étaient membres de l'OCDE an 1992 et les pays de l'ex-URSS dits « à économie en transition » (EET),
- Les pays de l'Annexe II : les pays qui étaient membres de l'OCDE en 1992, donc sans les EET,
- Les pays qui ne sont pas Parties à la Convention, c'est-à-dire qui ne l'ont pas signée, comme la Turquie. Cette catégorie est appelée à disparaître.

Ces catégories peuvent faire l'objet de révisions : certains PED peuvent passer dans l'Annexe I.

La Convention - Cadre reconnaît trois grands principes :

- le principe de Précaution : il y existe une menace plausible de déstabilisation du climat par les activités humaines, et il est possible, mais pas prouvé scientifiquement, que cette déstabilisation puisse être grave et irréversible. En l'absence de preuve irréfutable sur les conséquences précises du changement climatique, c'est ce principe qui guide la décision :

peut-on ou non prendre ce risque ? Jusqu'où ce risque justifie-il des politiques pouvant elles aussi entraîner des troubles sociaux ?

- le Principe des Responsabilités communes mais différenciées, qui reconnaît trois choses : la responsabilité historique des pays développés dans la causalité du problème (« Principe du Pollueur-Payeur »), les capacités de réaction et d'adaptation différenciées des pays, en particulier en fonction de leur richesse et de leur développement économique, et enfin l'existence de besoins essentiels, en particulier pour les pays les plus pauvres et les plus dépendants du bon fonctionnement des écosystèmes.

- le Principe du Droit au Développement : il reconnaît d'un côté la légitimité de la recherche de la croissance économique, et de l'autre la légitimité du développement des PED, déjà consacrée par plusieurs déclarations de l'Assemblée Générale des Nations Unies. Les pays industrialisés peuvent donc continuer à poursuivre la croissance économique, et les PED ont le droit de continuer à accroître leurs émissions afin d'améliorer leurs conditions de vie.

La Convention reprend tous les principes contenus dans la Déclaration finale de Rio et dans l'Agenda 21, ainsi que les principes du droit international :

- le Principe de souveraineté, qui s'accompagne d'une nouvelle reconnaissance du droit à l'autodétermination promulgué à l'issue des décolonisations – ainsi la modification de l'Annexe I sur décision de la CdP3 pour exclure la Tchécoslovaquie et inclure la République Tchèque et la Slovaquie.

- le Principe d'efficacité économique.

- le Principe de la représentation de tous les pays et de la transparence des processus de décision.

A partir de ces principes, la Convention définit trois grandes catégories d'engagements :

- l'objectif ultime de la convention est « de stabiliser (…) les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique » (Article 2). Ce niveau doit être atteint dans un délai suffisant pour permettre aux écosystèmes de s'adapter naturellement, pour que la production alimentaire ne soit pas menacée et pour que le développement économique puisse se poursuivre d'une manière durable. Il s'agit donc de préserver l'intégrité d'une régulation naturelle.

- pour toutes les Parties : l'élaboration de rapports sur les puits et sources nationales de gaz à effet de serre, promotion des technologies « propres » et de la recherche-développement, sensibilisation et éducation du public, etc.

- pour toutes les Parties « développées » uniquement : la stabilisation en l'an 2000 des émissions à leur niveau de 1990, l'engagement à montrer la voie et être à l'avant-garde dans la lutte contre le changement climatique, le financement des surcoûts et des moyens nécessaires aux PED pour l'établissement de leurs communications nationales, le financement de mesures d'adaptation pour les pays les plus vulnérables, la promotion et la facilitation du transfert de technologie et du renforcement des capacités des pays à faire face et à s'adapter aux changements climatiques et à se mettre sur la voie du développement durable.

Elle définit en outre l'établissement d'un processus continu de négociations :

- une « Conférence des Parties » (ou « COP ») annuelle est établie : c'est l'instance suprême de décision dans le processus. Elle réunit les représentants de tous les Etats qui sont parties à la Convention.
- un Secrétariat, dont la fonction est d'organiser et de coordonner le processus général.
- deux organes subsidiaires pour assister la Conférence, qui ne se réunit qu'une fois par an : l'Organe Subsidiaire de Conseil Scientifique et Technologique, et l'Organe Subsidiaire de Mise en Œuvre.
- un mécanisme financier, qui sera par la suite pris en charge par le Fonds pour l'Environnement Mondial.

La Convention ne contient aucun objectif juridiquement contraignant, mais prévoit la révision des objectifs assignés aux Parties de l'Annexe I lors de la première réunion de la COP. Cette convention prévoit également une évaluation périodique des connaissances scientifiques sur le changement climatique par un groupe d'experts (GIEC). Actuellement, 188 états l'ont ratifié, c'est-à-dire tous les états sauf quatre (Andorre, Brunei, Iraq, Somalie).

Dès 1994, cependant, il est évident que les engagements contractés initialement dans le cadre de l'UNFCCC ne permettront pas à eux seuls de stopper l'augmentation globale des émissions de gaz à effet de serre. Lors de la troisième Conférences des Parties (COP 3), à Kyoto, en décembre 1997, les gouvernements de 180 états entérinent le principe d'un protocole international qui prévoit pour la première fois un dispositif chiffré et contraignant

de limitation des gaz à effet de serre. Ces réductions ne s'appliquent qu'à 38 pays industrialisés (pays de l'Annexe I de la Convention Cadre). L'objectif est de réduire les émissions cumulées de gaz à effet de serre de 5,2% de ces pays industrialisés durant la période 2008-2012 par rapport à leur niveau de 1990. La France (DOM compris) doit ainsi réduire en moyenne ses émissions de 8% par rapport à l'année de référence 1990.

Le Protocole de Kyoto (UNFCCC, 1997) **prend en compte 6 gaz à effet de serre** : le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4), l'oxyde nitreux ou protoxyde d'azote (N_2O), les hydrofluorocarbones (HFC), les perfluorocarbones (PFC) et l'hexafluoride de soufre (SF_6). **Les objectifs de réduction sont calculés en équivalent CO_2 total**, en tenant compte du potentiel de réchauffement global des différents gaz à effet de serre (CO_2 = 1, CH_4 = 23, N_2O = 296, CFC-11 = 4600, CFC-12 = 10600, HCFC-22 = 1700, SF_6= 22200, etc.). **Ce protocole couvre l'ensemble des sources et des puits de ces gaz, y compris les forêts et les sols**.

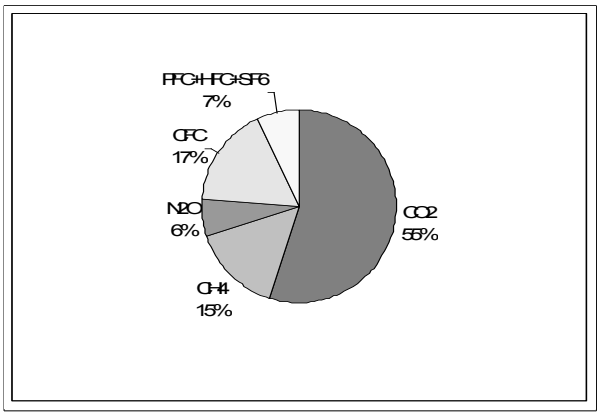


Figure 4
Contribution des principaux gaz à effets de serre dans le forçage radiatif *(d'après GIEC, 1995)*

La France, au sens de la Convention Cadre, est constituée de trois entités, la métropole, les départements d'outre-mer (DOM), les territoires d'outre-mer et les collectivités territoriales et la Nouvelle Calédonie (TOM et NC) dont les spécificités engendrent des profils d'émissions qui diffèrent pour chaque entité. Les émissions localisées outre-mer représentent une part relativement limitée des émissions nationales. En 2007, **les DOM produisent 10,6 millions de tonnes (Mt) CO2 équivalent**, soit 2,0 % de la métropole; les COM & NC, 4,7 Mt CO2 équivalent, soit 0,9 % de la métropole.

Toutefois, **une nette augmentation des émissions de CO2 en outre-mer (DOM, COM & NC) surtout liée à une augmentation de la consommation d'énergie fossile, a été observée au cours de la période 1990-2007** (l'évolution des émissions pour l'outremer sur cette même période est de 73 % pour les DOM et de 64 % pour les COM & NC alors qu'en métropole, elle est de – 13%).

Cependant, cette évolution reste peu précise compte tenu de la méconnaissance des puits de carbone dans ces territoires, une valeur forfaitaire unique est donc prise pour les puits de carbone pour toutes les années (UNFCCC, 2009).

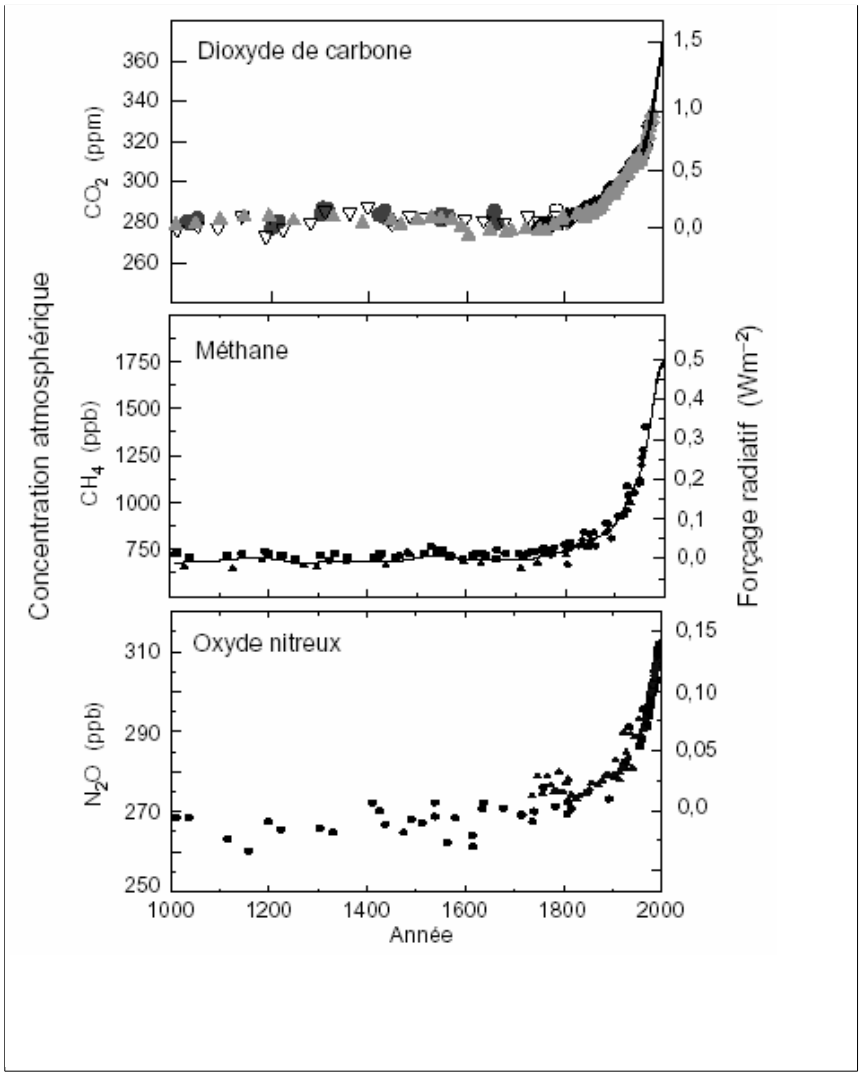


Figure 5
Evolution de la concentration atmosphérique de trois gaz à effet de serre durant les 1000 dernières années *(d'après GIEC, 2001a)*

II.3 Réduction des émissions de gaz à effet de serre : le fort potentiel de stockage du CO2 atmosphérique par les sols

II.3.1 Le cycle du carbone

Le carbone est un élément essentiel pour l'existence de la vie sur Terre : il intervient dans la constitution de plus d'un million de composés carbonés et joue un rôle clé dans les processus vitaux : ainsi, le carbone est en perpétuelle circulation dans la biosphère.

Le biote terrestre, c'est à dire l'ensemble des êtres vivants de la planète (en grande majorité, des végétaux) absorbe environ 120 milliards de tonnes (Gt) de carbone par an au cours de la photosynthèse (production sous l'effet de la lumière solaire, de molécules organiques à partir de dioxyde de carbone et d'eau). La respiration biotique (production de CO_2 à partir de molécules organiques) rejette chaque année dans l'atmosphère, 60 Gt de carbone environ auxquelles s'ajoutent 60 Gt libérées par la décomposition bactérienne dans les sols, des matières organiques mortes provenant en grande partie des détritus de la surface.

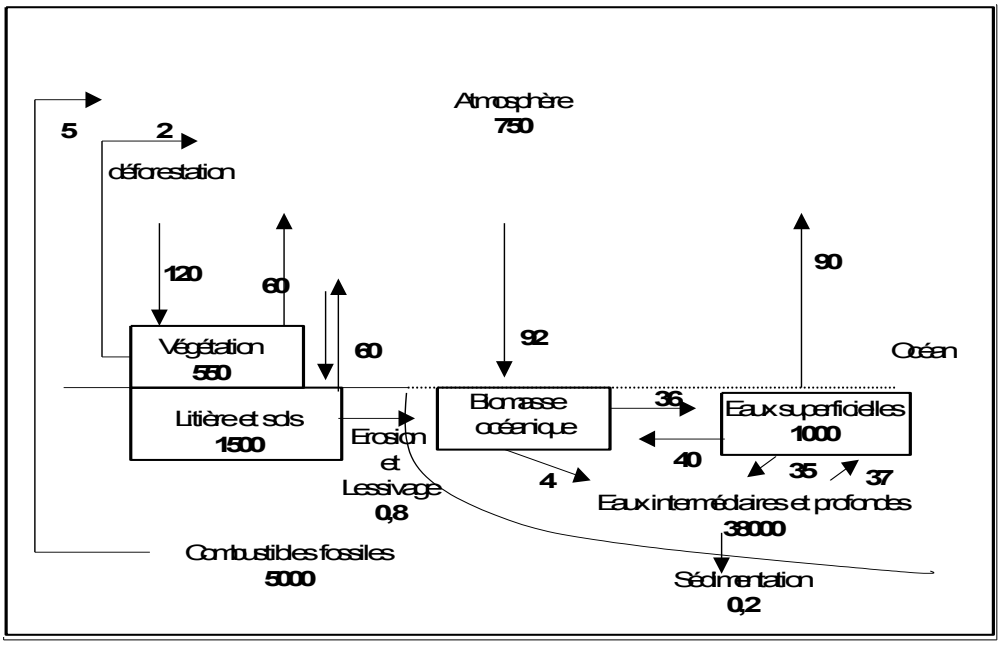


Figure 6
Le cycle global du carbone (flux nets globaux en Gt C) ***(d'après SCURLOCK et HALL, 1991)***

Le milieu marin extrait également du CO_2 de l'atmosphère, à la suite de processus biologiques et chimiques : les organismes marins unicellulaires ou phytoplancton retiennent du CO_2 par photosynthèse. En outre, certaines quantités de gaz sont dissoutes dans l'eau de

mer et transformées en bicarbonate ionique. Au total, environ 92 Gt de carbone sont ainsi absorbées annuellement. Les eaux de surface en rejettent chaque année environ 90 Gt, par suite également de processus chimiques et biologiques : libération directe de CO_2 dans l'eau (diffusion) et émissions dues à la respiration du phytoplancton. Au total, l'eau de mer fixe 2 Gt de carbone environ chaque année.

On estime à environ 550 Gt, le carbone stocké sous forme de « biomasse dressée » par les plantes terrestres, mais à **1500 Gt** le **carbone stocké dans la matière organique du sol**, notamment dans la tourbe. L'**atmosphère** elle-même contient environ **750 Gt de carbone sous forme de gaz carbonique**. Les réserves de carbone fossile (charbon, pétrole et gaz), composés de carbone provenant lui-même d'anciens organismes vivants sont estimées entre 5000 et 10000 Gt de carbone (GRIBBIN, 1992). En l'absence d'intervention humaine, l'équilibre entre biote terrestre, milieu marin et atmosphère est assurée.

Actuellement, les flux planétaires de carbone connus, révèlent un défaut de bilan : les combustibles fossiles apportent 5,5 Gt/an à l'atmosphère, la déforestation tropicale (brûlage et défrichement des forêts) 1 à 1,5 Gt/an ; l'océan en piège 2 Gt/an (IPCC, 1995). Or le carbone atmosphérique n'augmente que de 3,5 Gt/an. Il manque donc 1 Gt à 1,5 Gt, qui pourrait être piégés annuellement par la végétation et les sols (BALESDENT, 1996).

Tableau 3
Stocks globaux de carbone dans la végétation et le sol jusqu'à une profondeur d'1 m
(d'après IPCC 2001)

	Surface	Stocks de carbone (GtC)		
Biomes	(10^9 ha)	Végétation	Sol	Total
Forêt tropicale	1,76	212	216	428
Forêt tempérée	1,04	59	100	159
Forêt boréale	1,37	88	471	559
Savane tropicale	2,25	66	264	330
Prairie tempérée	1,25	9	295	304
Déserts et semi-déserts	4,55	8	191	199
Toundra	0,95	6	121	127
Zones humides	0,35	15	225	240
Terres cultivées	1,60	3	128	131
Total	15,12	466	2011	2477

Toutefois, des incertitudes pèsent sur ces chiffres du tableau 3, en raison notamment de l'ambiguïté de la définition des biomes, mais surtout du manque de données (HOUGHTION, 2003).

II.3.2 Le potentiel de stockage du carbone des sols (sol = puits de carbone)

Sur la planète, le sol est donc le plus gros réservoir superficiel (1500 à 2000 Gt selon les modèles) échangeant du carbone avec l'atmosphère par photosynthèse, respiration, décomposition et combustion des végétaux et des composés organiques dans le sol : environ 150 Gt de carbone ont été émis dans l'atmosphère entre 1860 et 1980 (GRIBBIN, 1992) et, la déforestation et la mise en pâturage de sols amazoniens auraient contribuer en 1990, à une perte de 9,2 Mt de carbone du sol vers l'atmosphère (FEARNSIDE et BARBOSA, 1998).

Inversement, la conversion d'un sol cultivé et travaillé traditionnellement en un sol travaillé moins fréquemment ou en une prairie peut réduire les émissions de CO_2 vers l'atmosphère et créer, au moins à court terme, des puits de carbone (GEBHART et al. 1994 ; DUGAS et al. 1999). Ainsi, HARTMANN et al. (1998) observent sur un vertisol, que le passage d'un labour conventionnel (labour à 40 cm de profondeur) à un travail simplifié (préparation du sol à 10 cm de profondeur) permet une meilleure préservation des stocks de carbone du sol. De plus, l'installation de prairies sur des vertisols anciennement en cultures, conduit à une augmentation du stock de carbone, surtout dans les 20 premiers centimètres du sol (CHEVALLIER, 2000).

Or, les puits de carbone des sols ne sont que partiellement reconnus dans le Protocole de Kyoto. Leur prise en compte dans le Protocole de Kyoto est dominée à la fois par les activités de gestion forestière (article 3.4) et par le boisement ou le reboisement via le mécanisme de développement propre (article 12). Les activités agricoles (au titre de l'article 3.4) sont peu ou pas prises en compte pour la première période d'engagement (2008-2012). La France, en particulier, qui prévoit de faire porter l'essentiel de son effort sur la gestion forestière sur des boisements ou reboisements dans des pays en développement, n'a pas inscrit à ce jour d'activités agricoles dans ses projets de réductions d'émissions de gaz à effet de serre.

Toutefois, depuis la sixième Conférence des parties (Bonn, 2001), les pays industrialisés sont autorisés à comptabiliser dans leurs inventaires d'émissions les flux issus des changements d'usages des terres. En outre, la Commission Européenne a adopté une communication sur les sols (le 16 avril 2002, Réf. COM 2002 179 final), afin de préparer une directive sur ce thème. La section 3.2 de cette communication concerne le déclin de la matière organique de certains sols cultivés, notamment dans le sud de l'Europe et dans les régions de

culture intensive, qui crée des problèmes de baisse de la fertilité et d'érosion des sols. Ce texte mentionne le cycle global du carbone, ainsi que les enjeux internationaux concernant la séquestration du carbone dans les sols.

III Objectifs de l'étude

D'après les principales conclusions de la récente enquête de la FAO sur les forêts (FAO, 2010), *« environ 13 millions d'hectares de forêts ont été convertis chaque année à d'autres utilisations ou ont disparu sous l'effet de phénomènes naturels [de 2000 à 2010], alors que ce chiffre était de 16 millions d'hectares par an dans les années 90 ».* Or, de nombreuses incertitudes existent encore sur le rôle des sols en termes de source ou de puits de carbone (SCHLESINGER, 1984 ; SCHLESINGER, 1986 ; BOUWMANN, 1989 ; POST et al., 1993), et sur l'impact des actions humaines, particulièrement en milieu tropical ou subtropical (DETWILER, 1986, LUGO & BROWN, 1993 ; BERNOUX et al., 1998).

Ce potentiel de stockage du carbone dans les sols est à la fois énorme (il pomperait un quart des émissions annuelles de carbone d'origine anthropique) et difficilement mesurable (il représenterait une augmentation annuelle de 1/1000 du réservoir du sol). En outre, si le carbone est piégé dans les sols, la question est aussi de savoir pour combien de temps.

En effet, les stocks des éléments dans les sols, et en particulier ceux du carbone, sont en constante évolution sous l'effet de facteurs naturels (climat, végétation, effets de l'ensemble des processus pédogénétiques) et anthropiques (impacts locaux des utilisations des sols, effets diffus d'apports hydriques et atmosphériques). Toute modification de l'usage des terres et, même pour les systèmes agricoles à l'équilibre, peut induire des variations du stockage du carbone dans les sols. En un point donné, les variations des stocks de carbone peuvent être dues à divers processus : modification des apports de matière organique, transferts de carbone sous forme solide (particulièrement par érosion en nappe) ou soluble (lixiviation et ruissellement) et pertes par minéralisation (CO_2, CH_4) de la matière organique des sols (BERNOUX et al., 2006).

Peu de données ont été recueillies systématiquement et sont actuellement disponibles pour une évaluation précise des possibilités de séquestration du carbone dans les sols selon le mode d'usage et la variabilité des conditions pédo-climatiques : les rythmes et les tendances de l'absorption du carbone par les écosystèmes terrestres sont encore mal connus. En outre,

les méthodes analytiques utilisées variant avec le temps et selon les laboratoires rendent les comparaisons difficiles à long terme.

Malgré sa faible superficie (1080 km^2) la Martinique possède une très grande diversité des modes d'usage du sol (forêts naturelles, prairies permanentes, jardins créoles, cultures de canne ou banane semi-pérennes, etc.) comportant des niveaux d'intensification très variables (profondeur de labours, durée de travail du sol, intrants minéraux, etc.). La Martinique est également caractérisée, par une diversité remarquable des sols (du fait de la variabilité de la pluviométrie et des formations géologiques) : les trois grands modèles minéralogiques des sols tropicaux y sont représentés (Sols à allophanes (argiles non cristallisées), Sols à argiles 1/1 et Sols à argiles 2/1).

A partir d'un large éventail de situations étudiées, le premier objectif de ce travail est de répondre à la question, quelle est la quantité de carbone stockée (possibilités de séquestration du carbone dans les sols) en fonction du type de sol (effets de la nature du sol) et du type de culture (effets du mode de gestion des terres).

A l'intérieur de modes d'usage des sols identiques, des modifications de l'itinéraire technique peuvent induire, en modifiant vitesses de restitution et minéralisation, des variations du stockage de carbone dans les sols. Or, depuis plusieurs années, l'agriculture des Antilles Françaises connaît de profonds bouleversements liés à la nécessité de trouver des techniques présentant un impact environnemental plus faible (pollution des sols par les pesticides, envasement des baies, etc.) ou économiquement plus rentables (crise de la banane, etc.). Il importe donc de connaître l'influence de ces différents systèmes de culture sur le devenir des stocks de carbone et d'en tirer des propositions d'alternatives de gestion des terres. Le second objectif sera donc de répondre à la question, quelle est la meilleure alternative de gestion des terres du point de vue du stockage du carbone.

L'étude réalisée ici, vise également à exploiter les données acquises depuis le début des années 1960 sur la matière organique des sols tropicaux de Martinique. Une fois établie la relation entre type de sol, système de culture et stock de carbone, une carte des stocks de carbone sera réalisée (spatialisation des stocks actuels de carbone).

Afin de préciser le rôle de la matière organique dans les propriétés des sols le troisième objectif sera consacré à l'étude des conséquences des changements d'usage et de gestion des terres sur les formes de matière organique dans le sol (fractionnement granulométrique de la matière organique) et sur les propriétés physiques des sols (stabilité structurale).

LIVRE I :

LA MARTINIQUE : UN MILIEU INSULAIRE TROPICAL REMARQUABLEMENT DIVERSIFIE

L’agriculture des Antilles Françaises connaît depuis plusieurs années de profonds bouleversements. En 30 ans, ce sont près de 37% de la SAU martiniquaise ont disparu : le rapport SAU / superficie totale est ainsi passé de 48% en 1973 à 26% de la superficie de l’île (soit 28280 hectares, Mémento agricole 2009).

Cette diminution de la SAU s'est accompagnée de profondes modifications des techniques culturales (travaux de remodelage réalisés dans les années 1970, afin de faciliter la mécanisation des exploitations agricoles, épandages d’engrais chimiques et de produits phytosanitaires, etc.), et d'un fort impact environnemental (érosion, pollution des sols par les pesticides, envasement des baies, etc.).

Afin de pallier à cette vulnérabilité et de proposer des alternatives de gestion des terres, il est donc nécessaire d'analyser l'ensemble des facteurs qui agissent sur le réservoir organique des sols. Dans cette première partie nous nous proposons d'effectuer une présentation du milieu physique de la Martinique en insistant particulièrement sur les sols (caractères morphologiques, propriétés physiques et chimiques et potentialités agronomiques), les systèmes et les pratiques culturales rencontrés à la Martinique.

CHAPITRE I

PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE

I.1 LES FACTEURS NATURELS

I.1.1 Localisation

Située par 14°30' de latitude Nord et 61° de longitude Ouest, la Martinique occupe une position centrale dans l'archipel des Petites Antilles, entre les îles de la Dominique au Nord (770 km^2) et de Sainte Lucie au Sud (600 km^2) dont elle est séparée par deux canaux marins étroits (20 à 30 km) et profonds (entre 1000 et 2000 m). Sa superficie est de 1080 km^2 (65 km d'allongement maximum dans l'axe NNW-SSE ; 30 km dans sa plus grande largeur). Elle est bordée par l'océan Atlantique à l'Est et par la mer des Caraïbes à l'Ouest.

I.1.2 Le climat

Le climat, de type tropical humide, se caractérise par une température moyenne annuelle variant entre 26 et 28 °C, des vents réguliers soufflants de l'Est ou alizés, et une influence marine maintenant une humidité toujours importante (en moyenne supérieure à 80 %) à l'origine d'une importante pluviosité (2000 mm de moyenne annuelle). Cependant, les quantités d'eau reçues présentent de fortes variations dans le temps et sur de faibles distances (RAVAIL, 1977).

L'inégale répartition des pluies pendant l'année fait que l'on distingue traditionnellement une saison sèche ou "Carême" de janvier à mai et une saison humide ou "Hivernage" de juin à décembre. En réalité pendant le carême, la Martinique n'est pas soumise en totalité à la sécheresse. En effet, les pluies orographiques étant importantes toute l'année, le régime pluviométrique est peu contrasté dans les stations d'altitude. En revanche, la frange côtière (de la presqu'île de la Caravelle à la presqu'île de Sainte-Anne) et la côte "sous-le-vent" (côte Nord-Caraïbe) connaissent une véritable saison sèche avec des précipitations moyennes mensuelles avoisinants 50 mm, contre 300 mm de pluie dans les régions montagneuses septentrionales pour la même période. Pendant l'hivernage, les pluies moyennes mensuelles sont assez élevées, variant de 150 mm au sud à 500 mm au nord.

La Martinique est soumise dans son intégralité à la même masse d'air. C'est donc la morphologie même de l'île qui est à l'origine de la variabilité spatiale des précipitations. La rencontre des reliefs par les masses d'air venant de l'est provoque un mouvement d'ascendance, refroidissant l'air humide : la vapeur d'eau se condense, formant des nuages et occasionnant des pluies. Par contre une fois franchi le versant "au-vent", un mouvement de

subsidence se produit dans un air déjà débarrassé de son humidité ; le réchauffement qui en résulte provoque l'évaporation des gouttelettes d'eau en suspension et la disparition des nuages : c'est l'effet de *fœhn*.

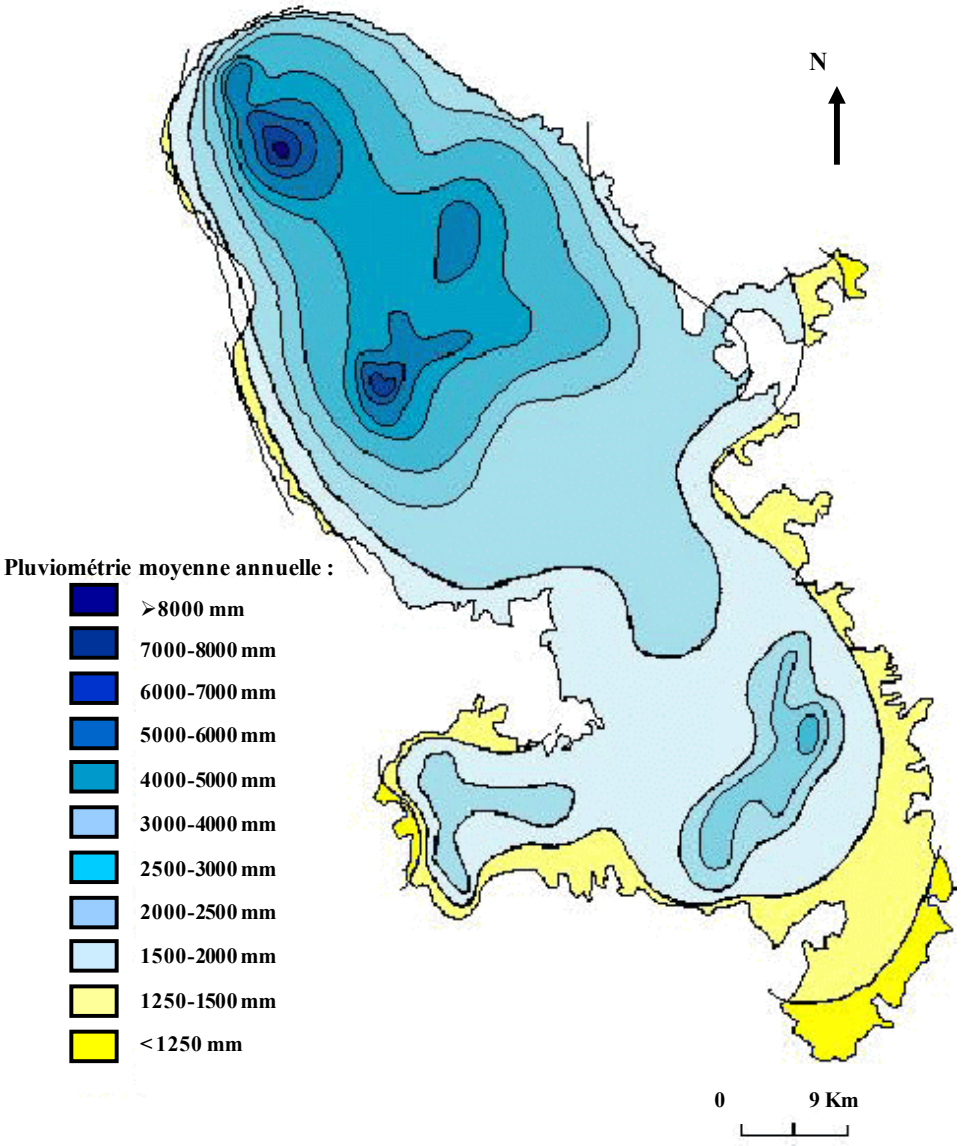


Figure 7
Carte pluviométrique de la Martinique
[Réalisée à partir des données de l'Atlas de la Martinique (IGN-CNRS, 1976)]

Ce phénomène explique la sécheresse des versants "sous-le-vent" et les variations très importantes à de faibles distances de la pluviosité et de la durée de la saison sèche. De plus, l'altitude favorisant les précipitations, le Nord (montagneux) est donc davantage arrosé que le Sud (relativement plat) ; les pluies restent inférieures à 1,5 m/an dans le Sud et en bordure des côtes, pour atteindre 9 m/an au sommet de la Pelée.

I.1.3 Relief et géologie

I.1.3.1 Relief

La nature essentiellement volcanique de la Martinique en fait une île au relief accentué :

- montagneux au Nord et à l'Ouest au niveau des grands volcans récents : la montagne Pelée point culminant de l'île avec 1397 m, les pitons du Carbet dont six sommets dépassent 1000 m, le morne Jacob qui s'élève à 884 m ;
- nettement plus doux à l'Est et au Sud au niveau des complexes volcaniques et volcano-sédimentaires anciens plus ou moins démantelés par l'érosion (montagne du Vauclin à 504 m, etc.).

L'ensemble est très accidenté, car la moitié de l'île possède des pentes supérieures à 20 %. Cette différence entre l'Est et l'Ouest se manifeste également au niveau des côtes. Celles de l'Est (au-vent) sont découpées et passent progressivement à un plateau insulaire s'étendant loin en mer (plus de 30 km). Celles de l'Ouest (sous-le-vent) - hormis l'échancrure de la baie de Fort-de-France - plongent rapidement (pente moyenne de 25 %) à des profondeurs de 1000 à 2000 m.

I.1.3.2 Géologie

L'archipel des Petites Antilles constitue la partie émergée d'une vaste structure tectonique, la plaque Caraïbe, sous laquelle s'enfonce la croûte océanique atlantique. Il résulte de cette subduction une intense activité volcanique et sismique à l'origine de l'édification de ce chapelet d'îles volcaniques (ANDREIEFF, BOUYSSE et WESTERCAMP, 1987 ; WESTERCAMP et ANDREIEFF, 1989).

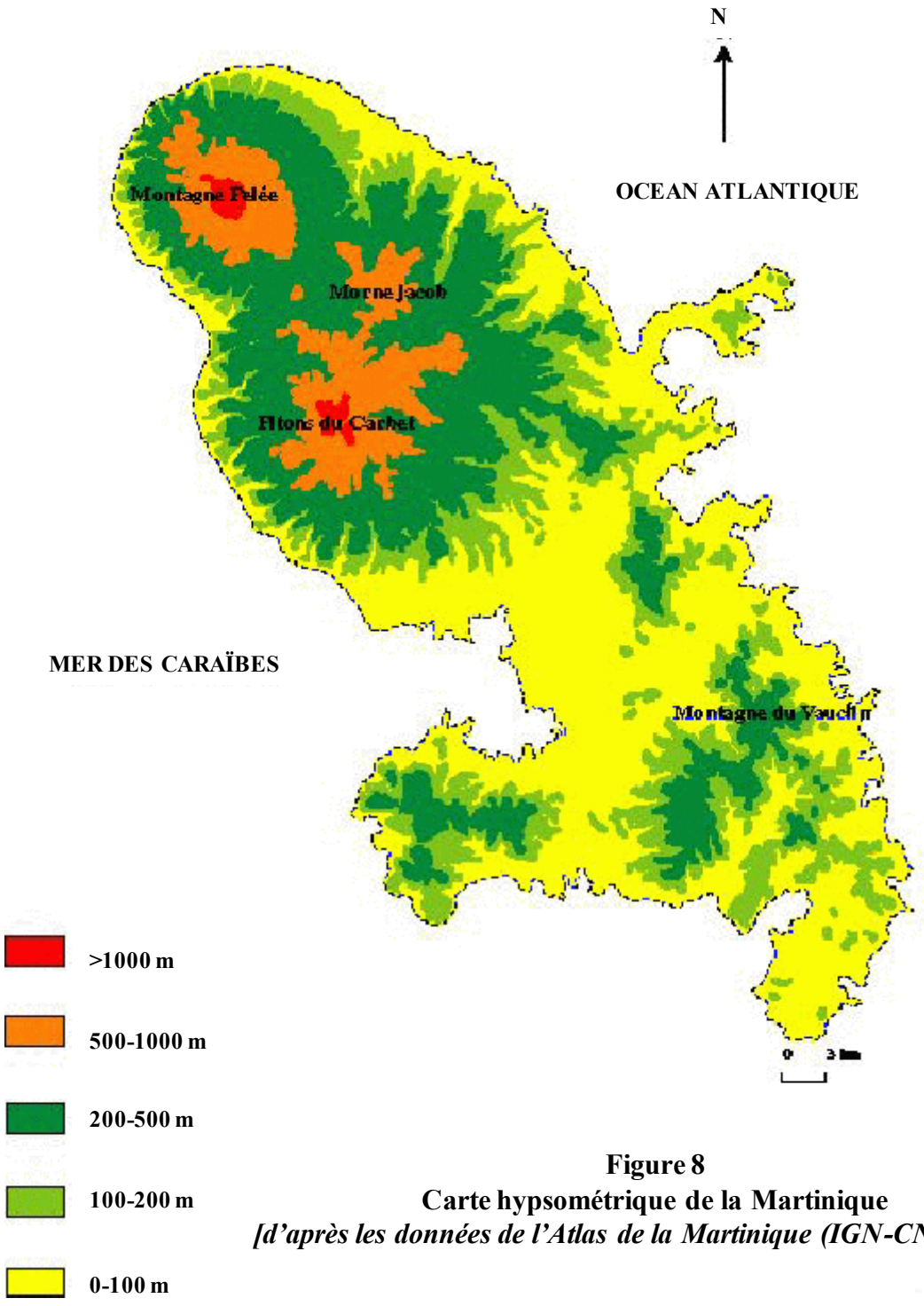


Figure 8
Carte hypsométrique de la Martinique
[d'après les données de l'Atlas de la Martinique (IGN-CNRS, 1976)]

L'activité volcanique a d'abord été sous-marine, fortement contrôlée par la tectonique régionale et caractérisée par des laves basiques. Petit à petit le front volcanique a migré vers l'Ouest et son activité est devenue aérienne et effusive (stade des volcans-boucliers[1] formant

1 Le volcan-bouclier correspond à un empilement de laves basaltiques fluides émises par des fissures ou des cratères, sans explosions ni projections très importantes. Cet édifice volcanique en forme de galette à faibles pentes (5 à 6°) percé par un vaste cratère, peut atteindre plusieurs dizaines de kilomètres de diamètre

les reliefs centraux de l'île). En fin d'évolution, le front volcanique est installé côté Caraïbe ; des strato-volcans[2] au comportement éruptif de plus en plus explosif s'édifient.

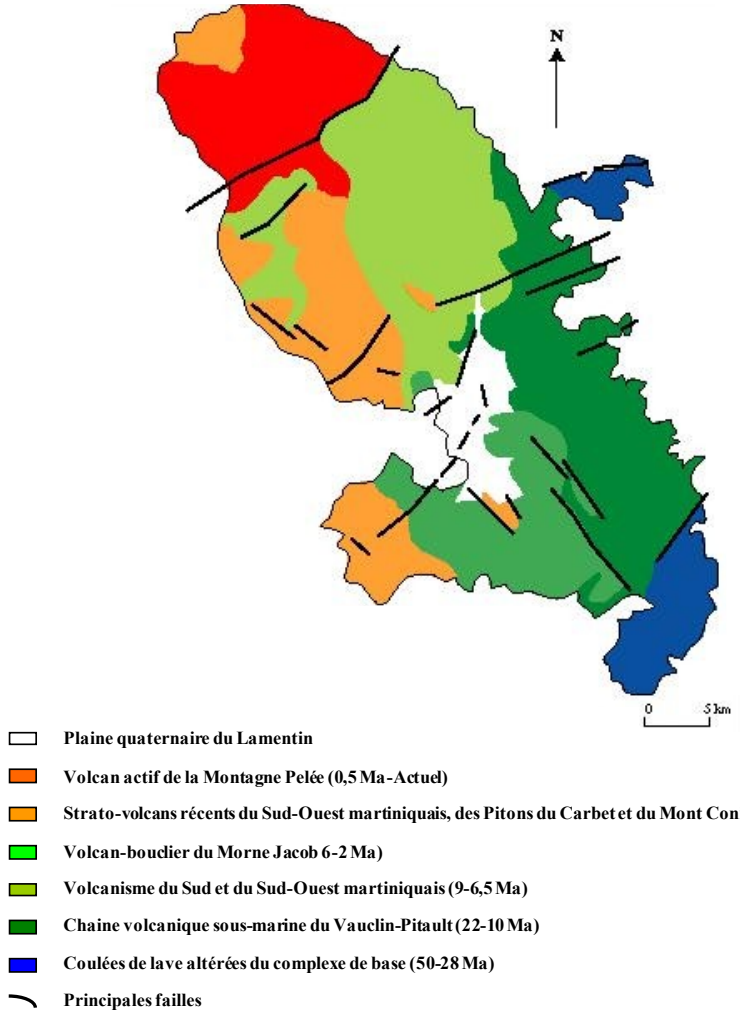


Figure 9
Structure géologique de la Martinique et situation tectonique du domaine caraïbe
[Réalisée d'après Westercamp et al. (1989) et Westercamp et Tazieff (1980)]

La majeure partie des roches est de type volcanique acide (andésites, dacites) et constitue les massifs élevés du Nord. Quelques roches basiques plus anciennes, telles les basaltes, sont plus localisées, notamment à la presqu'île de la Caravelle et à Sainte-Anne.

2 Le strato-volcan est caractérisé par une alternance de coulées de laves (basalte, andésite) avec des couches de projections. Cet édifice volcanique a l'aspect d'un cône massif caparaçonné par des coulées terminales et, hérissé de petits cônes de scories.

I.1.4 La végétation

La forte pluviométrie et la fertilité des sols volcaniques favorisent l'épanouissement d'une végétation tropicale luxuriante : on dénombre ainsi près de 3000 espèces de plantes, dont une forte proportion de plantes introduites surtout à partir de la colonisation. Toutefois, le relief contrasté et l'inégale répartition des pluies sont à l'origine d'une grande diversité du couvert végétal (JOSEPH, 1997 ; PORTECOP, 1978).

La végétation littorale est caractérisée par des relations particulières aux conditions de sol, aux embruns ou aux submersions par les marées :

La mangrove s'étend sur les 700 ha de sols vaseux et de tourbes des estuaires, des rivières et culs-de-sacs marins abrités du Lamentin, de Rivière-Salée, de Ste-Luce, du Marin, du Vauclin, du François, du Robert, du Galion et de la Caravelle. Soumise au balancement des marées et à l'apport du ruissellement des versants avoisinants, la salinité y est variable et détermine la zonation de ce type forestier particulier dominé par les *palétuviers rouges (Rhizophora mangle)* et les *palétuviers blancs (Avicennia nitida)*. Elle correspond à une zone de comblement dans laquelle s'accumule d'importantes masses de matières organiques terrigènes (DOUMENGE et MONNIER, 1989 ; DOUMENGE, 2000).

Les faciès psammophiles correspondent à la végétation des plages sableuses qui s'échelonnent sur 75 km environ autour de l'île. Comme pour la mangrove, on observe une zonation de cette formation végétale, en relation avec la salinité et l'influence des alizés. Un groupement herbacé pionnier s'avance jusqu'à la limite des vagues et comporte principalement la *patate bord de mer (Ipomea pes-caprae)* et le *pois bord de mer (Canavalia maritima)*. Un groupement arbustif lui succède et présente le *raisinier bord de mer (Coccoloba uvifera)*, le *mancenillier (Hippomane mancinella)*, l'*acacia tamarin (Acacia tamarindifolia)*. Un groupement forestier s'élève derrière ce rideau arbustif et se développe en fonction de la dimension des plages formant parfois une belle forêt stratifiée.

Les faciès lithophiles correspondent à la végétation des falaises rocheuses qui occupent le reste du littoral soit environ 80 km de côtes. Dans la région nord-est de l'île, moyennement humide, il s'agit de formations arborescentes ou arbustives «en drapeau » caractéristiques de l'influence des vents. Certains secteurs hyperarides (position d'abri, effet de foehn, sols squelettiques), sont colonisés par des fourrés épineux constitués de cierges

*(Cephalocereus nobili*s), de raquettes *(Opuntia dillenii)* et d'agaves *(Furcrea tuberosa*) et apparaissent parfois comme de véritables enclaves dans le paysage environnant (DOUMENGE et MONNIER, 1989 ; DOUMENGE, 2000).

Dès que l'on pénètre vers l'intérieur des terres, la végétation prend des caractéristiques liées aux conditions climatiques, à l'altitude :

La Côte « sous-le-vent » et les collines peu élevées du sud, sont le domaine de la forêt tropophile, Ce type forestier à *fromagers (Ceiba pentendra)*, *poiriers (Tabebuia pallida)*, *gommiers rouges (Elaphrium simaruba)*, correspond à une faible pluviosité (1000 à 1500 mm/an). Les zones les plus dégradées présentent une végétation de fourrés épineux de *ti-baumes (Croton niveus, Croton populifolius)*, *campéchiers* et *acacias* ; les dégradations les plus fortes sont représentées par des savanes à graminées surtout localisées dans le sud (Vauclin, Ste-Anne).

Les régions comprises entre 0 à 300 m d'altitude sur la Côte «au-vent », 300 à 700 m d'altitude sur la Côte «sous-le-vent », sont occupées par la forêt mésophile *à bois blanc* et à *pois doux* ; elle correspond à une pluviosité moyenne de 1500 à 3000 mm/an. Cet étage de végétation a été fortement dégradée car elle concentre la plupart des cultures. Là où elle subsiste, elle forme une futaie caducifoliée de 25 m de haut (DOUMENGE et MONNIER, 1989 ; DOUMENGE, 2000).

Les régions intermédiaires (300 à 900 m d'altitude «au-vent », 700 à 1200 m d'altitude «sous-le-vent ») sont occupées par la forêt dense hygrophile. Ce type forestier s'épanouit dans des régions soumises à une pluviométrie moyenne de 3000 à 5000 mm/an. Cette formation végétale luxuriante, à sous-bois très sombre est caractérisée par de grands arbres (35 à 40 m de haut ; *gommiers blancs (Dacryodes excelsa)*, *châtaigniers grandes feuilles (Sloanea dentata)*, *bois de fer (Licania ternatensis)*, *magnolia (Talauma dodecapetala)*, *bois balata (Oxythece hahniana)*) et par de nombreux épiphytes.

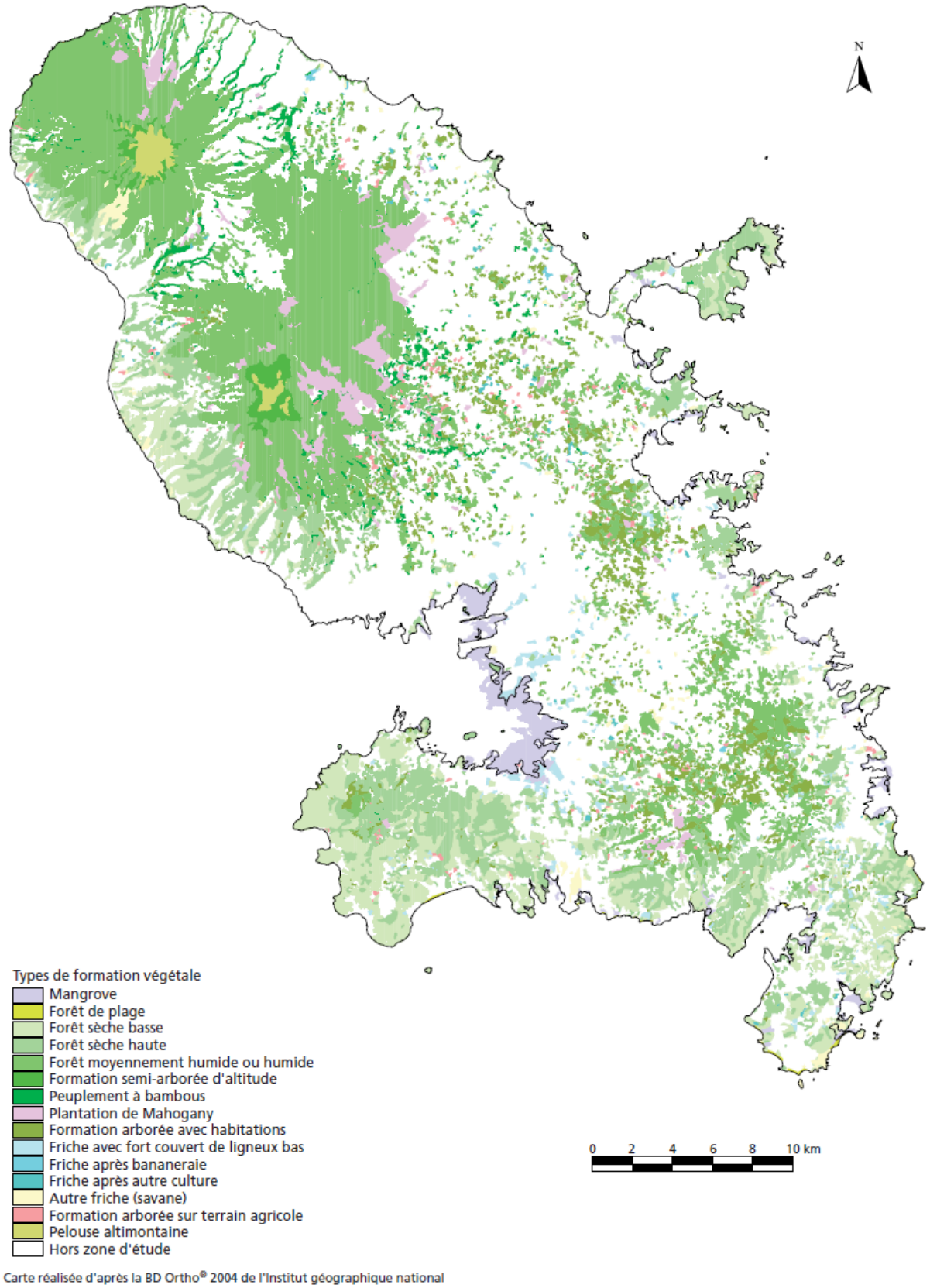


Figure 10
Cartographie des formations végétales de Martinique en 2004
[Source : IFN, 2008]

En altitude, cette forêt cède progressivement la place à une forêt rabougrie d'altitude constituée d'arbustes au tronc déformé, comme le *mangle montagne (Clusia pluckeneti)*, puis à des «savanes » ou des landes sommitales où dominent les fougères, les mousses et les Broméliacées. Ces formations sommitales sont en outre, régulièrement anéanties par les éruptions volcaniques.

Pour 1700 espèces de plantes véritablement indigènes pour l'ensemble des îles de la Guadeloupe et de la Martinique, plus de 1000 ont été introduites par l'homme, dont 350 se sont naturalisées (DOUMENGE et MONNIER, 1989 ; DOUMENGE, 2000).

Seuls les secteurs les plus hostiles (hautes montagnes, versants raides, mangroves, etc.) échappent à l'emprise des plantations industrielles, des jardins vivriers ou du petit élevage familial. En outre, certains arbres ont été surexploités en raison de propriétés spécifiques du bois (dureté, légèreté, bonne conservation dans l'eau de mer, etc.) et certaines plantes, en raison de leurs vertus thérapeutiques. Dans ces conditions, beaucoup de formations végétales ne sont que des formes de dégradation (fourrés d'acacias et de campèches, broussailles à Lantana et à Croton, etc.). Seules, les vallées les plus profondes, les falaises ou les sommets les plus escarpés ont pu conserver leur couverture primitive (JOSEPH, 1999).

I.1.5 Les sols

La Martinique possède une diversité remarquable de sol, due à une forte variabilité spatiale des précipitations et des formations géologiques : on rencontre des sols issus de matériaux volcaniques analogues mais évoluant sous des climats différents ou, sous un même climat, des sols issus de matériaux volcaniques de composition minéralogique analogue mais d'âge différent (COLMET-DAAGE et LAGACHE, 1965 ; COLMET-DAAGE, 1969). En outre, sous un même climat, des matériaux volcaniques de composition minéralogique et chimique voisine, peuvent se présenter sous des textures différentes (cendres, ponces, tufs divers, brèches, coulées) ; leur perméabilité plus ou moins grande peut modifier fortement le processus d'évolution ou d'altération de la roche-mère. Ils sont regroupés en trois grands ensembles :

- Au Nord, les sols développés sur des projections volcaniques perméables récentes dont le degré d'évolution et d'argilisation est variable :

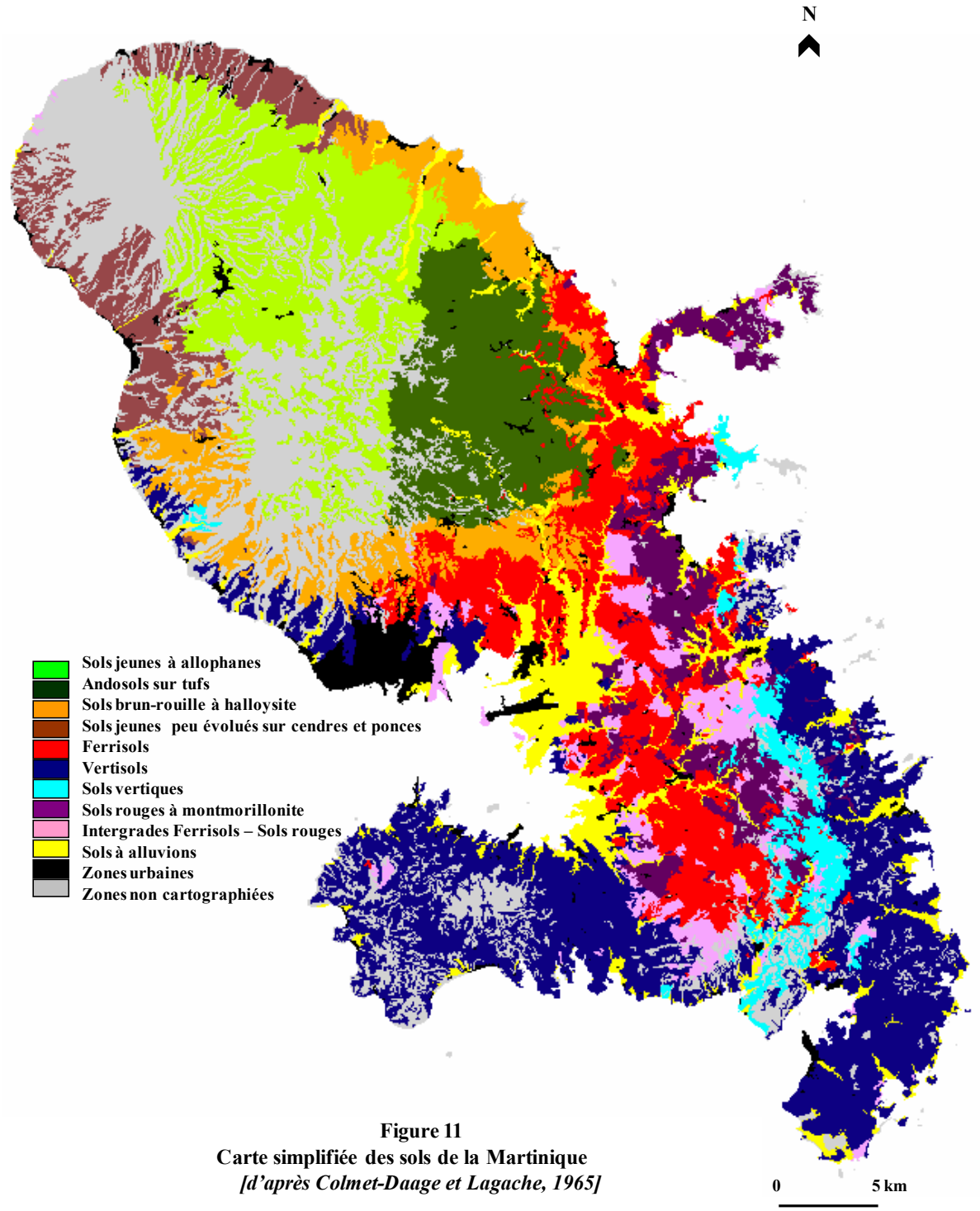


Figure 11
Carte simplifiée des sols de la Martinique
[d'après Colmet-Daage et Lagache, 1965]

+ les sols à allophanes[3] ou andosols ;

+ les sols brun-rouille à halloysite[4] ;

3 Aluminosilicates hydratés amorphes. Les allophanes sont en fait un ensemble d'ébauches argileuses irrégulières qui par suite de défauts de structure paraissent amorphes en diffraction de rayons X. Ces ébauches sont susceptibles de se dissoudre à nouveau ou d'évoluer vers des structures argileuses généralement phylliteuses plus parfaites. Normalement, les allophanes évoluent par resilicification progressive et déshydratation vers la structure de l'halloysite.

4 Minéral argileux de type 1/1, dioctaédrique, à équidistance variable entre les feuillets, $(Si)_2,(Al)_2O_5(OH)_4 \bullet nH_2O$. L'halloysite est constituée de feuillets identiques à ceux des minéraux de la famille de la kaolinite, mais ils sont séparés par une couche de molécules d'eau. Par déshydratation, le minéral perd une partie de son eau et, on obtient une métahalloysite caractérisée par un désordre complet des feuillets.

+ les sols peu évolués sur cendres et ponces.

- Au centre et au Sud de l'île, les sols sont issus de l'altération de roches dures ou de tufs volcaniques anciens. Ils se distinguent par la nature de leurs argiles :

+ les ferrisols constitués de kaolinite[5] et halloysite ;

+ les vertisols constitués de smectites[6] ou argiles gonflantes ;

+ les sols rouges à montmorillonite constitués de kaolinite et d'une importante quantité de smectites. Ce sont en fait des intergrades climatiques entre les ferrisols et les vertisols.

- Et enfin, les sols alluviaux qui sont localisés sur des surfaces très réduites, dans les fonds de vallée et dans la plaine du Lamentin. Ils présentent une parenté avec les sols dont ils sont issus.

I.1.5.1 Les sols à allophanes

- **Description morphologique**

Les sols à allophanes se développent sur une vaste zone qui englobe la Montagne Pelée, les Pitons du Carbet et le Morne Jacob. On les rencontre en climat humide à très humide, à saison sèche très réduite ; la pluviométrie moyenne annuelle est supérieure à 2500 mm.

Ce sont des sols jeunes - A(B)C - formés sur des projections volcaniques graveleuses ou sableuses (cendres et ponces) très perméables. L'aspect du profil est le suivant :
L'horizon A, sous forêt est très friable et très foncé sur 10 à 15 cm d'épaisseur ; cet horizon est plus diffus quand il est remanié par les labours ou quand il est érodé.
L'horizon B de couleur beige jaune (10 YR), est d'épaisseur variable et peut atteindre plusieurs mètres.

La texture en surface est celle d'un limon, onctueux au toucher avec une consistance savonneuse entre les doigts : il s'agit en fait d'un pseudo-limon. La structure d'ensemble est diffuse, le sol peu dur mais avec une cohésion nette. Les mottes se brisent et s'effritent aisément dans la main, en donnant une sous-structure de petits agrégats stables, peu anguleux.

5 Minéral argileux de type 1/1 dioctaédrique à équidistance stable entre les feuillets (7Å). La formation de la kaolinite est liée à une concentration égale en Si et Al en milieu acide. Il faut donc des conditions climatiques drastiques qui permettent un lessivage des bases échangeables. C'est un minéral argileux des régions tropicales humides et équatoriales.

6 Minéraux argileux en feuillets à trois couches de 10Å, à teneur variable en Na, Al, Fe, Mg, dotés de propriétés adsorbantes et gonflantes.

La perméabilité est très bonne. Il y a de nombreux débris d'altération sableux ou parfois graveleux.

Du fait de l'épaisseur du sol et de l'hétérogénéité des matériaux-mères, il est difficile dans la plupart des cas de distinguer le niveau d'altération. On observe généralement des successions de niveaux grossiers, relativement peu altérés, alternant avec des niveaux plus fins de cendres souvent déjà très allophanisés. Il faudrait plutôt parler d'un horizon BC.

- **Propriétés physiques et chimiques**

Les teneurs en matière organique sont variées et fonction de l'altitude. Dans les 20 premiers centimètres, elles peuvent ainsi passer sous végétation naturelle, de 3 à 5 % à 200 m d'altitude, à plus de 10 à 15 % vers 600 m. Cette matière organique semble migrer profondément dans le profil : malgré les couleurs beiges ou jaune clair des horizons profonds, des teneurs en matière organique de 2 à 3 % sont fréquentes vers 1 m de profondeur : les allophanes et la matière organique peuvent former des complexes particuliers, qui ne disparaissent que par des attaques prolongées à l'eau oxygénée.

Les examens aux rayons X effectués sur la fraction inférieure à deux microns n'indiquent aucun des minéraux argileux usuels. La goethite[7] est peu abondante ou absente. La gibbsite[8] et par endroits la bayérite (variété d'hydroxyde d'aluminium) sont présentes en quantités importantes, surtout dans la fraction limon-sable fin. On note également la présence de cristobalite (variété de silice ayant subi une température de l'ordre de 1500°C). Ces sols contiennent surtout des substances amorphes.

La métahalloysite (ou l'halloysite) est parfois présente en petite quantité surtout dans les sols à allophanes qui forment transition vers les ferrisols bruns des zones plus sèches ; sa proportion augmente d'autant plus qu'on se rapproche de ce type de sol. Les sables sont beaucoup moins altérés. Les minéraux lourds (minéraux peu altérables que l'on retrouve dans

7 Hydroxyde de fer, FeOOH ou FeO_2H. Souvent massive, jaune brun à brun clair. Minéral très commun responsable de la coloration brune des sols.

8 Hydroxyde d'aluminium, $Al(OH)_3$, système monoclinique, constituant très fréquent des sols ferrallitiques, rencontré en proportion importante dans les bauxites et présent dans les andosols.

certains sables) sont abondants : hypersthène, hornblende, augite ; les zéolithes[9] sont fréquentes.

La caractéristique la plus importante des sols à allophanes est leur capacité de rétention de l'eau, souvent considérable. L'humidité peut atteindre sur le sol ressuyé plus de 100 ou 200 % d'eau pour 100 g de sol séché à l'étuve. Cette propriété disparaît de façon partiellement irréversible après séchage, même modéré, à l'air. La densité apparente du sol peut permettre également d'apprécier les caractéristiques hydriques du sol. Elle peut descendre jusqu'à 0,35 mais le plus souvent elle reste voisine de 0,5 à 0,7.

La capacité d'échange de bases[10] du sol après séchage à l'air est variable. Elle peut atteindre des valeurs élevées et, avoisiner 20 à 40 cmol/kg sol. La somme des bases échangeables est variable suivant l'intensité du lessivage[11], donc de la pluviométrie. L'état de saturation est souvent faible, parfois inférieur à 10 % dans les régions très humides. Les pH peuvent cependant demeurer relativement élevés même pour de faibles degrés de saturation en bases.

- **Classification**

Selon COLMET-DAAGE et LAGACHE (1965), la classification de ces sols est basée sur leur hydratation. Celle-ci est fonction de la proportion des substances allophaniques, c'est-à-dire de l'ancienneté des sols et de l'état d'hydratation ou de dessiccation de ceux-ci. La présence ou non de gibbsite est également un critère de classification de ces sols.

Trois grands ensembles sont schématiquement distingués :

- les sols encore relativement jeunes, riches en éléments grossiers (cendres ou ponces) et présentant déjà des valeurs notables d'hydratation en dépit de teneurs importantes en sables et graviers (supérieures à 30 %) (J vers P ou intergrades sols peu évolués sur cendre et ponce - andosols). Ils se répartissent sur les flancs des montagnes du nord ;

9 Minéraux alumino-silicatés, calciques ou alcalins, dont le réseau cristallin possède des cavités dans lesquelles se logent de nombreuses molécules d'eau et des quantités importantes d'ions métalliques échangeables : Na, Ca, K, Mg. Elles se rencontrent essentiellement dans les roches éruptives, et se forment après leur mise en place dans les fentes et les creux.

10 Ou capacité d'échange cationique (CEC), correspond à la quantité totale de cations qu'un sol ou un milieu peut adsorber par unité de masse, dans des conditions de pH bien définies. Pour un sol, elle est due aux substances colloïdales électronégatives telles que, les minéraux argileux, la matière organique et la silice colloïdale. On l'exprime en cmol/kg sol.

11 Entraînement mécanique d'argile en suspension et, en moindre quantité d'argile grossière et de limon fin, le long de fentes ou autres vides du sol.

- les sols relativement peu évolués sans gibbsite, riches en éléments grossiers (teneurs en sables supérieures à 30 %), présentant des alternances de cendres et de ponces d'épaisseur variable qui rendent ces profils complexes. Ces sols renferment des lits peu épais de cendre fine (10 à 20 cm) beaucoup plus allophanisés ou argilisés en halloysite (sols P). Ils se répartissent sur les hauts reliefs du nord ;

- les sols dérivant de tufs plus fins et plus anciens et ayant donc pu évoluer durant de longues périodes. Ils occupent une large partie du Centre nord de l'île. La proportion des sables et graviers est réduite (elle ne dépasse guère 30 %), celle des substances allophaniques, plus importante ; l'hydratation peut atteindre de très fortes valeurs. Certains de ces sols peuvent renfermer des teneurs notables en hydroxyde d'alumine cristallisé en gibbsite, ce qui est l'indice d'une évolution plus poussée de l'allophane et d'une forte fixation du phosphore (sols T).

Selon le RÉFÉRENTIEL PÉDOLOGIQUE (1995), les faciès les moins évolués s'apparentent aux *Vitrisols* caractérisés par l'existence d'un horizon dominé par les verres volcaniques et autres minéraux primaires et contenant peu d'allophanes ; les faciès les plus évolués correspondent aux *Andosols*.

Dans la SOIL TAXONOMY amendée (1987), ils appartiendraient au grand groupe des *Andepts* de l'ordre des Inceptisols.

Dans la Légende révisée de la carte mondiale des sols FAO/UNESCO (1989), ils correspondent aux *Andosols*, les faciès les moins évolués étant appelés vitriques, les plus évolués, umbriques.

- **Potentialités agronomiques**

La présence d'abondants minéraux primaires altérables, assure le maintien d'une certaine fertilité naturelle. Les taux de matière organique y sont très importants. De plus ces sols à faible densité apparente apparaissent comme des matériaux propices à l'enracinement et l'exploitation du substrat par les racines (DOREL, 1991).

Dans les régions très arrosées, les teneurs en bases échangeables y sont, par suite du lessivage important, beaucoup plus faibles. En outre, les andosols possèdent une faible

sélectivité pour le potassium qui est donc très sensible à la lixiviation[12] (FONTAINE et DELVAUX, 1989).

Malgré leur haute teneur en éléments grossiers, ces sols présentent de faibles vitesses d'infiltration de l'eau (6 à 12 cm/h), qui peuvent contribuer à l'hydromorphie temporaire et à l'asphyxie racinaire dans ces sols (DELVAUX et GUYOT, 1989). L'excès d'humidité atmosphérique, le manque d'insolation, limitent d'ailleurs souvent les possibilités culturales dans les régions d'altitude

I.1.5.2 Les sols brun-rouille à halloysite

- **Description morphologique**

Les sols brun-rouille à halloysite forment une auréole autour des reliefs montagneux de la Pelée, des Pitons du Carbet et du Morne Jacob, depuis la région de Saint-Pierre - Fonds-St-Denis, jusqu'à Vivé-le-Lorrain, avec des discontinuités entre Vert-Pré et Sainte-Marie. La pluviométrie annuelle varie de 1300 à 2500 mm, cependant la plupart des sols se rencontrent sous des pluviométries voisines de 1800 mm, à saison sèche peu marquée.

Ce sont des sols relativement jeunes, formés sur des projections perméables graveleuses ou cendreuses relativement récentes. La nature du matériau-mère cendreux, sa texture, sa composition originale, ne sont pas totalement effacées et interviennent dans la classification. L'altération des cendres volcaniques donne naissance, dans le temps à des sols de plus en plus riches en argiles et de moins en moins perméables (les teneurs en argiles peuvent varier, suivant l'intensité et l'ancienneté de l'altération, de 10 à 60 %). Suivant les conditions climatiques, la topographie et le temps d'altération, ces sols se rapprochent des ferrisols, des vertisols, des andosols ou des sols peu évolués.

L'aspect du profil-type est le suivant :
L'horizon A est brun foncé et en général plus léger que l'horizon sous-jacent, avec une bonne structure. Il est rendu parfois plus sableux par des apports plus récents de cendres. La transition vers l'horizon B est graduelle.

12 Entraînement, aux dépens des horizons A et B, des éléments solubles qui y sont contenus. Ces éléments solubles sont principalement les alcalins et les alcalino-terreux. Cette lixiviation provoque la désaturation du complexe adsorbant et est donc responsable de l'acidification du profil.

L'horizon B correspond souvent à un horizon B1 et B3 (l'horizon B2 est parfois peu différencié en couleur et en texture).
L'épaisseur de l'horizon B1 est rarement supérieure à 1,20 m. Sa couleur brun-rouille foncé caractéristique de 7,5 YR 4/4 devient plus claire de deux *values* environ, sur le sol séché à l'air. Sa texture est argilo-sableuse à argileuse. Sa structure d'ensemble est peu nette. La sous-structure est polyédrique fine avec des revêtements souvent nets et luisants sur les agrégats qui prennent un aspect plus terne lorsqu'on les écrase entre les doigts. Le caractère anguleux des agrégats paraît d'autant plus accentué que l'évolution du sol est poussée (régions humides et dépôts anciens). La perméabilité est bonne. Le sol est relativement friable à l'état frais ou légèrement humide, mais il devient ferme lorsqu'il est sec. Il y a plus ou moins de débris d'altération dans les sables : hypersthène, hornblende, augite. Les minéraux opaques sont bien visibles. En profondeur, on observe parfois des taches et des films ferromanganiques brunâtres : il peut s'agir d'une hydromorphie de pente due à une circulation d'eau oblique dans les niveaux les plus grossiers.
L'horizon B3 est très graveleux, avec des taches et des films ferromanganiques. Son épaisseur est inférieure à 40 cm. Il fait une transition brutale avec l'horizon C.
L'horizon C est fréquemment formé de projections graveleuses ou caillouteuses plus grossières que celles qui ont donné naissance à l'horizon B : pour cette raison, elles sont moins souvent altérées.

- **Propriétés physiques et chimiques**

Les teneurs en matières organiques sous végétation naturelle, en dépit de la coloration foncée des sols, sont de l'ordre de 2,5 à 4 % dans les 20 premiers centimètres ; elles décroissent rapidement en profondeur et augmentent avec l'altitude.

La teneur en argile (0-2 microns) est généralement faible en surface à cause des recouvrements plus récents de cendres. Elle varie entre 30 et 60 %, rarement 70 %, dans l'horizon B. La teneur en limon (2-50 microns) est de l'ordre de 15 à 25 %. La fraction sableuse (> 50 microns) assez importante, est essentiellement constituée de minéraux sableux peu altérés non quartzeux.

La somme des bases échangeables est rarement inférieure à 12 cmol/kg sol et l'état de saturation des bases est voisin de 60 à 70 %. Le pH est généralement supérieur à 5,5, mais certains faciès plus évolués, sont plus pauvres en bases, plus acides et plus désaturés (30 %).

Le minéral argileux dominant est de type métahalloysite. Ce minéral est associé à de petites quantités de gibbsite et de goethite. Il y a souvent de l'halloysite à 4 molécules d'eau.

Les sols à texture apparente plus légère, contiennent une certaine proportion de substances amorphes qui ont perdu irréversiblement leur forte capacité pour l'eau. Les faciès les plus évolués renferment un mélange de kaolinite et de métahalloysite (ou halloysite).

La composition des sables varie suivant les dépôts aériens, mais ne semble pas avoir d'influence sur l'évolution du sol. Elle permet seulement de repérer les formations les plus anciennes qui contiennent 40 % de hornblende et moins d'hypersthène (50 %) dans la fraction lourde, et les formations récentes riches en hypersthène (80 %) et dépourvues de hornblende. Les zéolithes se retrouvent dans toutes les formations.

- **Classification**

Selon COLMET-DAAGE et *al.* (1967), dans la classification française, certains sols de transition allophanes - halloysite prennent place dans le groupe des *Sols bruns eutrophes tropicaux* de la classe des *Sols à humus évolué - Sols ABC ou A(B)C* (AUBERT, 1962).

Dans la SOIL TAXONOMY (1987), ils appartiendraient au grand groupe des *Rhodochrults* de l'ordre des Ultisols, tandis que les profils les moins désaturés en régions sèches, avec augmentation des bases échangeables en profondeur, seraient des *Rhodustalfs*. Ils feraient également partie des *Tropudalfs* et des *Tropustalfs* de l'ordre des Alfisols.

Dans la Légende révisée de la carte mondiale des sols FAO/UNESCO (1989), ils correspondent aux *Nitisols*, les faciès les moins évolués étant appelés hapliques, les plus évolués, eutriques.

- **Potentialités agronomiques**

Comme il s'agit de sols relativement jeunes, l'abondance des éléments minéraux assure le maintien d'une certaine fertilité naturelle. Ces sols présentent en effet des réserves importantes calco-magnésiennes et une forte affinité pour le potassium, à l'origine d'une garniture cationique équilibrée (FONTAINE et DELVAUX, 1989).

La plupart de ces sols sont cultivés et le travail du sol y est partout aisé (COLMET-DAAGE, 1981). La plupart des bananeraies intensives d'Amérique Centrale et du Sud y sont établies. Néanmoins, les aptitudes culturales diffèrent suivant les faciès. Dans les zones sèches, les sols deviennent plus compacts, sans qu'il y ait augmentation des teneurs en argiles (COLMET-DAAGE et LAGACHE, 1965).

De plus ces sols à faible densité apparente apparaissent comme des matériaux propices à l'enracinement et l'exploitation du substrat par les racines (DOREL, 1991). En revanche, les sols de texture grossière sont un milieu très propice au développement des parasites. Les nécroses de l'appareil souterrain des plantes sont particulièrement importantes dans le cas des sols développés sur cendres et ponces et des sols brun-rouille à halloysite : leur utilisation monoculturale apparaît donc comme un risque majeur (DELVAUX et GUYOT, 1989). En outre, malgré leur haute teneur en argile (60 à 70 %), ces sols présentent des vitesses d'infiltration de l'eau relativement rapides (10 cm/h), qui pourraient à la fois favoriser la lixiviation des éléments fertilisants et le lessivage des pesticides (DELVAUX et GUYOT, 1989).

I.1.5.3 Les sols peu évolués sur cendres et ponces

- **Description morphologique**

Ce sont des sols jeunes, riches en éléments grossiers (cendres ou ponces). Ils se répartissent sur les flancs des montagnes du nord, dans les régions à pluviométrie faible (de l'ordre de 1000 à 1300 mm/an) et à saison sèche marquée : le sol se dessèche complètement sur une certaine épaisseur durant quelques semaines. L'épaisseur du profil dépasse rarement un mètre. La transition entre l'horizon d'altération et la roche-mère est brutale.

Les sols sont sableux, particulaires, très érodibles. Il s'agit de matériaux quaternaires, cendres et ponces en bancs alternés, généralement peu altérés.

- **Propriétés physiques et chimiques**

Les teneurs en matières organiques sous végétation naturelle sont variables, de l'ordre de 1 à 8 % ; elles augmentent rapidement avec l'altitude.

La teneur en argile est faible (5 à 15 %), la fraction sableuse importante (80 à 90 %) est essentiellement constituée de minéraux sableux peu altérés non quartzeux. Ils contiennent une certaine proportion de substances amorphes et de l'halloysite en petite quantité.

Ces sols sont relativement acides, appauvris en bases échangeables, magnésium en particulier.

La capacité en eau utile mesurée sur échantillon frais peut atteindre des valeurs élevées (40 à 50 % de sol séché à l'étuve) ce qui paraît surprenant pour des sols ayant une texture sableuse faiblement cohérente : l'accroissement de l'hydratation est très rapide avec l'altitude.

- **Classification**

Dans la classification française, ces sols sont connus sous le nom de *sols peu évolués* (AUBERT, 1962).

Selon COLMET-DAAGE et LAGACHE (1969), ils correspondent aux *Régosols* de la Légende FAO/UNESCO, et aux *Entiumbrandepts* de l'ordre des *Inceptisols* de la SOIL TAXONOMY (1987).

Selon le RÉFÉRENTIEL PÉDOLOGIQUE (1995), ils correspondent aux *Régosols* ; avec l'altitude, ils s'apparentent aux *Vitrisols*.

- **Potentialités agronomiques**

Leur richesse en éléments minéraux et leur grande perméabilité leur confèrent des propriétés idéales pour l'agriculture : le travail du sol est aisé et la faible densité apparente favorise l'enracinement et l'exploitation du substrat par les racines.

Cependant, en raison de leur forte teneur en sables et en éléments grossiers, ce sont des sols sans cohésion et fortement érodibles (COLMET-DAAGE, 1969). En outre, leur texture grossière, la grande perméabilité des dépôts de cendres et ponces et leur faible épaisseur (profil AC), font que ces sols peu évolués présentent des vitesses d'infiltration de l'eau élevées (15 à 32 cm/h ; DELVAUX et GUYOT, 1989). Ces fortes vitesses d'infiltration sont à l'origine de la lixiviation importante d'éléments fertilisants (potassium et azote) dans

ces sols (GODEFROY et DORMOY, 1983) et du lessivage des pesticides (DELVAUX et GUYOT, 1989).

I.1.5.4 Les ferrisols

- **Description morphologique**

Ces sols s'étendent sur une large bande développée du sud de Sainte-Marie au nord de Rivière-Pilote et de Ducos au Saint-Esprit, avec une pointe vers l'ouest du Lamentin jusqu'au nord de Fort-de-France ; on les trouve également dans la région du François. Ces sols dérivent de l'altération de formations volcaniques anciennes, en régions humides à saison sèche peu marquée : la pluviométrie moyenne annuelle varie de 1600 à 2300 mm.

Ce sont des sols profonds (plusieurs mètres), compacts, peu perméables. Les caractéristiques du profil sont les suivantes :

L'horizon A est brun foncé, avec une structure moyenne à fine, relativement friable. Cet horizon est généralement labouré ou travaillé, donc fortement remanié.

L'horizon B correspond à des horizons B1, B2 et B3.

L'horizon B1 est généralement plus friable et moins compact que les horizons sous-jacents. Sa couleur brun-jaune (7,5 YR 4/4 à 5/6) à brun rougeâtre (5 YR 5/4, plus rarement 2,5 YR) avec souvent des taches jaune sale.

L'horizon B2 est compact à l'état frais et très peu perméable. On y trouve souvent des pisolithes ferromanganiques plus ou moins durcis, pouvant atteindre 1 cm de diamètre.

L'horizon B3 est plus ou moins riche en fragments de roches peu altérées et fréquemment marbré de veines jaune sale et rougeâtres. L'apparition des marbrures s'accompagne fréquemment d'une augmentation de la compacité. La transition avec l'horizon C est progressive.

L'horizon C, d'épaisseur variable, souvent dur et de couleur variée, est constitué de roches en boule avec des écailles d'altération concentriques. Cette altération peut se produire sur une grande profondeur.

La structure d'ensemble du sol est peu nette. La texture est argileuse.

- **Propriétés physiques et chimiques**

La teneur en matière organique dans l'horizon labouré est de l'ordre de 2 à 4 %. Elle décroît rapidement en profondeur.

La teneur en argile dans l'horizon A est de 30 à 40 % ; elle atteint dans l'horizon B des valeurs de 50 à 60 %. Les teneurs en limon sont voisines de 15 à 25 %. Les argiles sont de type kaolinite plus ou moins désordonnée ou halloysite ; elles sont associées à des hydroxydes de fer (goethite) et d'alumine (gibbsite).

La somme des bases échangeables oscille entre 8 et 20 mé % du sol. La capacité d'échange varie entre 15 à 25 cmol/kg sol. L'état de saturation en bases est voisin de 60 à 70 %.

- **Classification**

Dans la classification française, ils correspondent aux *sols ferrugineux tropicaux peu ou pas lessivés* (AUBERT, 1962).

Selon COLMET-DAAGE et LAGACHE (1969), ils correspondent au sous ordre des *Umbrults* de la SOIL TAXOXONOMY.

Dans la Légende révisée de la carte mondiale des sols FAO/UNESCO (1989), ils correspondent aux *Ferralsols* ou aux *Nitisols eutriques*.

- **Potentialités agronomiques**

La faible perméabilité, l'engorgement temporaire de certains niveaux superficiels ou profonds, même sur de fortes pentes, sont des inconvénients pour certaines cultures. La nécessité fréquente d'établir un drainage, même sur les pentes, la forte compacité du sol même dans l'horizon de surface, constituent un handicap pour l'agriculture mécanisée de type intensif. (COLMET-DAAGE, 1981).

I.1.5.5 Les vertisols

- **Description morphologique**

Ce sont des sols argileux à très argileux. Ils occupent la plupart des régions sèches de la Martinique (pluviométrie moyenne annuelle inférieure à 1300 mm, avec plusieurs mois sans pluie) : une grande partie du sud, ainsi qu'une partie de la côte «sous-le-vent ». Ces sols dérivent de matériaux-mères très variés : coulées, brèches ou tufs andésitiques ou roches-mères calcaires. Humide, le sol est plastique et adhérent ; sec, il devient très dur.

Le profil-type est le suivant :

L'horizon A est généralement brun foncé et d'épaisseur variable (30 à 100 cm), A l'état humide, sa structure est en général large.

L'horizon B présente une structure massive et continue à l'état humide ou fissurée et prismatique à l'état sec. La texture est argileuse à fortement argileuse. La couleur varie du beige au beige jaune ou beige olive (2,5 à 5 YR).

Le passage à l'horizon C est brutal et s'effectue sur quelques centimètres. Cet horizon est généralement mince, de teinte claire, formé souvent de débris friables peu altérés et d'argile.

- **Propriétés physiques et chimiques**

La teneur en matière organique de l'horizon labouré est de l'ordre de 2 à 4 % et diminue très rapidement en profondeur.

La teneur en argile varie de 40 à 80 %. L'argile est essentiellement du type montmorillonite[13]. Elle est associée à de la métahalloysite en faible quantité.

La somme des bases échangeables oscille entre 25 et 70 cmol/kg sol. Les teneurs en magnésium et en sodium augmentent presque toujours en profondeur. La proportion de calcium et de magnésium échangeables est variable et dépend de la roche-mère. L'état de saturation en bases est compris entre 60 et 100 %.

- **Classification**

Dans la SOIL TAXONOMY amendée (1987), ils appartiennent au sous-ordre des *Uderts* de l'ordre des *Vertisols*.

Dans la Légende révisée de la carte mondiale des sols FAO/UNESCO (1989), ils correspondent aux *Vertisols*. Selon les roches-mères sur lesquelles ils se sont développés, ils seront qualifiés calciques, magnésiens, sodiques (en profondeur).

- **Potentialités agronomiques**

Les propriétés de ces sols sont dominées par la présence de la montmorillonite qui leur confère les propriétés de gonflement et de rétention d'eau, leur adhérence et leur compacité.

13 Minéral argileux de type 2/1 dioctaédrique à équidistance variable entre les feuillets : le réseau est donc extensible. Elle se forme lorsque la concentration ionique est relativement élevée en Mg (provenant des minéraux primaires) et Si (abondant si le drainage est faible). Ce minéral argileux est caractéristique des climats présentant une saison sèche importante.

La préparation des terres en période pluvieuse est donc difficile et le résultat aléatoire. Les larges fissures constatées en périodes sèches rendent l'irrigation nécessaire, avec des apports fréquents à doses réduites, surtout lorsqu'il s'agite de plantes dont l'enracinement superficiel et fragile est aisément réduit par la fissuration (COLMET-DAAGE, 1981).

Les sols vertiques, et particulièrement les alluvions vertiques, présentent les vitesses d'infiltration de l'eau les plus faibles (2 à 4 cm/h). En régime saturé, le gonflement des argiles est à l'origine de ces faibles valeurs, et contribue aux asphyxies racinaires diagnostiquées en bananeraie (DELVAUX et GUYOT, 1989).

I.1.5.6 Les sols rouges à montmorillonite

- **Description morphologique**

Ces sols s'étendent du Robert à Ste-Luce, entre le St-Esprit et le François, ainsi que dans la région de Ducos et dans la presqu'île de la Caravelle. Ils s'observent dans les régions humides recevant 1800 à 2000 mm de pluviométrie moyenne annuelle, et le plus souvent dans la zone intermédiaire entre les zones à vertisols et les zones à ferrisols.

L'aspect du profil est le suivant :

L'horizon A de 15 à 20 cm d'épaisseur, se caractérise par une couleur rouge vif (5 YR 4/8) ou brun rougeâtre, une structure friable s'effritant en fins agrégats lorsque le sol est sec, mais devenant adhérent lorsqu'il est humide,

L'horizon B dépasse rarement 60 cm d'épaisseur. Sa coloration est rouge vif. La présence de montmorillonite confère au sol un caractère gras, adhérent, plastique et compact.

L'horizon C est très friable et très riche en éléments altérables ce qui lui donne un aspect bariolé.

- **Propriétés physiques et chimiques**

La teneur en matière organique varie entre 2 à 4 %, mais est masquée par la coloration rouge.

La teneur en argile est de l'ordre de 50 à 60 %. Ces sols renferment une importante quantité d'argiles gonflantes montmorillonitiques le plus souvent instables, et dont la proportion augmente en profondeur. Les caractères vertisoliques sont donc surtout marqués en

profondeur et n'apparaissent pas toujours en surface ; les sols sont dans ce cas, rattachés aux ferrisols.

La capacité d'échange est voisine de 30 à 70 cmol/kg sol. Les teneurs en magnésium échangeable sont supérieures à celles en calcium, et augmentent fortement en profondeur.

- **Classification**

Dans la classification française, ils appartiennent à l'ensemble des *sols fersiallitiques* (AUBERT, 1962).

Dans le RÉFÉRENTIEL PÉDOLOGIQUE (1995), ils correspondent aux *Fersialsols*.

- **Potentialités agronomiques**

Ces sols sont très fertiles et largement utilisés par l'agriculture de type intensif (bananeraie) ou les jardins familiaux. Le maintien d'un haut niveau de fertilité en dépit d'une érosion souvent sévère de ces sols, explique la dense occupation de ces terres même sur de très fortes pentes. Dans certains cas, une proportion notable d'aluminium (élément toxique pour la plupart des cultures à pH faible) est extraite de ces sols (COLMET-DAAGE, 1981).

I.1.5.7 Les sols alluviaux

- **Description morphologique**

Les sols alluviaux sont peu abondants : ils se répartissent dans les fonds de vallée et dans la plaine du Lamentin. Ils présentent une parenté avec les sols dont ils sont issus. Ainsi, dans les régions de volcanisme récent, ils sont de nature sableuse ; dans les régions sèches, les alluvions sont lourdes et adhérentes, voisines des vertisols dont elles dérivent ; dans les régions de ferrisols ou de sols rouges à montmorillonite, les sols alluviaux sont argileux et, comportent une certaine proportion de sables arrachés aux reliefs avoisinants.

- **Propriétés physiques et chimiques**

+ Alluvions vertisoliques :

Les sols sont argileux, gras adhérents, plastiques, de couleur beige ou grisâtre ; certains faciès s'apparentent aux vertisols. Les teneurs en bases échangeables dépassent les 30 méq./100 g de sol. La perméabilité est faible : le drainage est indispensable.

+ Alluvions ferrisoliques :

Les sols sont assez lourds, bien structurés, avec des débris altérés assez abondants. L'adhérence est faible. La couleur varie du brun foncé au brunâtre. La teneur en bases échangeables est voisine de 20 à 25 cmol/kg sol. La perméabilité est faible à modérée.

Remarques : Ces sols à alluvions ont été cultivés en canne, en carreaux bombés, étroits, séparés par des fossés de drainage profonds de 1 m. Ces fossés ont été périodiquement rebouchés et recreusés au milieu de l'ancien carreau. Les sols ont donc été remaniés et mélangés sur au moins un mètre d'épaisseur depuis plus de deux siècles.

+ Alluvions légères :

Les sols sont de couleur brun foncé uniforme sur presque tout le profil. L'abondance des sables (cendres) et graviers, améliore la structure des sols et leur perméabilité. Ces sols sont tous bien pourvus en bases échangeables.

- **Classification**

Dans le RÉFÉRENTIEL PÉDOLOGIQUE (1995), ils appartiennent aux *Sols alluviaux fluviatiles* ou *Fluviosols*. Ils sont caractérisés par une position basse dans les paysages et par la présence d'une nappe alluviale permanente ou temporaire à fortes oscillations.

Dans la Légende révisée de la carte mondiale des sols FAO/UNESCO 1989, ils correspondent aux *Fluvisols*.

- **Potentialités agronomiques**

Le manque de drainage est un handicap important. La présence de particules sableuses ou de graviers arrachés aux versants améliore les caractères physiques de ces sols alluvionnaires, mais les pierres interdisent souvent la mécanisation. Toutefois, leur fertilité naturelle permet, sans inconvénients graves, les travaux de remodelage des sols, pour les rendre plus aptes à la mécanisation (COLMET-DAAGE, 1981).

I.2 LES FACTEURS ANTRHOPIQUES

I.2.1 L'agriculture en Martinique : passé et présent

I.2.1.1 Historique des cultures

Selon ADELAÏDE-MERLANDE (1994) Les populations précolombiennes qui se sont succédées dans l'archipel en étaient au stade du néolithique agricole : ils utilisaient comme instrument de travail la pierre polie et tiraient l'essentiel de leurs ressources de l'agriculture. Cette agriculture utilisait une technique très ancienne provenant sans doute de l'Amérique du Sud ou technique du Conuco : sur des monticules de terre rapportée, ils cultivaient en association plusieurs espèces, notamment le manioc et la patate douce, ainsi que le maïs et le tabac. Il est possible que certains de ces produits aient été obtenus par irrigation. Celle-ci était pratiquée dans certaines régions des îles affectées par une relative sécheresse.

Ces populations pratiquaient également les cultures fruitières, notamment celle de l'ananas et du corossol. La collecte des fruits dans les forêts n'aurait joué un rôle qu'en cas de nécessité. La chasse était d'un apport secondaire, en raison du peu de diversification de la faune, la pêche constituant une activité complémentaire.

Selon BLÉRALD (1980), avec la colonisation, (espagnole au cours du 15^{e} siècle, puis anglaise, française et néerlandaise au cours du 17^{e} siècle) la structure foncière, jusqu'au 17^{e} siècle, est dominée par une multitude de petites propriétés de 10 à 20 hectares, les grands domaines étant exceptionnels. Ces parcelles sont localisées pour la plupart sur la bordure côtière en particulier, à proximité des mouillages. Les prix inabordables des denrées et le ravitaillement irrégulier d'Europe orientent l'agriculture vers une forme de jardinage vivrier, directement hérité du mode de cultures des Caraïbes. Parallèlement à ces cultures de subsistance, se développent des cultures d'exportation telles que le roucou, l'indigo, le coton, le gingembre, le cacao et surtout le tabac. La crise du tabac et la guerre lusitano-hollandaise (la rivalité entre Hollandais et Portugais pour la domination du Nordeste brésilien se termine par le départ des Hollandais, qui seront chassés du Brésil en 1654) vont bouleverser la structure du marché du sucre et entraîner une réorientation de l'économie des îles de la Caraïbe en faveur de la culture de la canne à sucre.

La progression de cette culture s'accompagne du défrichement et de la mise en valeur de régions inaccessibles à la canne à sucre. Les cultures secondaires d'exportation tendent alors à s'implanter soit dans les régions peu favorables à la canne à sucre en raison de leur relief accidenté (mornes, fonds, ravines, etc.) soit dans les régions éloignées des embarcadères maritimes :

- le cacaoyer, dans les vallées et les fonds ;
- les cotonniers, principalement dans le région des Salines ;
- le caféier, dans les zones élevées et exposées aux précipitations (contreforts de la Montagne Pelée, des Pitons du Carbet, de la Montagne du Vauclin et surtout dans la région Gros-Morne / Trinité qui concentrera jusqu'à 64 % des plants de café de la Martinique) ;
- le tabac, sur les contreforts des massifs.

Ainsi, en Martinique les sucreries passent de 117 en 1670 à 206 en 1710. Cependant, la canne à sucre ne recouvre pas la superficie totale de l'habitation : la superficie cultivée en canne correspond à peu près à un tiers de la plantation ; un autre tiers est consacré aux pâturages et aux cultures vivrières (patates, ignames, manioc, maïs) devant assurer le nourriture des animaux de trait et des esclaves ; le dernier tiers de la plantation est laissé aux bois et aux taillis pour y trouver les matériaux de construction et les combustibles indispensables à la sucrerie.

L'occupation du sol se développe jusqu'au 19^{e} siècle vers les mornes les plus élevés de l'intérieur, jusqu'aux limites de ce que l'on appelle aujourd'hui la «forêt domaniale ». Ainsi, 55 à 60 % du territoire total ont été affectés par ces défrichements tardifs. (Atlas, 1976). De 1856 à 1885, la superficie plantée en canne ne descend jamais au dessous de 18000 ha (on atteint 25830 ha en 1882) et représente plus de 50 % de la superficie cultivée. Les cultures dites secondaires subsistent (café, coton, cacao, tabac), mais ces cultures ont peu d'importance ou ont tendance au recul (ADELAÏDE-MERLANDE, 1994).

En 1884 débute une crise qui résulte d'une augmentation de la production sucrière mondiale : production de sucre de betterave mais aussi de canne à sucre en provenance de nouveaux fournisseurs tropicaux. La production sucrière mondiale va quasiment tripler, de 1881 à 1901(PETIT JEAN ROGET, 1980). La crise modifie profondément la structure de l'économie sucrière martiniquaise : la production s'organise autour d'usines implantées sur la

côte atlantique, de Basse-Pointe au Vauclin, dans la plaine du Lamentin (usines Soudon et Lareinty), et dans la région de Rivière-Salée ; les habitations sucreries indépendantes sont absorbées dans le domaine foncier des usines. Certaines habitations sucreries, notamment dans les zones où n'étaient pas implantées des usines centrales, sont reconverties en distilleries pour la production du rhum.

Cette crise de la fin du 19e siècle modifie profondément la structure foncière : en rachetant les « habitations » sucrières certains propriétaires ou usiniers constituèrent des très grands ensembles fonciers autour des usines. C'est la cas de l'usine du Galion. Ce mouvement de concentration de la propriété foncière accentue le déséquilibre de la structure agraire.

L'éruption de la Montagne Pelée aura elle aussi des conséquences importantes : la destruction de Saint-Pierre, centre financier, commercial et intellectuel de l'île, et la disparition d'une dizaine de distilleries industrielles va entraîner la création de nouvelles distilleries.

Selon PETIT JEAN ROGET (1980), en 1934, la petite propriété est estimée à environ 12000 hectares. Elle varie, de très petites parcelles d'une fraction d'hectare, à des surfaces de 2 à 3 hectares pour le plus grand nombre, et de 5 à 10 hectares pour quelques unes. Ces propriétés sont consacrées aux cultures vivrières (cultures de fruits et légumes pays). L'ensemble des habitations de plus de 50 ha représentent une superficie de 40727 ha soit près de 4/5 de la superficie agricole d'alors avec 32152 ha cultivés en canne, 1500 ha en cacaoyère, le reste en savanes et prairies. L'économie de la Martinique demeure fondée sur la production de sucre de canne. Toutefois, la crise sucrière puis la première guerre mondiale, ont stimulé la création de très nombreuses distilleries qui produisent du rhum, auparavant produit secondaire de l'industrie sucrière. Sous la pression des producteurs d'eau-de-vie métropolitains, le Parlement français impose aux colonies des Antilles, un contingentement : les contingents de rhum et tafias coloniaux, ne titrant pas plus de 55°, admis en exemption de la « surtaxe frappant les spiritueux étrangers », sont déterminés : une loi de 1923, les fixe à un total de 185000 hectolitres d'alcool pur pour l'ensemble des colonies françaises (mais cette disposition intéresse surtout les « vieilles colonies »). Au-delà de cette quantité, rhum et tafias sont soumis à une surtaxe, comme les spiritueux étrangers.

A partir des années 1930, une culture d'exportation commence à se développer, celle de la banane, qui apparaît comme un palliatif aux difficultés de la production sucrière et rhumière, au lendemain de la guerre. Deux facteurs vont conditionner son essor, dans la deuxième décennie de l'après-guerre :

- une politique protectionniste de la part de la Métropole. Une loi de mars 1928 réglemente les droits de douane sur les importations étrangères. Le contingent de bananes étrangères autorisé à pénétrer sur le marché français est de plus en plus réduit, jusqu'à complète disparition en 1937 ;
- les progrès réalisés dans la conservation du fruit transporté et l'organisation par la Compagnie générale transatlantique d'une flotte bananière dont la rotation est régulière.

Ainsi, dans les années 1930, les bananeraies furent implantées massivement en Martinique et dès 1939, elles fournissaient près de 28000 tonnes sur le marché métropolitain (MAILLARD, 1977).

De même, durant les années 1930, la culture commerciale de l'ananas qui avait démarré aux alentours de 1908, avec l'apparition de la première conserverie au Gros-Morne, prend son essor. La culture couvrait 135 hectares en 1935, 250 ha en 1937 et 300 ha en 1940. Cette culture reste cependant cantonnée en altitude dans la région du Gros-Morne, au-dessus de la zone réservée à la production du sucre (BURAC, 1977).

Bien que ralenties pendant la guerre, les bananeraies progressent rapidement ensuite pour atteindre les 130000 tonnes en 1960. En 1961, un groupement de producteurs, la SICABAM (Société d'Intérêts Collectifs Agricoles Bananiers de la Martinique) est créé et permet ainsi un véritable essor de la production. Mais la concurrence entre les origines est vive, d'autant que les Antilles françaises passées en 1946 du statut de colonies à celui de départements français d'outre mer, supportent des coûts salariaux plus élevés. De Gaulle est appelé à prendre un arbitrage, réservant ainsi deux tiers du marché français aux bananes DOM (dont 52,7% pour la Martinique), contre un tiers pour celles d'Afrique. Les améliorations culturales, l'extension des bananeraies, une productivité poussée ainsi que la révolution du conditionnement et des transports (routiers et maritimes), feront croître la production jusqu'au niveau de 242400 tonnes exportées. Le développement des plantations gagne les plaines littorales du Nord-Est, très favorables à une culture industrielle du bananier, mais jusque là vouées à la canne. Le repli de la production cannière permet à la banane de s'imposer au

premier rang de l'activité régionale. Sa part dans les exportations passe de 41 % en 1960 à 62 % en 1968 (MAILLARD, 1977).

Parallèlement, la production sucrière retrouve avec les premières années de paix des conditions plus favorables. La Martinique compte en effet 12000 ha de plantation en 1952 , 13000 en 1960 et 14000 en 1963. Plusieurs domaines de culture s'individualisent alors nettement (FERRE, 1977) :

- Ce sont au Nord-Est, les régions de Macouba, de Basse-Pointe et du Lorrain, avec 700 hectares produisant environ 55 à 60000 tonnes de canne.
- Un deuxième ensemble se dessine sur les communes de Sainte-Marie et de Marigot. Dans ce secteur, près de 1200 ha de canne, dont 1000 pour la seule commune de Sainte-Marie, se répartissent entre les habitations de l'usine de Sainte-Marie et plusieurs centaines de petits planteurs dont beaucoup possèdent moins d'un demi-hectare. Au total, 100 à 120000 tonnes de canne sont récoltées.
- La commune de Trinité regroupe sur son sol 1600 ha plantés en canne et 14000 tonnes récoltées, aussi bien les terres plates de la vallée du Galion et de la presqu'île de la Caravelle qui ravitaillent l'usine du Galion, que les mornes qui alimentent l'établissement de Bassignac.
- Plus au Sud, l'usine du Soudon, au cœur d'une région vallonnée, parcourue par la Rivière Lézarde et la Rivière Blanche, est alimentée par 900 ha répartis sur les communes de Saint-Joseph et du Lamentin et produit 80000 tonnes de cannes.
- La zone Centre-Sud (Saint-Esprit, Rivière Salée, Ducos et les parties centrales et méridionales du Lamentin), totalise 2800 ha de cannes pour un tonnage moyen de 270 à 300000 tonnes par an.
- Trois autres domaines de production représentant chacun un millier d'hectares environ se partagent le reste de l'île. Sur la côte Atlantique, deux plaines étroites entrecoupées de mornes, celles du Robert et celles du François, ayant chacune son usine à sucre, produisent 80000 tonnes de canne chacune. La partie Sud-Est de l'île forment un ensemble moins cohérent puisqu'il englobe toute les communes méridionales entre le Vauclin et le Diamant. L'absence de vastes étendues planes oblige les habitations à s'étirer le long des vallées (Rivière-Pilote, Grand Fond au Marin), la sécheresse de certaines zones (Vauclin et Sainte-Anne notamment), explique la dispersion extrême des centres de production de ce secteur. L'usine du Marin possède une aire de ravitaillement

de plus d'un millier d'hectares, beaucoup plus étendue et hétérogène que celles des autres usines.

En outre, les distilleries agricoles installées dans des régions de mornes, trouvent un nombre suffisant de petits fournisseurs. Cette clientèle fournit en effet régulièrement des cannes d'excellente qualité, mais constitue aussi une source de main d'œuvre qu'elles s'attachent par contrat oral ou écrit prévoyant par exemple une livraison d'engrais, des prêts de matériels, etc. C'est le cas des établissements de la région du Gros-Morne, de Saint-Joseph, du François ou de la Petite Rivière Pilote. On retrouve ces distilleries agricoles dans les régions isolées, sur les hauteurs ou dans les fonds, à l'écart des grands domaines sucriers des plaines. On distingue ainsi trois ensembles :

- la côte Caraïbe, entre Saint-Pierre et Schoelcher avec l'exploitation agricole de la Montagne Pelée à Saint-Pierre, l'habitation Lajus au Carbet ou l'Union Maniba à Case-Pilote ;
- le secteur des mornes au Nord de Fort-de-France, Saint-Joseph et Gros-Morne, avec notamment au Gros-Morne les distilleries La Thibault et Saint-Etienne ;
- le troisième domaine est le plus dispersé. Il comprend les distilleries Acajou au François, La Mauny à Rivière-Pilote, Bellonie et Caritan à Sainte-Anne. Au total les distilleries agricoles et leurs fournisseurs cultivent un millier d'hectares de canne à sucre : 400 ha pour le domaine caraïbe, 500 pour celui des mornes et 200 environ pour le Sud.

Le secteur sucrier, après une période de croissance dans l'immédiate après-guerre, subit dès les années 1960 une crise qui se solde par une régression apparemment inexorable. En effet, l'industrie cannière locale connaît une hausse sans précédent des coûts de production, principalement de la main d'œuvre, une stagnation du rendement industriel des usines due à un sous-équipement matériel et voit disparaître le protectionnisme de l'état français.

La crise a eu pour conséquence la fermeture de nombreuse usines et distilleries. Le nombre des établissements industriels est passé de 14 en 1954 à 4 seulement en 1972. Dans le même temps le nombre des distilleries tombe de 62 en 1952 à 21 en 1972. En une vingtaine d'années plus des trois quarts des usines et deux tiers des distilleries ont disparu.

Dans le Nord, du Macouba au Marigot, le recul (800 ha) correspond à une rapide progression de la culture bananière et secondairement à l'apparition de l'ananas. Le phénomène est le même pour les zones des mornes de Saint-Joseph et du Saint-Esprit où 700 ha changent d'affectation. De même, les communes du Robert et du François perdent ensemble plus de 1200 ha au profit de la banane.

Ailleurs, le recul est imputable à l'abandon par les usines, des zones de mornes difficiles d'accès, peu productives et impropres à la mécanisation. La commune de Trinité perd ainsi 800 ha de cannes entre 1963 et 1972, soit plus de 45 % de la superficie initiale plantée. Dans la même période Sainte-Marie perd 500 ha (- 47 %), Le Lamentin 790 ha (- 42 %) et Rivière Salée 290 (- 28 %). Une partie seulement de ses surfaces est reconvertie à la banane surtout sur la commune de Sainte-Marie, les plus fortes pentes étant en général abandonnées à la savane.

Le résultat de cette évolution est la contraction des zones plantées, qui tendent à se regrouper en blocs plus compacts autour des quatre centres industriels qui subsistent (Sainte-Marie, Galion, Lareinty, Rivière Salée).

La culture de l'ananas connaît également une forte progression durant l'immédiate après-guerre. Elle se développe dans la région de Saint-Joseph, Gros-Morne et Sainte-Marie, au Morne-Rouge et à Saint-Pierre et dans le Nord-Est de l'île à Macouba et à Basse-Pointe. La production passe de 3000 à 9500 tonnes de fruits en conserve de 1956 à 1959 ; on dénombre également 9 conserveries et 4 stations d'emballage. En 1959 débute une succession de crises de surproduction provoquée par l'expansion rapide des cultures d'ananas en Martinique et en Côte d'Ivoire, la saturation du marché français, l'augmentation des coûts de production, etc. En 1974, il ne subsiste plus qu'une centaine d'hectares cultivée en ananas et deux usines, Denel au Gros-Morne et Socomor à Morne-Rouge (BURAC, 1977).

Dans les années 1970, avec la crise du secteur sucrier, la situation semble favorable à la diversification de l'agriculture : accès à la terre facilité, développement de la demande intérieure, diversification de l'économie. Ainsi, entre les années 1960 et les années 1980, 400 hectares d'agrumes (lime antillaise puis lime de Tahiti) sont plantés, et 900 hectares d'avocatiers. De même, la culture de fleurs tropicales passe de 200 hectares à plus de 400 hectares entre les années 1970-1990. De plus, de 1972 à 1979, l'installation d'un réseau

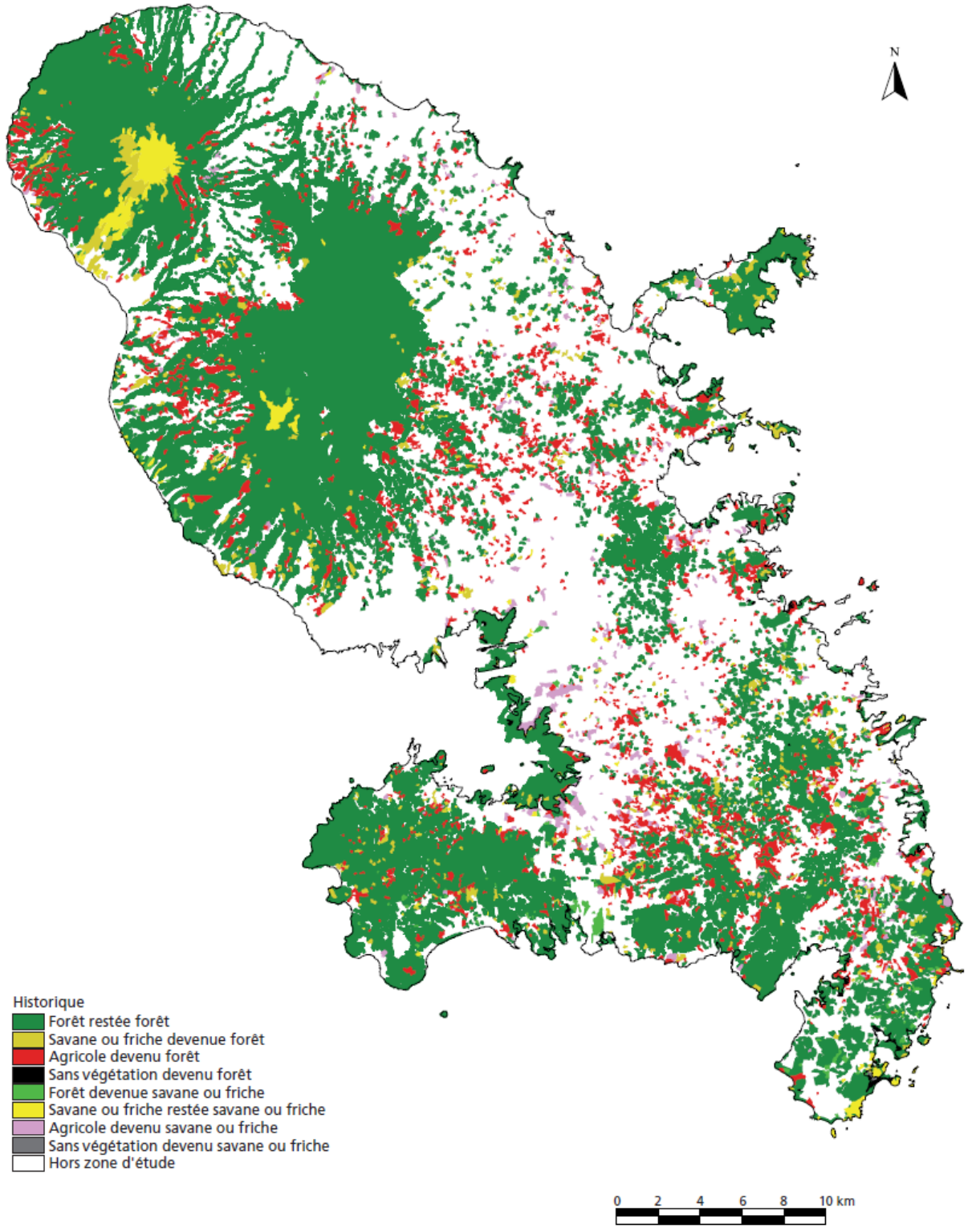
d'irrigation depuis le barrage de la Manzo, a permis le développement dans le Sud-Est de la Martinique, des cultures maraîchères et de prairies artificielles pour l'élevage intensif. Cependant l'apparition de nombreux problèmes (manque de savoir-faire des agriculteurs, mutation nécessaire d'un complexe agro-alimentaire jusqu'alors destiné à l'agriculture de plantation, tendance à consommer des aliments importés de nouvelles classes moyennes, mise en concurrence d'une agriculture familiale structurellement sous-développée avec des agricultures européennes plus compétitives, etc.) explique la portée limitée de cette diversification agricole (**Figure 12**).

I.2.1.2 Le paysage actuel

En près de 40 ans, plus de 40% de la Surface Agricole Utilisée (S.A.U.) martiniquaise a disparu : le rapport SAU / superficie totale est ainsi passé de 48% en 1973 à 23% en 2005. La Martinique totalise désormais 25 195 hectares en 2008 contre 36 974 hectares en 1989. Cette évolution à la baisse de la SAU s'est accélérée au cours des dernières années, la réduction moyenne de la SAU atteignant 1 000 hectares par an entre 2000 et 2006. Cette diminution de la SAU concerne la quasi-totalité des communes de l'île. Cependant, les communes tournées, depuis plus d'une trentaine d'années maintenant, vers la culture de la banane (façade atlantique et région Centre) sont, celles qui ont enregistré les baisses les moins importantes, mais également celles qui comptent aujourd'hui les SAU les plus grandes : 14 communes sur 34 concentrent près de 92% des surfaces cultivées en banane en 2000 et un peu plus de 67% de la SAU (DAF, 2001).

Il n'existe pas en Martinique de véritable spécialisation agricole du territoire : les productions locales (banane, canne, maraîchage, etc.), sont présentes avec plus ou moins d'importance dans chacune des communes de l'île. Ainsi, l'urbanisation de l'île, associée à une gestion aléatoire, voire anarchique, du foncier (occupations illégales, perpétuelle révision des POS, etc.) auxquels s'est récemment ajoutée la pollution des sols par le chlordécone, contribuent à la contraction de la surface agricole insulaire. Avec les situations d'indivision (12% de la SAU en 1999) et le mitage des espaces ruraux par un habitat individuel souvent illégal, on assiste depuis quelques années à une généralisation de la spéculation foncière des propriétaires agricoles et non agricoles en vue du classement en lotissements constructibles de leurs terres et donc d'une plus-value sur les prix. Il existe donc une forte concurrence entre les différents secteurs consommateurs d'espaces (agriculture, espaces naturels, urbanisation,

aménagements touristiques, etc.), qui alimentent continuellement la pression foncière : ce coût élevé du foncier se traduit par une obligation de forte productivité de la terre.



Carte réalisée d'après la BD Ortho® 2004 et la couverture photographique aérienne de 1951 de l'Institut géographique national

Figure 12
Evolution de la végétation entre 1951 et 2004 en Martinique
[Source : IFN, 2009]

Dans ce contexte, la SAFER a réalisé 21 opérations de rétrocessions et acquisitions en 2007, soit la mise à disposition de 40 hectares aux agriculteurs et une acquisition de 46 hectares de terres agricoles. Par ailleurs, la commune de Rivière Salée a mis en place une Zone agricole protégée et aménagée (IEDOM, 2007).

Traditionnellement orientée vers les marchés extérieurs, et principalement concentrée autour de deux filières (la banane et la filière canne-sucre-rhum), l'agriculture martiniquaise s'organise essentiellement autour de structures de petite taille. Les exploitations de moins de 5 ha représentent en 2007 près de 72% des unités agricoles martiniquaises (soit 2509 exploitations) ; on en compte à peine 799 (23%) ayant entre 5 et 20 ha et 194 (5%) de plus 20 ha. Ceci étant, leur taille moyenne augmente, en raison du mouvement de concentration des terres agricoles intervenu ces dernières années, pour désormais s'établir à 7 hectares. Cette concentration est particulièrement marquée dans les deux principales filières tournées vers l'export (IEDOM, 2007). Par ailleurs, les exploitants individuels représentent 91% des chefs d'exploitation et 51% de la surface agricole utilisée en 2007.

Tableau 4
Evolution des exploitations agricoles par classes de surface

Classes de SAU	ES 2007		ES 2005		RA 2000	
	Exploitations	%	Exploitations	%	Exploitations	%
Moins de 1 ha	495	14,13	653	17,38	3348	43,92
1 - 2 ha	665	18,99	860	22,88	1333	17,49
2 - 5 ha	1349	38,52	1250	33,26	1809	23,73
5 - 10 ha	506	14,45	519	13,81	670	8,79
10 - 20 ha	293	8,37	270	7,19	240	3,15
20 ha et plus	194	5,54	206	5,48	223	2,92
Total	**3502**	**100,00**	**3758**	**100,00**	**7623**	**100,00**

Source : Agreste – Recensement Agricole 2000 et Enquêtes Structures 2005 et 2007

La Martinique a très peu de jeunes agriculteurs ; en 2007, les moins de 35 ans représentaient 4% de l'ensemble. Une majorité des chefs d'exploitation sont des gens âgés de plus de 50 ans (60%) et dans 71% des cas, ils n'ont aucune qualification scolaire. Enfin, les trois quarts de ces chefs d'exploitations « seniors » sont sans successeur connu en 2007. La population agricole reste tout de même trois fois plus nombreuse (en proportion) qu'en France métropolitaine, avec 14% de la population active.

Tableau 5
Pyramide des âges de la population agricole martiniquaise
(d'après Données AGRESTE, Recensement agricole 2000)

Chefs d'exploitation et coexploitants (Age au 31.12.2000)	Personnes	
	1989	**2000**
Moins de 30 ans	754	233
30 à 39 ans	1660	1294
40 à 49 ans	2587	1686
50 à 54 ans	1942	898
55 à 59 ans	2034	890
60 à 64 ans	2152	976
65 ans et plus	4471	2211

I.2.1.2.1 La forêt

Avec 32000 hectares, la forêt martiniquaise couvre environ 30% du territoire. Largement défrichée durant plus de trois siècles d'occupation, elle ne subsiste, que sur les hauts reliefs du Nord où la protection publique lui a permis de se maintenir, dans des secteurs d'ailleurs souvent inaccessibles et trop fortement arrosés pour permettre une exploitation agricole rentable. Elle constitue essentiellement une réserve de chasse en même temps qu'un site touristique valorisé par quelques rares percées routières comme l'itinéraire de la « Trace ». Elle n'était naguère que l'objet d'un simple «grappillage » pour les besoins de l'artisanat local du bois et c'est avec la création, en 1966, d'une Direction régionale de l'Office National des Forêts (ONF) que son aménagement et son exploitation ont été sérieusement envisagés (MAILLARD, 1977).

La productivité de la forêt naturelle est particulièrement basse, de l'ordre de 3 m^3 par hectare et par an, en raison surtout de la grande variété des essences qu'elle propose (Courbaril, Gommier, Mahogany, etc.).

I.2.1.2.2 Les cultures

Les productions agricoles sont inégalement reparties sur le territoire martiniquais. Les principales productions d'exportation (bananes, canne a sucre, ananas) se concentrent dans le nord et le centre de l'ile, l'élevage et les productions maraîchères dans le sud.

- **La banane**

Avec 5750 hectares (Mémento agricole, 2009), la banane occupe près de 23% de la SAU de l'île et demeure la principale filière agricole de la Martinique : elle contribue à hauteur de 50,9% à la richesse agricole produite en 2005 (la part de la Martinique sur le

marché européen s'établit à 2,5% en 2007, ce qui en fait le deuxième exportateur européen après les Canaries [IEDOM, 2009]). En 2007, 685 exploitations se consacraient à la culture de la banane, pour une surface totale de 5 991 ha. Près de la moitié de ces exploitations sont de petite taille (moins de 5 ha).

La majeure partie des exploitations est située principalement au nord-est de l'île qui présente des conditions climatiques favorables à sa culture. Depuis 1990, elle s'implante au sud-est de l'île grâce à l'irrigation. La principale zone de culture s'étend sur la côte Est de l'île, de Grand'Rivière au François, ainsi que sur les bordures accidentées de la plaine centrale. La culture, en expansion depuis le milieu des années 1990, s'étend aussi sur les hautes terres intérieures fortement arrosées : Ajoupa-Bouillon (23 %), Morne Rouge (27 %), Saint-Joseph (17 %) et gagne les régions sèches du Sud grâce à l'extension du réseau irrigué de la Menzo (Rivière-Pilote, Le Vauclin).

Tableau 6
Principales cultures en Martinique
(d'après données AGRESTE, Recensement agricole 2000 et mémento agricole 2009)

Cultures	Recensement agricole 2000		Mémento agricole 2009	
	Superficie (ha)	Superficie (% SAU)	Superficie (ha)	Superficie (% SAU)
Canne à sucre	3293	10,28	4150	14,67
Banane (fruit)	9308	29,05	5750	20,33
Ananas	510	1,59	-	-
Autres fruits (fraise grenadille)	3	0,01	150	0,53
Cultures fruitières permanentes	531	1,66	509	1,80
Tubercules, racines et bulbes	1222	3,81	600	2,12
Légumes frais	1839	5,74	1849	6,54
Légumes secs	1	0,00	1	0,00
Plantes aromatiques*	78	0,24	80	0,28
Jachères	1394	4,35	3050	10,79
Cultures fourragères	156	0,49	190	0,67
Surfaces toujours en herbes**	13461	42,01	10849	38,36
Cultures florales	187	0,58	95	0,34
Pépinières	11	0,03	2	0,01
Jardins et vergers familiaux	45	0,14	970	3,43
Autres terres arables (abattis, etc.)	2	0,01	35	0,12
Surface agricole utilisée	**32041**	**100,00**	**28280**	**100,00**

* Plantes aromatiques, condimentaires, médicinales et stimulantes
**Prairies plantées, pâturages naturels, parcours et landes peu productifs

Aux Antilles, les principales variétés cultivées appartiennent au groupe « Cavendish » ou « Sinensis » qui comprend la « Poyo » et la « Grande Naine ». Cette dernière, de taille plus modeste et donc moins exposée au vent, l'emporte désormais très largement.

Les producteurs martiniquais sont structurés autour de deux organisations : Banamart, (374 producteurs au 1er janvier 2008) et Banalliance, (131 producteurs au 1er janvier 2008). Ces structures sont intégrées au sein de l'Union des Groupements de Bananes de Martinique et de Guadeloupe (UGBAN) en charge de la communication et du marketing afin de promouvoir la banane antillaise auprès des consommateurs français (IEDOM, 2007).

Jusqu'en 2006, la production de bananes d'exportation aux Antilles était tributaire des accords de l'organisation Mondiale du Commerce pour la Banane (OMCB) qui entérinaient une situation d'exception pour les bananes françaises dans le contexte européen. En effet, cette culture souffre de lourds handicaps, surtout de coûts salariaux élevés qui ne lui permettent guère de résister, sans aide, à la concurrence des pays voisins d'Amérique latine.

Le régime de protection de la production européenne de banane a été modifié à plusieurs reprises, sous la pression des producteurs de banane dollar ayant fait appel à l'arbitrage de l'OMC. Depuis 2006, la production des pays tiers est frappée d'une taxe de 176 euros par tonne à l'entrée sur le territoire européen. En 2008, de nouvelles négociations entre les pays tiers et l'UE, menées sous l'égide de l'OMC, ont été engagées en vue d'une diminution progressive de ce tarif douanier (IEDOM, 2009).

Par ailleurs, cette culture est associée à une utilisation importante d'engrais et de produits phytosanitaires (insecticides, nématicides, fongicide) : elle est à l'origine de la pollution des sols et des rivières de la Martinique et fait l'objet d'une prise de conscience de la population de plus en plus inquiète de la rémanence et du caractère dangereux pour la santé des produits employés. Son évolution vers d'autres systèmes de culture (agriculture raisonnée, biologique) semble incontournable pour les années à venir (DULCIRE et CATTAN, 2002).

- **La canne à sucre**

Avec 4150 ha, la culture de la canne à sucre est la deuxième activité économique agricole de la Martinique, après la banane. Depuis 1981, le nombre d'exploitations cannières a fortement diminué passant de plus de 1100 à seulement 300 exploitations actuellement. Aujourd'hui, l'Appellation d'Origine Contrôlée (la première d'Outremer) obtenue par les professionnels en novembre 1996 (BARON et MARIE-SAINTE, 2000), contribue à une meilleure valorisation économique du produit. La seule sucrerie subsistant à la Martinique, la sucrerie du Galion, est fortement déficitaire et subventionnée par la puissance publique.

En 2000, on recensait 366 exploitations pour une superficie cultivée de 3293 hectares. La petite exploitation de moins de 5 hectares représente 85% des exploitations insulaires alors qu'elles ne couvrent que 14% des superficies cultivées. A l'opposé, la grande exploitation de plus de 50 hectares, bien que peu nombreuses (3%), couvre 72% des superficies cultivées.

En dehors de l'industrie sucrière et rhumière, il existe une petite production de canne dispersée sur tout le territoire, destinée à la fabrication de jus et à la consommation de bouche (touffes dispersées chez les particuliers, jardins domestiques ou jardins créoles).

- **L'ananas**

Encore récemment, l'ananas représentait la troisième activité d'exportation de l'île. En régression depuis le début des années 90 , la filière ananas occupait environ 600 hectares, soit 3% des terres labourables, réparties entre 70 producteurs pour une production estimée à 19 000 tonnes en 2001, l'essentiel de ces exploitants étant regroupé au sein d'une coopérative, la SOCOMOR, à l'usine du Morne Rouge, pour la transformation en jus, pulpe et cubes aseptiques.

Cette culture était essentiellement localisée en Martinique sur les flancs de la Montagne Pelée du côté atlantique. L'ananas est généralement cultivé sur des sols très perméables (sols peu évolués à allophanes, andosols) : la qualité de drainage des sols est très importante en raison de la très forte sensibilité de l'ananas aux eaux stagnantes. A une altitude inférieure à 600 m, l'ananas était la culture principale parfois en rotation avec des cultures légumières. Pour des altitudes inférieures à 300 m, il constituait une des cultures de rotation possible avec la canne à sucre et la banane.

En 2006, la fermeture de l'usine de transformation SOCOMOR a aggravé les difficultés accumulées depuis plusieurs années par la filière, poussant bon nombre de planteurs à entamer un processus de réduction voire d'abandon de la culture.

Actuellement, quelques exploitants font partie d'une autre coopérative, la SOCOPMA, pour la commercialisation en frais sur le marché local.

- **Les cultures vivrières et maraîchères**

Ce sont par excellence les exploitations les plus morcelées, les plus petites : plus de 88% des exploitations concernées sont de très petite taille (moins de 2 ha). En outre, la diversité des cultures mises en œuvre par ces petites exploitations est telle qu'il est difficile de les définir précisément. Ainsi, en 2007, on comptait en Martinique 1 210 exploitations cultivant des tubercules, des racines ou bulbes, représentant en totalité seulement 713 hectares, soit 0,59 hectares de tubercules en moyenne par exploitation qui en cultive. Or, ce sont souvent les mêmes exploitations qui cultivent des légumes frais : en 2007, il y avait 1316 exploitations mettant en valeur 1 670 hectares soit une moyenne de 1,30 hectares de légumes frais par exploitation qui en cultive (AGRESTE, 2008).

Les principales cultures sont le melon (491 ha), la tomate (314 ha), le concombre (284 ha) et la salade (224 ha). On trouve ensuite la christophine, le giraumon, la pastèque et le chou pommé (autour de 100 ha pour chaque spéculation). On note une certaine régionalisation de la production, avec le melon sur les vertisols du sud, la tomate et l'oignon pays au Nord-Caraïbe, les condiments et choux dans la région du Centre en altitude. La salade et le concombre sont produits dans toutes les zones de l'île. Une production intensive sous abri (14 ha), répartie dans les régions les plus pluvieuses (Ouest-Atlantique et Centre), produit de la salade, du concombre et de la tomate. Parmi les fruits frais (hors banane), la seule production exportée est le melon avec environ 1500 tonnes/an (HARTMANN et al., 1998).

L'essentiel de la production est commercialisée de manière traditionnelle sur les marchés de gros et de détail. Seul le melon est en partie exporté. A peine 20% de la production sont écoulés via les coopératives et les groupements professionnels. Ainsi, la principale coopérative, la SOCOPMA (Société Coopérative de Maraîchage créée en 1982), rassemble 244 adhérents en 2006, et dispose de deux filiales (dont une destinée à la vente en frais et l'autre à la transformation en produits congelés). Une association de producteurs biologiques s'set créée en 1988 : la Bio des Antilles. En 2007, cette structure rassemblait 20 producteurs pour une superficie de 72 ha. Les débouchés sont exclusivement locaux pour des fruits et légumes dont le tonnage atteint 70 tonnes. Par ailleurs, au cours des dernières années, des groupements spécialisés par produit ont vu le jour et rassemblent des producteurs d'igname, de melon, d'ananas et d'arboriculteurs fruitiers, c'est le cas du Groupement d'intérêt économique maraîcher et horticole de la Martinique qui rassemble une dizaine de membres (IEDOM, 2007).

Les filières maraîchères et vivrières souffrent d'un déficit de moyens, d'investissement financier et d'un encadrement technique limité. Seule une quarantaine d'exploitations possède des serres de en cultures légumières pour une surface avoisinant les 10 hectares (contre 13 hectares en 2000). De nombreux problèmes techniques restent également à surmonter pour développer le secteur comme l'insuffisance de foncier et la pollution des sols limitant la production et affectant les récoltes. Les aléas climatiques (fortes chaleurs ou précipitations abondantes) s'ajoutent à ces contraintes en favorisant la multiplication des parasites. Ainsi, les productions locales de tomates et d'ignames ont été décimées au cours des dernières années.

- **L'arboriculture**

L'arboriculture fruitière en Martinique couvre 509 hectares (Mémento agricole, 2009). Elle concerne essentiellement les agrumes, les avocatiers, les goyaviers et les manguiers. L'avocatier est devenu au début des années 1960, créneau d'exportation à contre saison. Au début des années 1980, ils représentaient 900 ha ; aujourd'hui ils ne couvrent plus que 140 hectares (la commercialisation a chuté suite à la concurrence de pays tels que l'Espagne, le Portugal et Israël). Les goyaviers représentent 65 hectares dont 40 en production. Les manguiers couvrent 51 hectares.

On trouve des arbres fruitiers sur toute l'île, mais les espèces et variétés sont plus ou moins bien adaptées au climat tropical et aux spécificités pédo-climatiques des différentes zones : Ainsi, pour l'ensemble des agrumes, les zones trop humides sont favorables au développement des maladies des racines qui déciment les plantations. Les sols de cendres du Nord Caraïbe sont favorables à la culture de l'avocatier, alors que la partie sud de l'île, très sèche, convient particulièrement au manguier.

Les exploitations arboricoles sont en grande majorité tournées vers des productions de diversification, maraîchères et vivrières, d'élevage ou d'horticulture : la surface moyenne en verger est de 2,1 ha pour 90 % d'entre elles (FILIN, 2001).

La commercialisation est caractérisée par une exportation quasi inexistante et un marché local fortement déficitaire en fruits tropicaux. En effet, la production martiniquaise ne couvre que 38% des fruits commercialisés (il se maintient aussi sur l'île une production diffuse et très diversifiée de fruits locaux, le plus souvent autoconsommée et difficile à quantifier).

- **Les productions florales**

La production horticole se concentre essentiellement dans le Centre et le Nord-Atlantique où le climat est naturellement propice au développement de ces cultures. Les principales espèces produites sont l'anthurium, l'alpinia, l'héliconia et la rose de porcelaine (anthurium et alpinia représentant près de 80% de la production). La production se fait soit en plein champ, soit sous abris.

Les surfaces consacrées à l'horticulture sont en diminution : elles sont passées de 196 ha en 2003, à 95 ha en 2008, victimes de la bactériose de l'anthurium qui affecte l'ensemble des productions des DOM.

L'activité horticole de la Martinique concerne deux branches d'activité, la production de fleurs coupées et en pots. La commercialisation se fait à 90% sur le marché local (marché traditionnel, fleuristes, grandes et moyennes surfaces, jardinerie, marché touristique), les exportations (essentiellement sur le marché métropolitain) ayant tendance à diminuer, en raison de la concurrence de plus en plus vive sur le marché de l'Union européenne.

Les producteurs horticoles sont regroupés dans une structure, le SYMPHORM (syndicat professionnel de l'horticulture florale et ornementale de la Martinique). Par ailleurs, depuis 2007, un pôle d'excellence rurale a été lancé sur le site horticole du Petit Galion avec pour objectif de fédérer les exploitations horticoles et développer l'exportation de fleurs coupées tropicales.

- **Les jardins créoles**

Ces cultures couvrent 970 hectares en 2008 (Mémento agricole, 2009). Mal cernées par les statistiques en raison du choix même des catégories, ces cultures selon BONNIOL (1980), concernent une grande majorité de petits exploitants.

Les cultures que porte le jardin créole, arrivent à maturité à des époques différentes ce qui permet une production toute l'année. BONNIOL (1980) distingue quelques grandes catégories :

– Les « gros légumes » :

- les ignames : elles correspondent à plusieurs espèces et à de nombreuses variétés : l'igname blanche (*Dioscorea alata*), l'igname jaune (*Dioscorea cayennensis*),

l'igname portugaise (*Dioscorea rotundata*) ou la cousse-couche (*Dioscorea trifida*). Elles sont généralement plantées en fin de Carême et donnent une première récolte au bout de sept mois, puis une deuxième au bout d'un an. La seconde récolte est généralement plus farineuse que la première, celle des « mamans ».

- les maniocs : correspondent à deux variétés l'une amère et l'autre douce (*camanioc*). Ils sont plantés à la saison des pluies et peuvent donner une récolte au bout de huit mois, mais le tubercule peut se conserver en terre jusqu'à deux ans.

- la patate douce : se plante à la saison des pluies et se récolte au bout de trois à six mois. Elle doit être sortie de terre immédiatement car elle ne se conserve pas. Elle a joué un rôle primordial dans les périodes de pénurie grâce à la rapidité de pousse.

- le *malanga* ou *chou caraïbe* et le *madère* ou chou de Chine : ce sont tous deux des taros que l'on plante généralement à la fin de la saison sèche et que l'on récolte au bout de six à dix mois.

- L'arbre-à-pain qui donne des fruits de juin à novembre et qui occupe dans la cuisine antillaise une place voisine de celle des *gros légumes*. La fleur peut également se consommer confite (*popote*).
- Les bananiers perdurent par leurs rejets d'une année sur l'autre : il faut attendre un peu moins d'un an pour récolter le régime.
- Les pois se récoltent tout au long de l'année avec des périodes de prédilections (la récolte principale des *pois d'Angole*, qui entre dans la composition des plats de Noël, se fait en décembre).
- Le maïs est l'une des seules céréales cultivées traditionnellement aux Antilles. Planté en mai, il est récolté en août – septembre.
- Les arbres fruitiers sont en très grand nombre. Les plus répandus sont les manguiers, les avocatiers, les orangers, les citronniers, les cocotiers, les corossoliers, les papayers, etc.
- Les cultures légumières traditionnelles : aubergines, épinards-pays, cives, giraumons, etc. auxquelles sont venues s'ajouter des *légumes-France* (tomates, laitues, etc.)

- **L'élevage**

En Martinique, le terme d'éleveur comprend aussi bien des éleveurs spécialisés, des éleveurs-agriculteurs ou de simples détenteurs d'animaux. Les principaux élevages sont consacrés aux bovins, ovins et caprins et ont tendance à se concentrer dans le sud de l'île : en 2008 les surfaces toujours en herbe représentent environ 10 849 ha soit 43 % de la SAU. Elles se répartissent en 613 ha de prairies plantées, 6 281 ha de prairies naturelles et 3 955 ha de parcours et landes peu productifs.

La filière d'élevage bovin est essentiellement organisée autour de la Coopérative des éleveurs de la Martinique (CODEM), qui compte 126 adhérents, ce qui représente 5% des éleveurs du département, mais réalise un tiers des abattages contrôlés. Le solde est assuré par les bouchers, qui écoulent la production des éleveurs indépendants. L'Odeadom estime à 35% la part des abattages réalisés en-dehors des circuits contrôlés en 2007. A la même date, l'île produit 48,6% de la viande bovine fraîche consommée localement.

La production laitière locale relève de la COOPROLAM, Coopérative des producteurs de lait de la Martinique qui compte 17 livreurs adhérents pour un cheptel d'un peu plus de 400 vaches laitières. La moitié de la production (7 313 hectolitres en 2006) est absorbée par les industriels, notamment pour la fabrication de yaourts, le solde étant destiné au marché local (IEDOM, 2007).

La filière « petits ruminants » se structure autour de la Société Coopérative Agricole des Caprins et Ovins de la Martinique (SCACOM), dont la production commercialisée représentait environ 51% des abattages contrôlés. La production des petits ruminants progresse à partir de l'utilisation de la race de mouton local « Martinik » sélectionnée par l'USOM, avec le concours de l'INRA, ainsi que par l'exploitation d'un cheptel caprin bien représenté.

La production locale de viandes fraîches ne constitue qu'une faible part de la consommation locale totale (20% de la consommation locale pour les bovins et 5% pour les

ovins-caprins). Les volumes importés demeurent plus de 10 fois supérieurs à la production locale.

Tableau 7

Evolution des principaux élevages pratiqués en Martinique entre 1989 et 2000 ***(d'après données AGRESTE, Recensement agricole 2000)***

Cheptel	Exploitations		Effectif	
	1989	2000	1989	2000
Bovins	7171	3748	35180	28342
Porcins	6991	1978	21185	20621
Ovins	6560	1828	36056	15925
Caprins	2886	1180	16496	11391
Equidés	253	173	702	719
Poules et autres volailles	10426	2795	297692	407811
Lapines mères	800	175	5864	2050
Ruches en production	57	53	2462	2202

I.2.1.3 Les pratiques culturales

A la Martinique, la mécanisation (travail profond du sol, récolte) date du début des années 1960. Les années 1980 voient l'arrivée de l'irrigation dans la région du Sud-Est, le développement des cultures maraîchères et (dans une moindre mesure) de prairies artificielles. Toutefois, cette mécanisation est accompagnée d'un accroissement du travail du sol (2 à 18 passages d'outils par an), d'une augmentation de la durée du travail du sol à l'état humide (avec un risque de pétrissage) et d'un allongement des périodes où le sol est laissé à nu (en particulier pendant la saison des pluies).

- **La banane**

Durant ces dernières années, la monoculture du bananier, au sens strict, a quasiment disparu et a été remplacé soit par un système par de périodes de jachère soit par un système de rotations culturale, l'objectif étant de diminuer la pression parasitaire et l'utilisation de pesticides. Ce système de culture a entraîné une augmentation de la durée de vie des plantations dont la fréquence des replantations est passée de 3-4 ans à 6-10 ans.

– Système par périodes de jachère

Une jachère enherbée d'inter-culture, d'une durée d'au moins 12 mois et couvrant au minimum 15 % de la surface totale de l'exploitation, est pratiquée par bloc pour éviter la contamination en nématodes à partir de parcelles âgées. Cette mise en jachère s'effectue après

destruction préalable des bananiers par injection d'herbicides (glyphosate). Deux mois plus tard, on complète la destruction des souches par rotobêche ou par herse et on met en place les aménagements de circulation de l'eau. Un entretien de la jachère à l'herbicide (établissement d'un mulch) est effectué au stade de floraison des adventices et un dernier traitement, dix jours avant la plantation des vitroplants de bananiers (CHABRIER et QUENHERVE, 2003).

Tableau 8
Evolution de l'équipement en matériel agricole entre 1989 et 2000
(d'après données AGRESTE, Recensement agricole 2000)

Matériel en propriété ou copropriété	Exploitations		Nombre de machines	
	1989	2000	1989	2000
Motoculteur	78	59	86	68
Tracteur à roues	362	591	758	1079
Tracteur à chenilles	65	55	78	62
Remorque pour tracteur	243	340	914	818
Voiture bâchée, véhicule utilitaire	2619	3579	2748	3854
Camion	162	135	191	158
Chargeur frontal de canne		19		25
Coupeuse de canne		5		7
Chargeur de canne	12	16	26	19
Récolteuse - chargeuse de canne	4	13	4	20
Pulvérisateur	2001	205	2943	249
Epandeur de fumier, tonne à lisier		8		8
Epandeur d'engrais solides	98	76	117	86
Tracto-pelle		28		32
Débroussailleuse, tronçonneuse		476		633

- Système par rotations culturales

La période de jachère enherbée est remplacée par une autre culture pour une période plus ou moins longue. Les rotations actuellement pratiquées à la Martinique concernent l'ananas, la canne à sucre et le maraîchage. La plantation des vitroplants de bananiers s'effectue alors après travail du sol (TERNISIEN, 1989 ; TERNISIEN et GANRY, 1990).

La replantation s'effectue généralement selon un dispositif en lignes jumelées, dans le sens de la pente, avec une densité comprise entre 1850 et 1950 pieds à l'hectare. Le matériel végétal consiste en vitroplants homogènes des variétés Grande Naine ou de cultivars génétiquement proches appartenant au sous-groupe des Cavendish. En outre, la plantation est étalée dans le temps afin de planifier les travaux et les récoltes, et d'éviter la période pluvieuse (mi-juillet à mi-novembre) et la période sèche du carême (mars – avril). Après replantation avec des vitro-plants, en cas de manque, on effectue un remplacement (ou

recourage) : le rejet ou l'œilleton le plus proche de l'axe de la ligne plantation est choisi et tous les autres rejets et œilletons à la gouge incurvée sont éliminés.

Les travaux du sol sont adaptés selon le type et le profil de sol : un sous-solage croisé est effectué en cas d'horizon compacté, en revanche, sur vertisols un simple passage de rotobêche est pratiqué. Sur les terrains pentus, le travail du sol se limite à la réalisation de trous carrés sans préparation de sol : les amendements sont prévus selon les résultats des analyses de sol. La maîtrise de l'enherbement s'effectue par application d'herbicide et est fonction du développement des adventices. Les résidus de culture (rejets œilletonnés, feuilles fanées, faux troncs à la récolte) sont répartis dans les intervalles, le plus uniformément possible, en laissant un cercle de 30 cm de rayon autour du bananier. La fertilisation est adaptée, selon les résultats d'analyses de sol et de feuilles, et en tenant compte des recommandations en cours (manuel du planteur de bananes et conseils des coopératives) ; elle peut également s'effectuer par ferti-irrigation (fertilisation via l'irrigation).

La maîtrise de la circulation de l'eau (drainage, érosion, protection des ravines) nécessite la réalisation de fossés de ceinture et d'un réseau de drainage intra-parcellaire. Le réseau d'irrigation doit adapter les peignes aux courbes de niveau et nécessite la mise en place, sur vertisols, d'un réseau de tensiomètres (ou capteurs Thérésa). L'aménagement et l'entretien permanent des chemins d'accès (ou traces) pour le matériel roulant obligent également à la mise en place de fossés d'évacuation des eaux. La lutte chimique contre les ravageurs et les maladies n'intervient qu'en fonction des indicateurs biologiques (comptages de nématodes, observations viroses, etc.). Elle s'effectue par applications terrestres ou aériennes.

La récolte est basée sur des critères précis reliés à un état physiologique du fruit (enregistreurs thermiques. Ces critères varient selon les variétés et les conditions sanitaires des plants. Une fois la récolte et le conditionnement des fruits effectués, la parcelle doit être débarrassée des emballages, ficelles et gaines restés au champ.

Suite au regain de polémique autour du chlordécone, des efforts ont été réalisés pour améliorer la qualité de la banane (IEDOM, 2007). L'utilisation des pesticides a été réduite de 60% entre 1998 et 2006. Des efforts ont été portés sur l'utilisation de vitroplants, plus résistants, et par l'adaptation des pratiques culturales. En 2007, un plan banane durable a été

mis en place en collaboration avec les organismes de recherche, portant notamment sur la promotion des techniques de lutte alternative contre les ravageurs et sur l'amélioration variétale. En outre, des efforts ont également été réalisés en terme de certification (Eurepgap, Agriculture Raisonnée, etc.).

- **La canne à sucre**

La canne se propage par voie végétative, à partir de boutures de plusieurs nœuds. Les cultivars actuellement plantés à la Martinique sont choisies après un tri réalisé par le CTCS (Centre Technique interprofessionnel de la Canne et du Sucre), sont des hybrides obtenus à partir de cultivars de *S. officinarum*, ou canne noble, et d'espèces plus rustiques (*S. spontaneum* et *S. robustum*).

La préparation du sol comprend généralement quatre phases : sous-solage, labour, affinage, puis « sillonnage » ; entre ces opérations, s'insère un chaulage (application de 3 à 4 tonnes de chaux par hectare). La plantation proprement dite correspond au placement et au recouvrement des boutures en terre, allongées dans les sillons de plantation. Cette plantation peut être précédée ou suivie d'un apport d'engrais. La densité moyenne de plantation par hectare est de l'ordre de 90 000 à 120 000 tiges (talles), avec une touffe de cannes par mètre, quinze à vingt talles par touffe sur la même ligne, et des lignes espacées de 1,65 m. La durée des travaux de préparation du sol et de plantation est étalée dans le temps afin de planifier les travaux et les récoltes dépendra des conditions environnementales (pluviosité, nature du sol, empierrement, topographie, etc.) dans la zone concernée.

La fertilisation chimique consiste en un apport unique de 800 kg d'engrais complet de type NPK 20-10-20, par hectare. Cet apport est localisé soit au fond du sillon (canne plantée) soit sur le billon (canne en rejeton). Des adaptations de formule et de dose de fumure sont toutefois opérées, selon le type de sol (l'apport d'engrais est alors effectué en deux fois dans les sols à faible pouvoir absorbant). L'amendement organique du sol fait appel soit à des produits provenant de l'usine, comme les écumes de défécation ou tourteaux de sucrerie (exploitation agricole du Galion), soit à de la bagasse compostée en la mélangeant par exemple, avec des fonds de cuves de distillation (Habitation Depaz). En outre, la récolte de la canne en vert permet le retour au sol d'une quantité importante de résidus (bouts blancs, feuilles) le paillage ainsi constitué, évolue progressivement en un amendement organique pour les repousses suivantes.

La canne est généralement conduite en culture pluviale à la Martinique (l'élaboration de rhum agricole AOC « Martinique », nécessite l'arrêt de l'irrigation de la canne est quatre mois après la coupe ou la plantation). Toutefois, soit dans les exploitations où la rotation bananier–canne est pratiquée, la canne bénéficie du dispositif d'arrosage par aspersion mis en place pour le précédent bananier.

La lutte contre les adventices commence avec les labours : ceux-ci favorisent en effet, la germination des graines remis en surface. Elle s'effectue par désherbage chimique aux herbicides. L'itinéraire moyen comprend un traitement en pré-émergence, en canne plantée, puis un épandage en post-émergence, en canne plantée et en repousse. Ces traitements sont complétés occasionnellement par un sarclage manuel, notamment pour l'extirpation de l'Herbe de Guinée (*Panicum maximum*).

La lutte contre les ravageurs s'effectue soit par des campagnes de pose d'appâts (rats), soit par suppression des adventices au voisinage des champs de cannes, soit par lutte biologique (introduction en Martinique d'ennemis naturels des ravageurs de la canne depuis de début des années 60), soit par tri variétal (sélection par le CTCS de variétés peu affectées par les maladies).

On distingue trois grands modes de récolte :

- La récolte manuelle (la coupe et le ramassage des cannes sont manuels ;
- La récolte semi-manuelle (la coupe est manuelle et le ramassage est effectué avec un « cane-loader ») ;
- La récolte mécanique intégrale (intervention d'engins mixtes récolteuses – tronçonneuses - chargeuses), elle est pratiquée actuellement sur les trois-quarts de la sole cannière, contre à peine 16 %, il y a dix ans (CTCS-Martinique, 2002).

Pour faciliter la coupe mécanique et réduire les populations de certains nuisibles susceptibles de limiter le développement des repousses, le brûlage de pré-récolte a été instauré depuis la fin des années 60. Cependant, avec l'utilisation d'engins de récolte compatibles avec la coupe en vert, le brûlage est en régression : il ne concernerait plus que 30 % des cannes en 2002, contre plus de 50 %, dix ans plus tôt. La récolte en vert est également prônée, afin d'éviter les effets du brûlage sur le sol et les nuisances occasionnées aux riverains (fumée

jugée parfois allergisante, salissures diverses par les débris de paille calcinée). De plus, le brûlage entraîne des risques d'incendie en période de sécheresse.

Il faut également ajouter à cela divers aménagements fonciers effectués sur les parcelles en canne, afin de faciliter la mécanisation des exploitations agricoles, durant les années 60 et 70, voire même de nos jours, entraînant la réalisation de travaux lourds sur les sols (remodelage, épierrage, « reprofilage », etc.).

- **L'ananas**

La culture d'ananas se fait fréquemment en Martinique en rotation culturale bananier-ananas. La variété "Cayenne lisse" est la plus utilisée : son cycle est d'environ 14 mois à partir des couronnes, mais il y a plus d'un mois de différence entre les zones d'altitude, moins chaudes et moins ensoleillées, et les zones proches du bord de mer. Le matériel végétal de plantation est constitué soit par les couronnes récupérées à l'usine, soit par les rejets du pied-mère après récolte. Les densités de plantation sont de l'ordre de 50 000 à 60 000 pieds à l'hectare.

Après 9 mois de culture, l'induction florale est provoquée artificiellement par application d'éthylène ou d'éthéphon. Il se produit parfois des floraisons naturelles durant les périodes fraîches, ceci oblige les producteurs à sélectionner soigneusement les périodes de replantation : l'année est ainsi divisée en 2 campagnes avec un creux entre décembre et mars et en juillet. Toutefois, les pratiques culturales varient énormément selon les exploitations, les plus petits exploitants étant souvent ceux dont les pratiques s'éloignent le plus des recommandations de la Chambre d'Agriculture et du CIRAD.

La fertilisation s'effectue généralement par pulvérisations d'urée (1 t/ha) et de sulfate de potasse (1,6 t/ha). Des compléments en engrais complets "ananas", à raison de 1 à 2 t/ha sont également apportés une à deux fois pendant la phase végétative. De plus, des amendements calciques et phosphorés (Dolomie à 1.5 t/ha et Phospal à 0.4 t/ha), du sulfate de magnésium (200 kg/ha) et de zinc (2 kg/ha) sont parfois également utilisés. Cependant de nombreux producteurs ont tendance à apporter des doses d'engrais massives et très déséquilibrées au profit de l'azote.

Le contrôle des adventices est assuré par une application très importante et systématique d'herbicides, avant plantation et après plantation (jusqu'à 5 et 6 mois, période où la couverture du sol par l'ananas est suffisante pour ralentir la croissance des adventices). La lutte contre les maladies et les ravageurs s'effectue soit par utilisation généralisée à la plantation de nématicides et d'insecticides, soit avant plantation, par trempage de désinfection des couronnes dans un mélange de fongicide et d'insecticide.

La récolte est manuelle chez les petits producteurs, et mécanisée chez les gros producteurs (la récolte manuelle demande une trentaine de journées de main d'œuvre par hectare). En outre, la récolte d'ananas en frais est plus lente et plus minutieuse en raison de la sensibilité de l'ananas à tous types de meurtrissures même superficielles.

- **Les cultures maraîchères**

Dans les zones de maraîchage intensif, les cultures maraîchères se font généralement, soit par rotation culturale, soit par un système de périodes de jachères. Le travail du sol avant plantation est généralement mécanisé : un ou deux labours suivis d'un billonnage. Lorsque les conditions s'y prêtent (sols peu caillouteux), le travail du sol se fait par rotobêche et à faible profondeur (BLANCHART et LANGLAIS, 2001).

Les semis sont préparés chez des pépiniéristes professionnels ou, pour les plus grandes exploitations, sur place. La plantation se fait entre 10 (concombre) et 25 (tomate) jours après semis. La densité de plantation est de 1,5 à 2,5 plants au mètre carré pour la tomate et le concombre et de 14 à 16 plants au mètre carré pour la laitue.

Les cultures maraîchères sont généralement conduites en culture pluviale au Nord de la Martinique, et irriguées au Sud (irrigation par aspersion, goutte à goutte).

La fertilisation minérale varie énormément selon les exploitations. De nombreux producteurs ont tendance à apporter des doses d'engrais massives ou, à combiner fertilisation organique et fertilisation minérale. En agriculture biologique (LE COËNT, 2002), du fumier ou des engrais organiques commerciaux sont généralement utilisés (guano de chauve-souris, solalgue, etc.).

Les plantes cultivées en maraîchage ne sont pas toujours bien adaptées aux contraintes climatiques et aux parasites présents en milieu tropical. Ces contraintes sont en partie contournées par l'utilisation massive d'intrants. Là encore, les pratiques diffèrent selon les exploitations, depuis des traitements systématiques toutes les semaines, jusqu'à la mise en place de cultures peu sensibles aux parasites (LOUVRIER, 1998).

Le désherbage chimique est généralement utilisé en début du cycle de culture ou, combiné à un désherbage manuel plus ou moins régulier en cours de culture, dans les allées de la parcelle. Toutefois, les traitements avant plantation sont peu fréquents. La grande majorité des producteurs applique 1 à 2 traitements herbicides par cycle (LOUVRIER, 1998).En agriculture biologique, le sarclage manuel et le sarclage mécanique à la débroussailleuse sont généralisés (LE COËNT, 2002). Parfois, des animaux sont placés dans les vergers (poules, moutons) et les fleurs (ânes).

Après récolte, les résidus de culture sont soit évacués et entassés plus loin, soit brûlés. Dans certains cas, les plants sont laissés sur place et détruits par un passage d'herbicide, ou alors du bétail est installé sur la parcelle (LOUVRIER, 1998).

- **Les cultures vivrières**

Les cultures vivrières se font soit par association avec des cultures maraîchères, soit par rotation culturale, soit par périodes de jachères. En culture traditionnelle, la préparation du sol est manuelle (notamment dans les zones au relief difficile) avec, la confection de fosses, leur remplissage de terre et de matière organique et, plus tard, le buttage des plants qui y sont installés. La préparation mécanique du sol est pratiquée, en fonction du relief, du risque d'érosion, de la nature des sols et des possibilités matérielles des exploitants.

Pour des tubercules, le labour est relativement profond (40-60 cm) et le sol doit être ameubli, pour ne pas gêner leur développement. Dans certains cas, il existe des équipements spécifiques, comme la billonneuse - planteuse d'igname mise au point par l'INRA en Guadeloupe.

En culture traditionnelle, de la matière organique (paille, feuilles fanées, fumier) est incorporée dans les fosses. En rotation culturale, les plantes à tubercule peuvent bénéficier des nutriments résiduels laissés par le précédent cultural ; des apports en potasse seront effectués

lors des plantations suivantes (Chambre d'Agriculture de la Martinique et de la Guadeloupe, 2003). Le chaulage est pratiqué dans les sols acides. Les plantes à tubercules sont généralement conduites en culture pluviale : en l'absence d'irrigation, l'agriculteur limite la perte d'eau du sol par l'application d'un paillage organique ou plastique.

La lutte contre les adventices se fait généralement par désherbage manuel ; la lutte contre les ravageurs et les maladies par sélection d'espèces et de cultivars peu sensibles aux bioagresseurs.

La récolte des tubercules se fait par arrachage du sol, en évitant de les blesser. Elle est effectuée manuellement en culture traditionnelle. Il peut parfois y avoir une récolte à la fin du cycle de culture, généralement pour récupérer des tubercules semences. Lorsque les conditions s'y prêtent (nature du sol, topographie, etc.), la récolte est semi-mécanisée (dégagement de la terre autour des tubercules à l'aide d'une charrue "mono-soc", puis ramassage manuel).

- **L'arboriculture**

Les arbres fruitiers sont très souvent plantés sur des terrains où le sol est de mauvaise qualité (sol court, caillouteux ou très en pente). Ils sont parfois associés à d'autres cultures (cultures intercalaires).

Avant plantation, on effectue soit un labour profond, soit une série de fosses de 1 mètre de côté et de 0,50 à 1 m de profondeur à l'emplacement de chaque arbre. Après fermeture de la fosse, le plant est mis en place sur le sommet de la butte de façon à ce qu'après tassement, le collet de l'arbre ne se trouve pas en dessous de la surface du sol. Dans le cas de cultures intercalaires, le sol n'est plus travaillé pendant les 2 ou 3 années après la plantation.

Dans la première année de plantation, les arbres sont taillés de façon à leur donner une forme facilitant leur entretien et leur résistance à la charge des fruits. Les années suivantes, les arbres seront taillées de façon à leur hauteur arbres, à éclairer leur frondaison, et à éviter que les branches basses ne touchent le sol. Sur limettier et goyavier on effectue une taille supplémentaire qui modifie les dates de récolte et permet d'étaler la production.

Les fertilisations organiques sont peu employées (fumier, bagasse de canne, engrais organiques importés à base de guano, etc). Les apports d'engrais minéraux, plus répandus, se font périodiquement : toutes les 6 à 8 semaines pour les jeunes arbres, puis en 3 fois par an pour les arbres développés (avant la floraison, à la nouaison, et pendant le grossissement) et complétés par 2 apports foliaires d'oligo-éléments pour prévenir les carences. Dans certains cas, un amendement annuel calco-magnésien est effectué.

La lutte contre les ravageurs et les maladies, s'effectue avec des produits trouvés dans le commerce et destinés aux grandes cultures industrielles, et qui se révèlent mal adaptés à l'arboriculture locale.

L'entretien des vergers est essentiellement assuré à la débroussailleuse à fil pour la tonte, au pulvérisateur à dos pour le désherbage chimique et à l'atomiseur à dos pour les traitements phytosanitaires. L'évacuation des récoltes se fait généralement à l'aide de véhicules de type pick-up.

- **Les jardins créoles**

Les jardins caraïbes sont généralement des cultures peu ou pas mécanisées. Les champs sont généralement préparés en saison sèche. L'outil essentiel est le sabre d'abattis ou coutelas, auquel s'ajoutent la houe et la fourche. Le coutelas sert à nettoyer le terrain cultivé l'année précédente ou la jachère. Le feu est mis ensuite aux herbes et aux branches sèches. La terre est retournée à la houe ou à la fourche.

Les gros légumes sont cultivés en « fosses », qui se manifestent en surface par des buttes de 20 à 30 cm de hauteur. Pour les autres cultures, le sol est préparé en billons ou en carreaux.

Pour régénérer les sols, les cendres des brûlis, l'enfouissement d'herbes et de feuilles, le fumier des bêtes sont utilisés. Dès que les récoltes sont effectuées, les champs sont mis en pâture : les jardins créoles vivriers, souvent dédiés à des cultures associées, sont généralement mis en rotation avec des prairies spontanées pâturées par des animaux à l'attache.

Dans les jardins créoles agro-forestiers, près des maisons, la fertilisation est assurée par le recyclage des déchets organiques domestiques. Cependant, l'assainissement individuel

et la collecte des ordures tendent cependant à diminuer ces restitutions. (CABIDOCHE, 2003).

I.2.1.3 Synthèse

Au terme de cette présentation du milieu martiniquais, on retient deux faits essentiels :

Malgré une faible superficie, la Martinique possède une diversité remarquable de sols, due à une forte variabilité spatiale des précipitations et des formations géologiques. Ce sont des sols relativement jeunes, généralement issus de matériaux volcaniques. L'abondance des éléments minéraux assure le maintien d'un haut niveau de fertilité naturelle en dépit d'une érosion souvent sévère de ces sols et explique la dense occupation de ces terres même sur de très fortes pentes.

La Martinique possède également une agriculture présentant différents niveaux d'intensification depuis des systèmes paysans faiblement intensifiés jusqu'à des monocultures intensives destinées à l'exportation (banane, canne, ananas). Or, depuis ces trois dernières décennies, l'agriculture des Antilles Françaises connaît de profonds bouleversements (forte diminution de la SAU, modifications profondes des techniques culturales (mécanisation, etc.), fort impact environnemental (érosion, pollution des sols par les pesticides, etc.), crises économiques, etc.). En outre, l'existence d'une forte concurrence entre différents secteurs consommateurs d'espaces (agriculture, espaces naturels, urbanisation, aménagements touristiques, etc.) alimentent la pression foncière, ce qui se traduit par une obligation de forte productivité de la terre.

On peut donc estimer que ces situations (sols et modes de gestion des terres) sont représentatives des milieux tropicaux en général.

I.3 CONCLUSION

A la Martinique, les différences portent essentiellement sur la nature des sols (déterminants édaphiques) et sur les systèmes culturaux (déterminants agronomiques). Aussi, les chapitres suivants seront consacrés à La quantification des stocks organiques des sols et à ses variations selon va donc s'appuyer sur ces deux facteurs.

LIVRE II :

STOCKS ORGANIQUES DES SOLS DE LA MARTINIQUE

Le carbone du CO2 est stocké dans le sol essentiellement sous forme de carbone organique et principalement par la photosynthèse des végétaux supérieurs. Toutefois, la matière organique étant minéralisée à terme, il n'existe pas de stockage définitif de carbone dans les sols : les temps de résidence moyens du carbone organique dans les sols sont de l'ordre de quelques dizaines d'années (BALESDENT et al., 2002).

Les estimations de stocks de carbone dans le sol reposent donc sur des mesures ponctuelles. Elles se heurtent à deux difficultés :

- une forte variabilité spatiale des stocks de carbone dans les sols, due à l'interaction de facteurs naturels (climat, teneur en argile, etc.) et anthropiques (usages des sols, etc.) ;
- une forte variabilité temporelle des stocks de carbone dans les sols, ainsi un stock de carbone mesuré au temps t sous une occupation donnée reflète souvent, en partie les usages antérieurs de la parcelle (ARROUAYS, 2002).

Pour remédier à cette situation, nous proposons d'établir une relation entre la quantité de carbone stockée, le type de sol et le système de culture :

- Le chapitre 2 est consacré à l'analyse des stocks de carbone des différentes parcelles étudiées. Ce chapitre en particulier est divisé en trois parties :
    - La première, présente une description du dispositif expérimental qui a servi de base à l'étude des stocks organiques des sols de Martinique
    - La deuxième, porte sur la variabilité de la répartition du carbone dans les trois directions du volume « sol »
    - La troisième, compare les stocks en carbone sous différents types de sols et différents modes de gestion afin d'établir une relation entre stock, sol et mode d'utilisation des terres.
- Le chapitre 3 est consacré à l'élaboration d'une carte des stocks de carbone à l'échelle de la Martinique.

Par ailleurs, les stocks organiques contenus dans les humus n'ont pas été pris en compte dans cette étude. En effet, ils sont essentiellement composés de matières organiques peu stables et évoluent rapidement lors d'un changement d'usage comme par exemple, la disparition très rapide des matières organiques particulaires lors d'une mise en culture.

CHAPITRE II
CARBONE ET STOCKS ORGANIQUES

II.1 MATERIELS ET METHODES

I.1.1 Critères de choix des parcelles

Les estimations de stock de carbone sont fondées sur des combinaisons sol / végétation : des échantillons de sol ont donc été prélevés dans toute l'île, sur tous les types de sols répertoriés et cartographiés par COLMET-DAAGE et LAGACHE (1965) et sous différents couverts végétaux (**Figure 14 et Annexes I**). Les pratiques culturales étudiées varient d'une agriculture intensive (plantations industrielles de banane, canne à sucre et ananas,) à traditionnelle (jardin créole, etc.). Dans les parcelles sous cultures vivrières et maraîchères, différents « degrés d'intensification » sont établis en fonction de la durée des jachères intercalaires (TYBURN, 1986 ; ALBRECHT et al., 1992a) : fortement intensifiées, pour des jachères intercalaires inférieures à 4 mois (2 cultures annuelles) ; moyennement intensifiées, pour des mises en jachères de 4 à 9 mois (1 culture par an) ; faiblement intensifiées, pour des mises en jachères supérieures à 9 mois (1 culture tous les 2 ans, voire moins).

Tableau 9
Types de sols et modes d'occupation rencontrées pour les différentes situations étudiées à la Martinique.

Sols		**Modes de gestion des terres**													**Total**
Types de sols	Minéralogie	Non cultivées		Faiblement intensifiées			Moyennement intensifiées			Fortement intensifiées					
		Forêt	Prairie	J. créole	Fleurs	Maraîchage	Verger	Maraîchage	Vivrier	Banane	Canne	Ananas	Maraîchage	Vivrier	
Andosols	Allophanes	3	3		1				1	3	1		1		13
Sols jeunes sur cendres	Argiles 1/1		2	1		1				3	6	2	1		29
Sols b.-r. à halloysite	Argiles 1/1	4	4			3	4		1	7	4		1	1	16
Ferrisols	Argiles 1/1	1	2							3	7				13
Vertisols	Argiles 2/1	4	9					1		1	3		2		20
Sols r. à montmorillonite	Argiles 2/1		1					1		1	2				5
Sols à alluvions	Argiles 2/1		1					1							2
Total		12	22	1	1	4	4	3	2	18	23	2	5	1	98

En outre, afin de limiter les effets des usages antérieurs des parcelles, nous avons généralement choisi des **situations culturales âgées au minimum de 3 ans**. En effet, au bout de trois ans d'installation d'une culture, on commence à percevoir des différences au niveau des stocks de carbone (TURENNE, 1976 ; CHEVALLIER et al., 2000). Trois parcelles dérogent cependant à cette règle, une culture maraîchère de deux ans (Schoelcher Mami) et deux cultures d'ananas (Macouba An et Basse-Pointe An) : la monoculture d'ananas pratiquée en rotation avec la banane et/ou la canne, ne dure jamais plus de 36 mois. En outre, la mise en place des fosses et le prélèvement des échantillons nécessitant du matériel de fouille, d'emballage et de conservation de ces échantillons, nous avons privilégié des parcelles accessibles en voiture

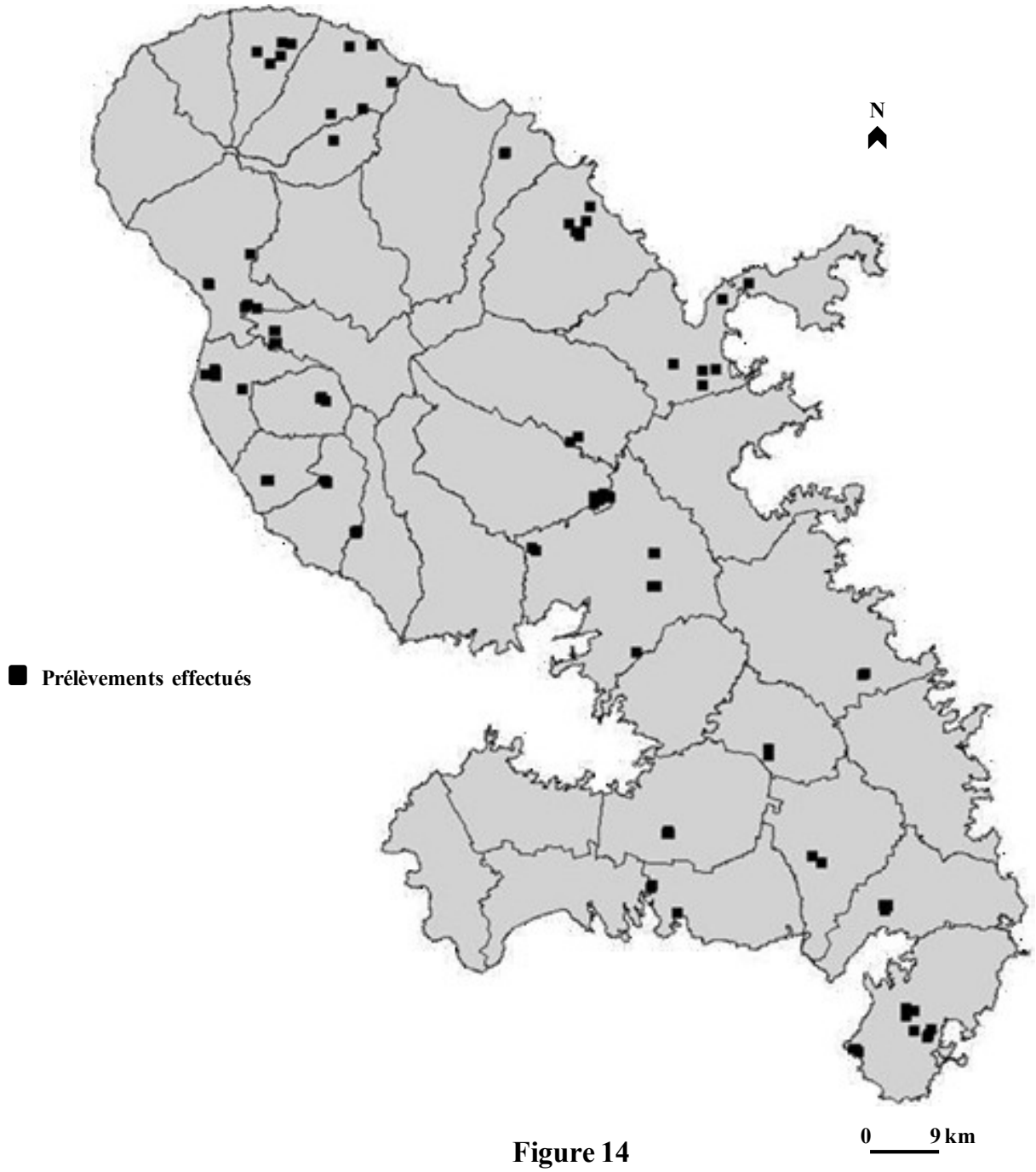


Figure 14
Localisation des parcelles étudiées

II.1.2 Prélèvements et préparation des échantillons pour le calcul des stocks de carbone

La méthode la plus communément employée pour calculer les stocks de carbone du sol, est de mesurer le carbone organique total à différentes profondeurs ou horizons du sol et de transformer ces données, en prenant en compte la densité apparente et la pierrosité ou charge en éléments grossiers du sol.

Les stocks organiques sont calculés d'après la formule :

$C\ (kg/m^2) = C\ (mg.g^{-1}\ sol)*Da*e$

Avec Da, la densité apparente ($g.cm^{-3}$) et e, l'épaisseur de l'horizon de sol exprimée en cm.

Pour les sols riches en éléments grossiers (> 2 mm de diamètre), les stocks organiques sont calculés d'après la formule suivante :

$C\ (kg/m^2) = C\ (mg.g^{-1}\ sol)*[(100-\%\ en\ éléments\ grossiers)/100]*Da*\ e.$

Ces stocks sont généralement calculés pour une profondeur de référence de 0-30 cm (profondeur moyenne de l'horizon labouré selon les normes internationales) et de 0-100 cm.

Sur chaque parcelle une fosse d'1 m de profondeur (appelée fosse principale) a été creusée (parfois moins quand le sol s'avère moins profond). Les prélèvements, au cylindre pour les densités apparentes et au couteau pour la teneur en carbone et les autres analyses, ont été réalisés dans les horizons 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 60-70 et 90-100 cm. A égale distance entre la fosse principale et la limite de la parcelle, deux répétitions (ou fosses secondaires) ont été réalisées sur les 30 premiers centimètres du sol afin de pouvoir calculer des valeurs de stocks organiques rendant compte d'une éventuelle variabilité intra-parcellaire.

Une fois au laboratoire, les échantillons ont été émiettés, débarrassés des racines grossières, séchés à l'air libre pendant quelques semaines, broyés au marteau et au rouleau, puis passés au tamis à mailles carrées de 2 mm de diamètre. En revanche, les échantillons de sols à allophanes sont émiettés, tamisés frais puis, conservés au réfrigérateur.

Remarque :

La présence ou non d'allophanes est détectée par le test fluorure de sodium ou NaF (PANSU, GAUTHEYROU et LOYER, 1998). Cette technique permet la mise en évidence de la présence de substances amorphes dans les sols, et en particulier, d'hydroxyde d'aluminium sous forme active $Al(OH)_3$. Le principe de la mesure est une conséquence de la réaction :

$Al(OH)_3 + 6\ NaF \rightarrow AlF_6Na_3 + 3\ NaOH$

On utilise un papier filtre sans cendre, imprégné de phénolphtaléine, puis séché (à l'air ou à l'étuve). On place un agrégat ou de la poudre de sol sur le filtre. Avec un compte-gouttes, on imprègne ce matériau d'une solution de NaF de 1 $mol.l^{-1}$ ($pH \approx 7,5$). La réaction se

produit dans le sol dont la solution se charge en OH-. La libération de ces ions OH- qui imbibent le filtre, provoque une forte remontée du pH. Cette augmentation de pH provoque le virage de la phénolphtaléine (pH ≈ 8,5), l'apparition d'une couleur rouge vers pH 9,4 qui devient pourpre ou violet, vers pH 10-11, en relation avec la richesse en aluminium du matériau à allophanes.

II.1.3 Les différentes analyses effectuées

II.1.3.1 Densité apparente

- **Principe**

La connaissance des deux variables, poids sec et volume de l'échantillon de sol, permet de calculer la densité apparente selon la relation : Da = P/V

Où P est le poids sec de l'échantillon (g) et,V le volume de l'échantillon prélevé et séché (cm^3).

- **Mode opératoire**

Des cylindres métalliques de volume connu (100 et 1000 cm^3) ont été enfoncés, par percussion, dans le sol. Les échantillons ont alors été recueillis, séchés et pesés à l'étuve (105°C). On effectue ensuite la mesure de la densité apparente du sol selon la relation : Da = P/V.

Pour les sols ponceux et certains prélèvements riches en graviers, les densités apparentes ont été corrigées par la proportion en éléments grossiers (> 2 mm). Une densité apparente moyenne de 0,72 g/cm^3 a été mesurée pour les graviers ponceux. Lorsque ces éléments grossiers ne sont pas poreux (andésite), on prend pour densité apparente des graviers la valeur 2,6 g/cm^3 (MATHIEU et PIELTAIN, 1998).

II.1.3.2 Dosage du carbone total

- **Principe**

La teneur en carbone d'un échantillon est déterminée par chromatographie en phase gazeuse, grâce à un micro-analyseur CNS CARLO ERBA NA 1500, permettant un dosage simultané du carbone et de l'azote.

- **Mode opératoire**

Une fraction du sol tamisé à 2 mm est broyée à 200 µm grâce à un broyeur mécanique, après homogénéisation et quartage du prélèvement de sol. Un échantillon d'environ 12 mg est ensuite pesé dans une capsule en étain et introduit sous flux d'hélium dans une colonne portée à 1040°C. L'échantillon est calciné grâce à un apport d'oxygène.

Une chromatographie en phase gazeuse mesure les gaz de combustion (dioxyde de carbone (CO_2), azote (N_2) et vapeur d'eau dégagés. Avant chaque utilisation, l'appareil est étalonné avec un standard (sulfanylamide : 16,72 % de N ; 41,84 % de C), ce qui permet de déduire les constantes K_c, K_n, données par l'intégrateur pour 1 microgramme de C ou de N.

Les teneurs en carbone et azote des échantillons sont ensuite calculées suivant la formule :

C ($mg.g^{-1}$ sol) = (aire de C échantillon – aire de C capsule) / Kc / prise d'essai.

N ($mg.g^{-1}$ sol) = (aire de N échantillon – aire de N capsule) / Kn / prise d'essai.

II.1.3.3 Granulométrie

La texture ou granulométrie a été analysée uniquement pour les horizons 0-10, 10-20 et 20-30 cm.

- **Principe**

L'analyse granulométrique consiste à séparer la fraction minérale du sol en catégories classées d'après les dimensions des particules inférieures à 2 mm et, à déterminer les proportions relatives de ces classes de taille en pourcentages de masse totale du sol. Ces proportions définissent la texture de sol ou composition granulométrique. La matière organique, qui joue un rôle de ciment entre les particules minérales, est détruite jusqu'à obtenir une dispersion totale des particules de l'échantillon de sol.

La fraction minérale supérieure à 2000 microns (ou 2 mm) est appelée «éléments grossiers ».

- **Mode opératoire**

5 g de terre fine (2 mm) sont mis dans un bêcher recouvert d'une coupelle de verre, avec 25 ml d'eau distillée et 10 ml d'eau oxygénée (H_2O_2) à 30% : la réaction produit une mousse d'autant plus abondante que l'échantillon est humifère. Il est possible, au cas où la mousse risquerait de déborder du bêcher, de la faire descendre en ajoutant quelques gouttes d'éthanol.

Le bêcher est régulièrement agité et de petites fractions d'eau oxygénée sont rajoutées : le traitement peut durer plusieurs jours si le sol est très organique. La destruction de la matière organique est poursuivie par l'application d'ultrasons pendant 10 minutes. La suspension est ensuite chauffée sur plaque douce (60°C) pendant 4 heures. L'attaque et la destruction de la matière organique sont terminées, lorsque le liquide surnageant est clair, qu'il ne produit plus de mousse et que l'on n'aperçoit plus de petites bulles venant éclater à la surface.

La suspension est portée à ébullition pendant 15 minutes et quelques gouttes d'ammoniaque sont rajoutées pour éliminer l'excès d'eau oxygénée. Après refroidissement, la dispersion est complétée par l'application d'ultrasons pendant 5 minutes environ. 2 ml d'une solution d'hexamétaphosphate de sodium à 150 $g.l^{-1}$ (soit 0,3 g d'hexamétaphosphate de sodium), un puissant dispersant, sont alors rajoutés. Cependant, lors de la dispersion des andosols, ni l'hexamétaphosphate, ni aucun autre polyphosphates de sodium ne doivent être utilisés, mais une dispersion acide ou alcaline selon la nature de l'échantillon (BAIZE, 1988).

Les fractions 50-200 µm, 200-500 µm et 500 µm sont séparées par tamisage sous eau puis séchées à l'étuve à 105°C et pesées. Les fractions inférieures à 50 µm en suspension dans l'eau sont transvasées dans une allonge. Le volume est complété à 1000 ml avec de l'eau distillée. La solution est alors agitée manuellement, par retournements successifs en bouchant hermétiquement l'allonge avec un bouchon ou la paume de la main. Le chronomètre est déclenché au moment précis où l'allonge repose, sans à coup, sur la paillasse.

L'analyse par sédimentation est basée sur la loi de Stockes : la vitesse de chute d'une particule sphérique, tombant librement dans un fluide, est proportionnelle au carré de son rayon et à sa densité. Cette vitesse est aussi en relation avec la viscosité et la densité du fluide (l'eau, dans le cas présent). Toutefois, la viscosité et la densité du liquide sont fonction de la

température, d'où l'obligation de garder une température aussi uniforme que possible pendant toute la durée de la sédimentation (**Tableau 10**).

Une vitesse s'exprime par une distance en unité de temps : V = h/t

Où h est une hauteur en cm et t le temps de chute en secondes.

Tableau 10
Temps des prélèvements à la pipette Robinson en fonction de la température °C et d'une profondeur constante (10 cm).

Température (°C)	Temps de chute pour 10 cm		
	Particules de 50 µm de diamètre Argiles + Limons fins+ Limons grossiers (en secondes)	Particules de 20 µm de diamètre Argiles + Limons fins (en minutes et secondes)	Particules de 2 µm de diamètre Argiles (en heures et minutes)
15	53"	5'27"	9h05'
16	51"	5'19"	8h51'
17	50"	5'10"	8h37'
18	49"	5'03"	8h24'
19	47"	4'55"	8h12'
20	46"	4'48"	8h00'
21	45"	4'41"	7h48'
22	44"	4'34"	7h37'
23	43"	4'28"	7h26'
24	42"	4'22"	7h16'
25	41"	4'15"	7h06'
26	40"	4'10"	6h56'
27	39"	4'04"	6h47'
28	38"	3'59"	6h38'
29	37"	3'54"	6h29'
30	36"	3'48"	6h21'

On peut donc déterminer le temps que mettent toutes les particules d'un diamètre donné pour dépasser la couche située à une profondeur h. La méthode consiste donc à prélever une certaine quantité de la suspension à une profondeur h et après un temps calculé. Cette quantité est séchée à 105°C pendant 48 heures et pesée. Le poids correspond à la quantité de matières solides contenues dans la suspension.

Les compositions granulométriques sont réduites à trois fractions : Argiles (0-2 µm), Limons (2-50 µm) et Sables (50-2000 µm). Les pourcentages obtenus sont disposés sur un triangle de texture (JAMAGNE, In : MATHIEU et PIELTAIN, 1998) afin de qualifier les sols du point de vue de leur texture.

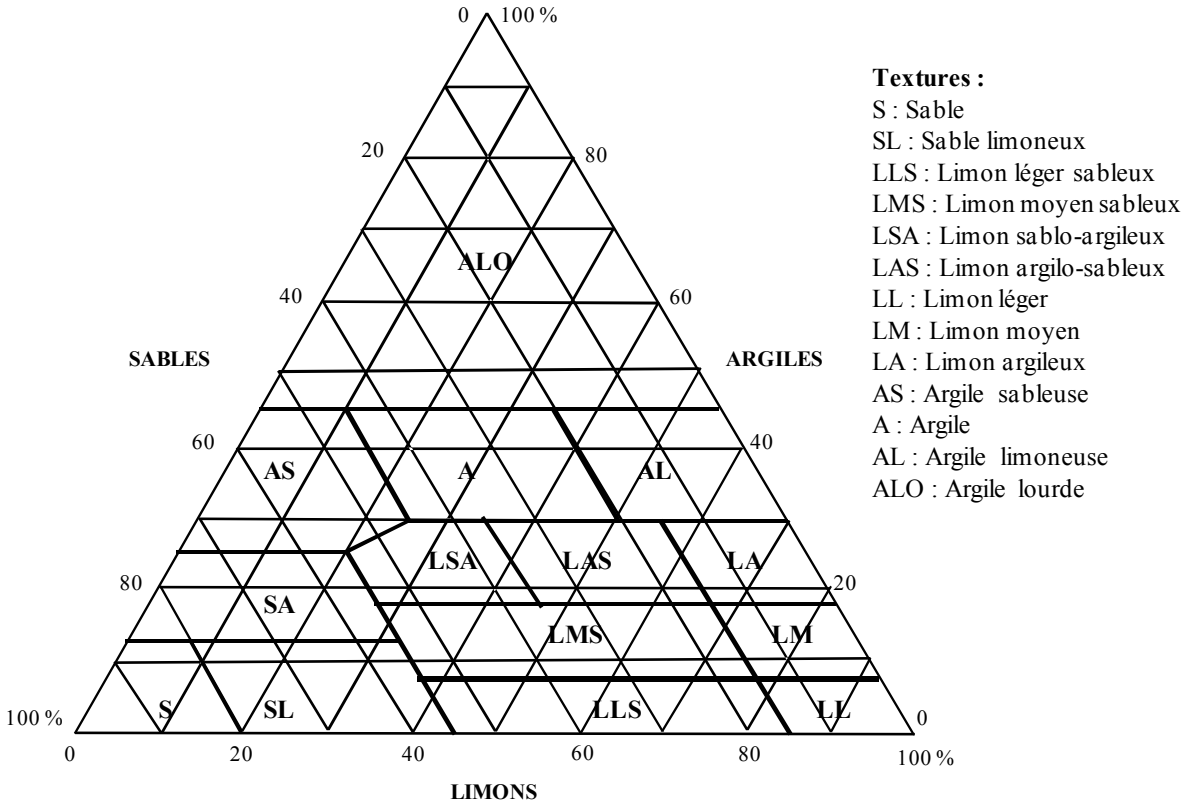


Figure 15
Diagramme de texture
[d'après Jamagne et al., 1991]

II.1.4 Les études déjà réalisées à la Martinique

De nombreux travaux menés par l'ORSTOM sur les sols de la Martinique ont débuté au cours des années 1960 : campagnes de prospection réalisées au cours du travail de cartographie des sols (COLMET-DAAGE et LAGACHE, 1965 ; COLMET-DAAGE et al., 1972 ; etc.), rapports, mémoires, thèses et articles couvrant une grande variété de situations et de modes de gestions datant des années 1960 à nos jours (ALBRECHT et al., 1992b ; BLANCHART et al., 2000 ; BOYER, 1985 ; CASTAGLIONE, 1996 ; CEE-ORSTOM, 1988 ; CHEVALLIER, 1996 ; CHEVALLIER, 1999 ; CHEVIGNARD, 1985 ; COCU, 1999 ; COLMET-DAAGE, GAUTHEYROU et GAUTHEYROU, 1960-1967 ; DUBOISSET, 1995 ; FELLER, 1994 ; FELLER, 1995 ; HARTMANN et al., 1998 ; KHAMSOUK, 2001 ; KHAMSOUK et ROOSE, 2003 ; KOUAKOUA, 1994 ; KULESZA, 1994 ; LE FUR, 1994 ; NATIVEL, 1980 ; NDANDOU, 1998 ; NJOH ELLONG, 1984 ; OUDIN, 1985 ; RHINO, 1985 ; ROSSI, 1992 ; SAFFACHE et al., 2000 ; SELS, 1999 ; TURENNE, 1975 ;

TURENNE, 1976 ; TURENNE, 1977 ; TURENNE, 1979 ; TURENNE, 1981 ; TURENNE, 1982 ; TYBURN, 1986 ; VENKATAPEN, 1999). Une base de données contenant près de 700 profils distribués sur l'ensemble du territoire de la Martinique, a été élaborée à partir de ces résultats d'analyses.

Une partie de ces situations est répertoriée dans l'**Annexe II**, celles âgées au minimum de trois ans.

II.2 TENEURS EN CARBONE

Les teneurs en carbone sont détaillées dans l'Annexe IV ; les profils de teneurs en carbone ont été réalisés à partir des mesures effectuées dans la fosse principale.

II.2.1 Evolution de la teneur en carbone avec la profondeur

II.2.1.1 Résultats obtenus

La teneur en carbone, tous types de sol et tous modes de cultures confondus, est de 27 $gC.kg^{-1}$ sol en moyenne dans les 10 premiers centimètres du sol ; elle varie entre 7 et 88 $gC.kg^{-1}$ sol dans l'horizon 0-10 cm. Elle diminue avec la profondeur pour atteindre 5 $gC.kg^{-1}$ sol en moyenne à 1 m (elle varie généralement de 1 à 9 $gC.kg^{-1}$ sol, mais peut atteindre 19 $gC.kg^{-1}$ sol).

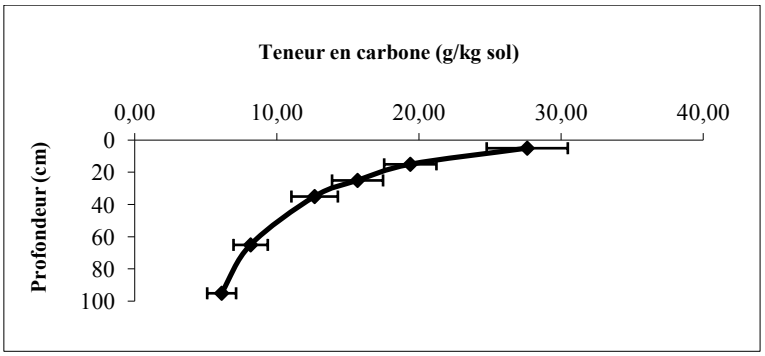


Figure 16
Variations, toutes situations confondues, de la teneur en carbone en fonction de la profondeur (barres d'erreur : intervalle de confiance à 95 %).

Certains profils présentent une augmentation des teneurs dans les horizons profonds. C'est le cas de certaines parcelles sur sols jeunes sur cendres et ponces (sols J), sur sols jeunes à allophanes (sols P) ou surs sols à alluvions. Ces sols se caractérisent par une succession d'horizons plus ou moins riches en ponces, alternant avec des horizons plus fins de cendres

déjà fortement altérées ou par une succession d'horizons plus ou moins riches en éléments grossiers, alternant avec des niveaux plus argileux (COLMET-DAAGE et LAGACHE, 1965). Cette hétérogénéité des profils est à l'origine de ces teneurs en carbone irrégulières.

***Evolution en fonction du type de sol**

Dans les sols à alluvions sableuses (sols As), la teneur en carbone varie de 14 à 23 $gC.kg^{-1}$ sol en surface et atteint 4 $gC.kg^{-1}$ sol à 60-70 cm de profondeur.

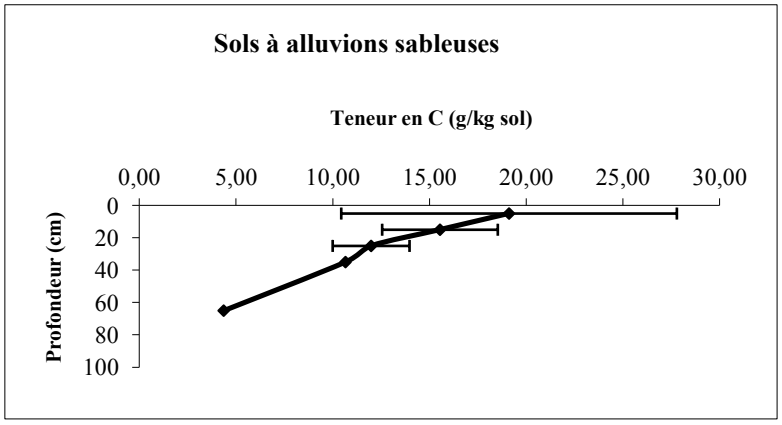


Figure 17
Variations, le long du profil, de la teneur en carbone dans les sols à alluvions sableuses (barres d'erreur : intervalle de confiance à 95 %).

Dans les sols jeunes sur cendres et ponces (sols J), la teneur en carbone moyenne (tous modes d'occupation confondues) est de 22 $gC.kg^{-1}$ sol dans l'horizon 0-10 cm ; elle est variable avec des valeurs comprises entre 7 et 32 $gC.kg^{-1}$ sol. Elle diminue avec la profondeur, et atteint une valeur moyenne de 5 $gC.kg^{-1}$ sol à 1 m de profondeur.

Les parcelles situées dans le Nord-Caraïbe (Saint-Pierre et Carbet) présentent généralement des teneurs inférieures à 20 $gC.kg^{-1}$ sol en surface, tandis que celles situées dans le Nord-Atlantique (parcelles Basse-Pointe et Macouba) présentent des teneurs supérieures à 25 $gC.kg^{-1}$ sol dans les 10 premiers centimètres du sol.

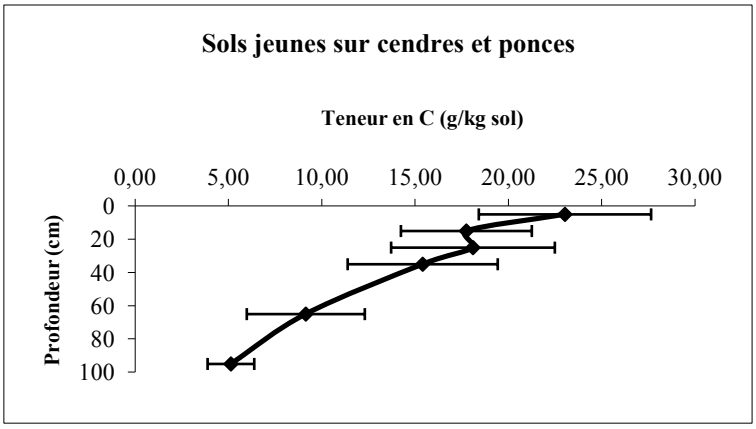


Figure 18
Variations, le long du profil, de la teneur en carbone dans les sols jeunes sur cendres et ponces (barres d'erreur : intervalle de confiance à 95 %).

Dans les sols jeunes à allophanes (sols P), la teneur en carbone dans l'horizon 0-10 cm est de 43 $gC.kg^{-1}$ sol en moyenne. Elle est très irrégulière avec des valeurs comprises entre 22 et 61 $gC.kg^{-1}$ sol. Elle diminue fortement avec la profondeur (8 $gC.kg^{-1}$ sol en moyenne) et varie entre 2 et 17 $gC.kg^{-1}$ sol à 1 m de profondeur.

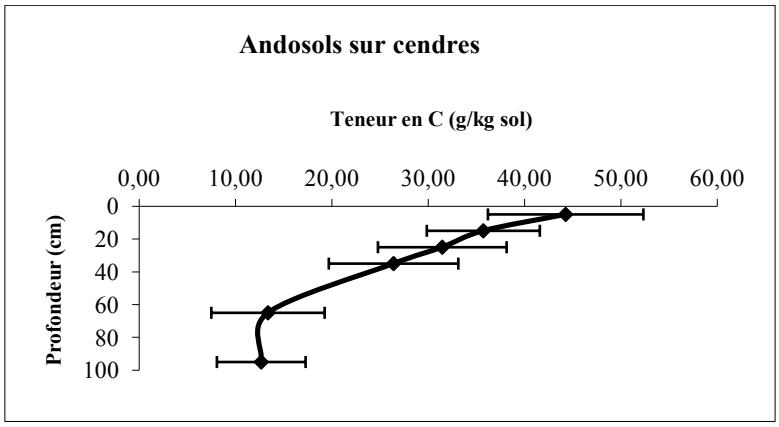


Figure 19
Variations, le long du profil, de la teneur en carbone dans les andosols sur cendres (barres d'erreur : intervalle de confiance à 95 %).

Dans les andosols sur tufs (sols T), la teneur en carbone varie le long du profil de 29 $gC.kg^{-1}$ sol en moyenne dans l'horizon de surface à 15 $gC.kg^{-1}$ sol en moyenne à 1 m de profondeur.

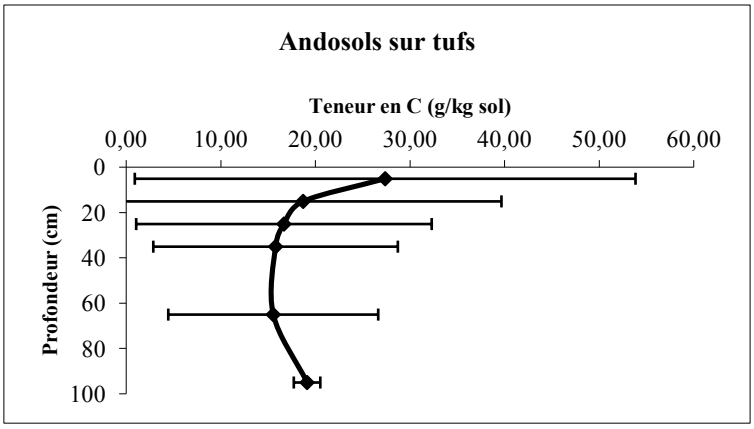


Figure 20
Variations, le long du profil, de la teneur en carbone dans les andosols sur tufs (barres d'erreur : intervalle de confiance à 95 %).

Dans les sols brun-rouille à halloysite (sols H), la teneur en carbone en surface, est de 22 $gC.kg^{-1}$ sol en moyenne ; elle est très variable avec des valeurs comprises entre 11 et 62 $gC.kg^{-1}$ sol. A 1 m de profondeur, elle atteint 4 $gC.kg^{-1}$ sol en moyenne, mais reste très variable (entre 1 et 11 $gC.kg^{-1}$ sol).

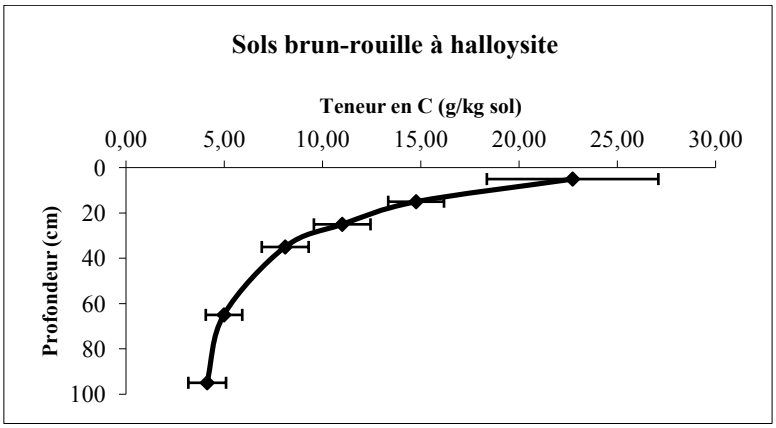


Figure 21
Variations, le long du profil, de la teneur en carbone dans les sols brun-rouille à halloysite (barres d'erreur : intervalle de confiance à 95 %).

Dans les ferrisols (sols G), la teneur en carbone en surface est de 29 $gC.kg^{-1}$ sol en moyenne : elle varie de 15 à 37 $gC.kg^{-1}$ sol. A 1 m de profondeur, elle atteint 7 $gC.kg^{-1}$ sol en moyenne.

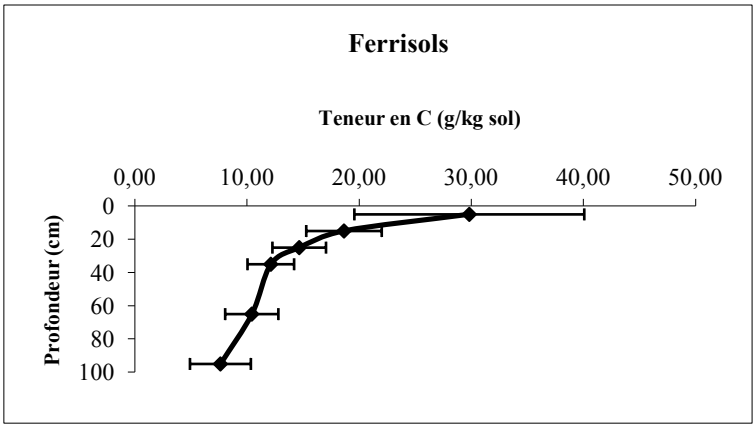


Figure 22
Variations, le long du profil, de la teneur en carbone dans les ferrisols (barres d'erreur : intervalle de confiance à 95 %).

La parcelle Trinité Ca2 est cultivée depuis plus de 150 ans et uniquement en canne avec brûlis. Lors de l'échantillonnage sur le terrain, on a pu constater que les 20 premiers centimètres du profil étaient de couleur sombre et, riche en particules de charbon. Ceci peut expliquer la valeur particulièrement élevée en matière organique mesurée en surface (88 $gC.kg^{-1}$ sol).

Dans les vertisols, la teneur en carbone en surface est de 31 $gC.kg^{-1}$ sol en moyenne, et très irrégulière (entre 9 et 56 $gC.kg^{-1}$ sol). A 1 m de profondeur, elle est de 3 $gC.kg^{-1}$ sol en moyenne, mais reste très variable (entre 0,8 et 11 $gC.kg^{-1}$ sol).

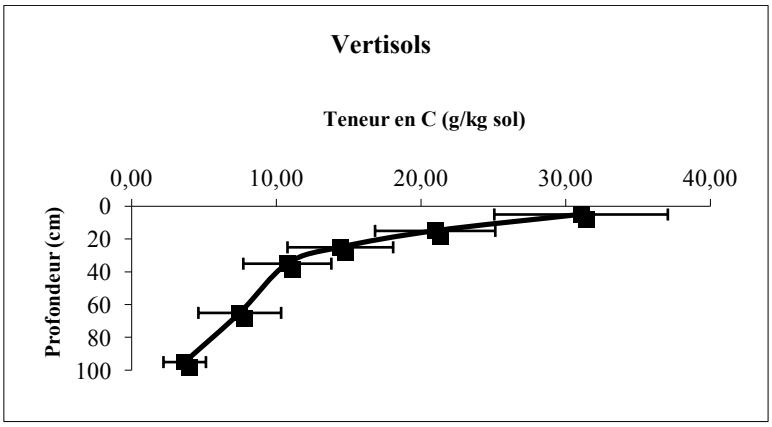


Figure 23
Variations, le long du profil, de la teneur en carbone dans les vertisols (barres d'erreur : intervalle de confiance à 95 %).

On remarque que dans les vertisols calco-magnéso-sodiques (sols V, parcelles Rivière Salée, Sainte Luce et Sainte Anne) la teneur en carbone atteint en surface 24 $gC.kg^{-1}$ sol en

moyenne (elle varie entre 15 et 38 $gC.kg^{-1}$ sol). A 1 m de profondeur, elle est comprise entre 1 et 3 $gC.kg^{-1}$ sol).

En revanche, dans les vertisols calciques (sols Vc, Marin, Sainte Anne), la teneur en carbone est plus élevée en surface (36 $gC.kg^{-1}$ sol en moyenne) et très irrégulière avec des valeurs comprises entre 9 et 56 $gC.kg^{-1}$ sol dans les 10 premiers centimètres du sol. Elle atteint, à 1 m de profondeur, 4 $gC.kg^{-1}$ sol en moyenne, et reste très variable avec des valeurs comprises entre 0,8 et 11 $gC.kg^{-1}$ sol.

Dans les sols rouges à montmorillonite (sols I), la teneur en carbone est comprise entre 17 et 21 $gC.kg^{-1}$ sol en surface et varie de 2 à 14 $gC.kg^{-1}$ sol à 1 m de profondeur.

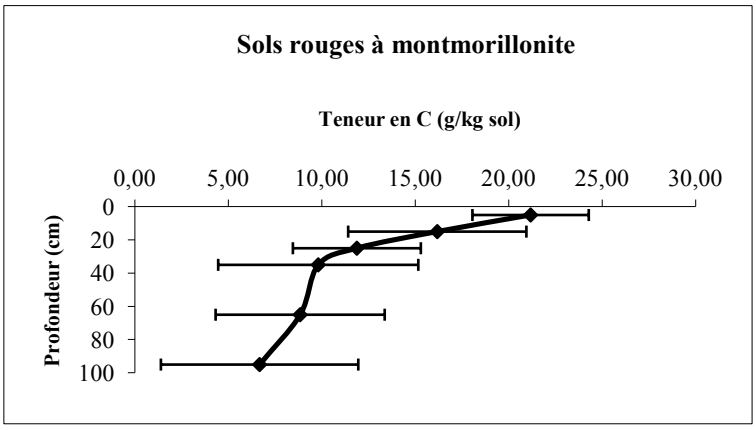


Figure 24
Variations, le long du profil, de la teneur en carbone dans les sols rouges à montmorillonite (barres d'erreur : intervalle de confiance à 95 %).

***Evolution en fonction du mode d'occupation des terres**

****Parcelles non cultivées**

Sous forêt, tous types de sol confondus, la teneur en carbone est très élevée en surface (48 $gC.kg^{-1}$ sol en moyenne dans l'horizon 0-10 cm), mais diminue rapidement avec la profondeur (elle n'est plus que 24 $gC.kg^{-1}$ sol dans l'horizon 10-20 cm) pour atteindre 8 $gC.kg^{-1}$ sol en moyenne à 1 m de profondeur.

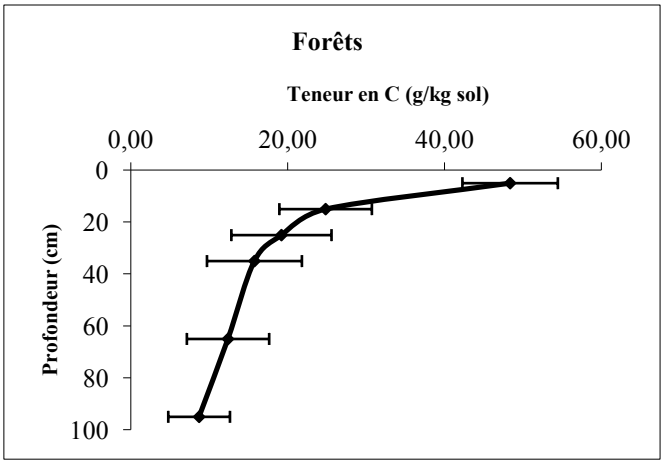


Figure 25
Variations, le long du profil, de la teneur en carbone dans les parcelles sous forêts (barres d'erreur : intervalle de confiance à 95 %).

Sous prairie, la teneur moyenne en carbone de 27 $gC.kg^{-1}$ sol dans les 10 premiers centimètres de sol (comprise entre 11 et 47 $gC.kg^{-1}$ sol). Elle diminue rapidement dans les 40 premiers centimètres de sol, puis se stabilise pour atteindre une valeur moyenne de 5 $gC.kg^{-1}$ à 1 m de profondeur.

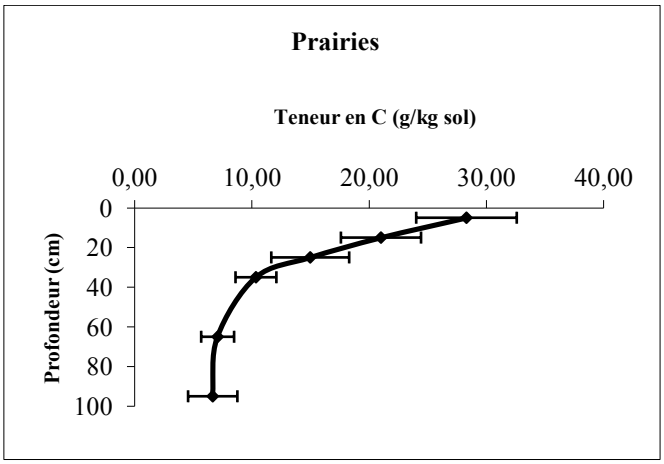


Figure 26
Variations, le long du profil, de la teneur en carbone dans les parcelles sous prairies (barres d'erreur : intervalle de confiance à 95 %).

****Parcelles mises en cultures**

Sous plantations industrielles (canne, banane, ananas), la teneur en carbone varie entre 19 et 27 $gC.kg^{-1}$ sol en moyenne dans l'horizon 0-10 cm. A 1 m de profondeur, elle est de 4 à 6 $gC.kg^{-1}$ sol en moyenne.

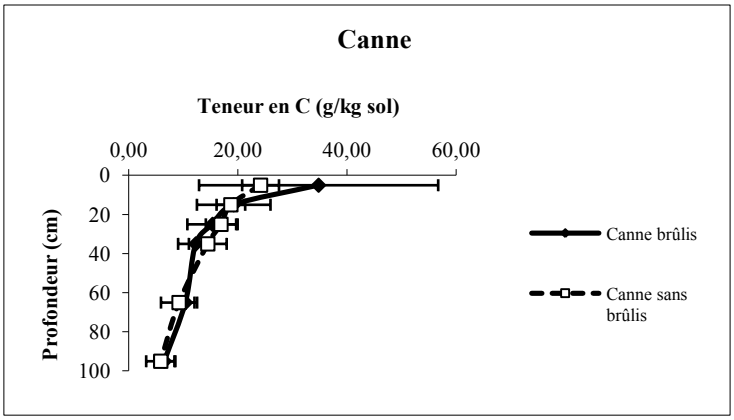


Figure 27
Variations, le long du profil, de la teneur en carbone dans les parcelles sous canne (barres d'erreur : intervalle de confiance à 95 %).

Sous canne, le taux de carbone est de 24 $gC.kg^{-1}$ sol en moyenne dans les 10 premiers centimètres de sol en canne sans brûlis, contre 34 $gC.kg^{-1}$ sol en moyenne en canne avec brûlis. Ce niveau de carbone reste légèrement inférieur dans les parcelles sans brûlis jusqu'à 40 cm de profondeur, c'est à dire sur toute l'épaisseur de l'horizon labouré.

Sous banane, la teneur en carbone varie en moyenne de 19 $gC.kg^{-1}$ sol en surface à une peu moins de 5 $gC.kg^{-1}$ sol à 100 cm de profondeur.

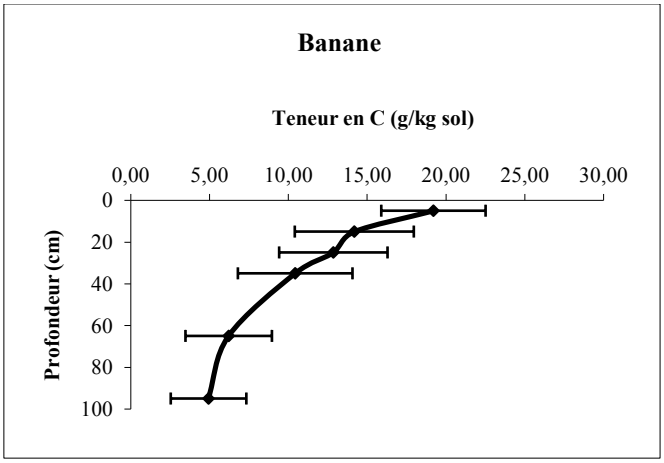


Figure 28
Variations, le long du profil, de la teneur en carbone dans les parcelles sous banane (barres d'erreur : intervalle de confiance à 95 %).

Sous ananas, la teneur en carbone est de 27 $gC.kg^{-1}$ sol en moyenne en surface et 9 $gC.kg^{-1}$ sol en profondeur (elle diminue brutalement à partir de 40 cm de profondeur).

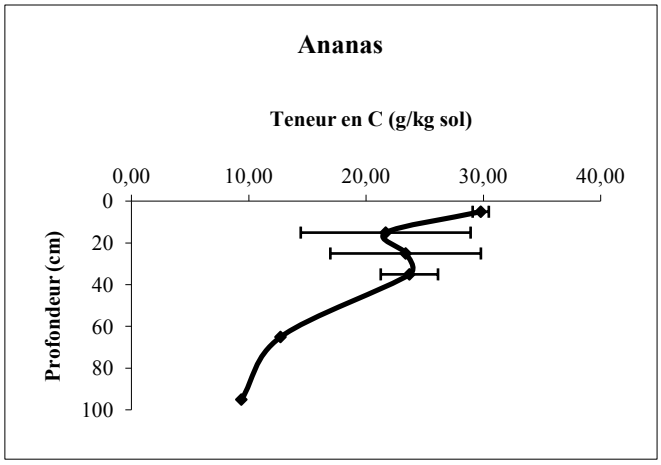


Figure 29
Variations, le long du profil, de la teneur en carbone dans les parcelles sous ananas (barres d'erreur : intervalle de confiance à 95 %).

Sous cultures maraîchères, toutes situations confondues, la teneur moyenne en carbone est de 21 $gC.kg^{-1}$ sol en surface, et de 4 $gC.kg^{-1}$ sol en profondeur. Toutefois, lorsque l'on compare les profils de teneur en carbone de cultures maraîchères plus ou moins intensives, on constate que les teneurs en carbone sous maraîchage fortement intensifiée (MaFi) sont systématiquement plus faibles sur la majeure partie du profil, que celles relevées sous maraîchage moyennement ou faiblement intensifié (Mami et Mafi). Ainsi, dans les 40 premiers centimètres du sol, ces différences peuvent représenter plus de 50 % de la teneur en carbone moyenne relevée sous maraîchage fortement intensifié.

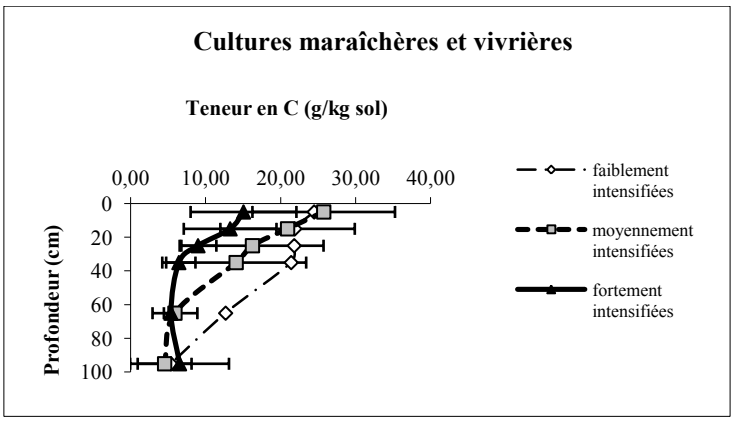
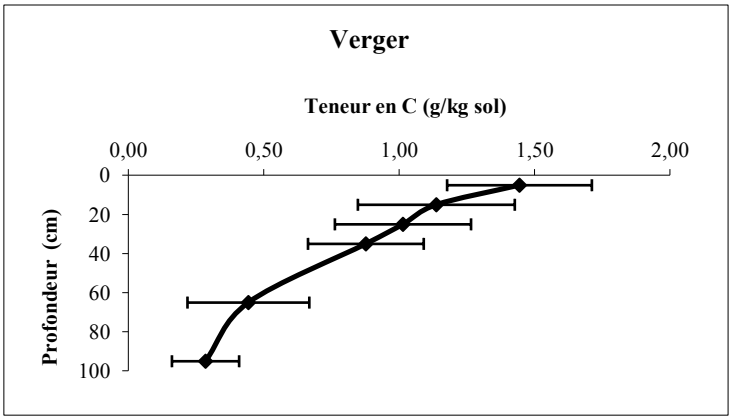
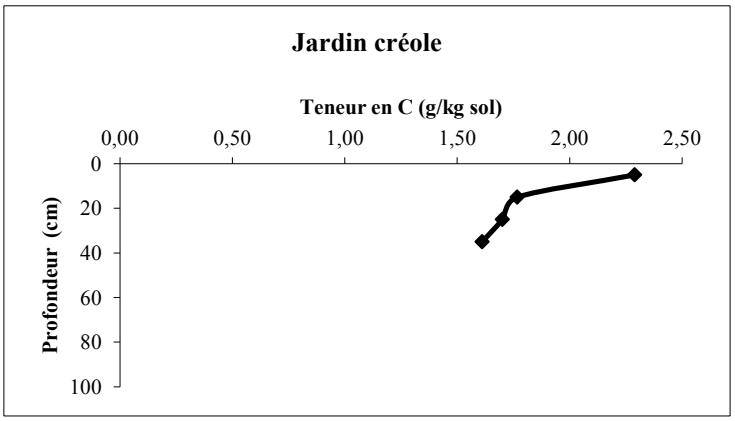


Figure 30
Variations, le long du profil, de la teneur en carbone dans les parcelles sous cultures maraîchères (barres d'erreur : intervalle de confiance à 95 %).





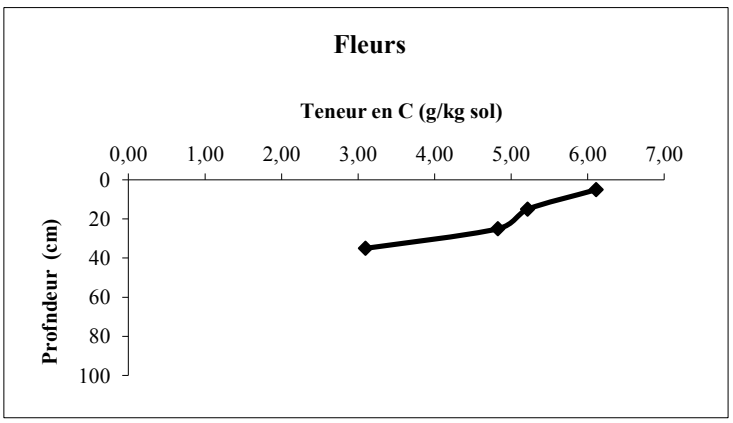


Figure 31

Variations, le long du profil, de la teneur en carbone dans les parcelles sous cultures diverses (barres d'erreur : intervalle de confiance à 95 %)

Sous verger, la teneur en carbone varie de 14 $gC.kg^{-1}$ sol en moyenne dans l'horizon 0-10 cm à un peu moins de 3 $gC.kg^{-1}$ sol en profondeur. A l'inverse, sous jardin créole et cultures de fleurs, le niveau de carbone est élevé en surface avec respectivement 22 et 61 $gC.kg^{-1}$ sol et, le reste en profondeur avec respectivement 16 et 30 $gC.kg^{-1}$ sol à 40 cm de

profondeur. Toutefois, il ne s'agit que de parcelles isolées qui ne permettent pas de tirer des conclusions sur les effets de ces modes d'occupation sur les niveaux organiques des sols.

II.2.1.2 Discussion

*Evolution en fonction du mode d'occupation

Généralement les teneurs en carbone diminuent avec la profondeur. Toutefois, certains profils présentent une augmentation de ces teneurs dans les horizons profonds. Ces teneurs en carbone irrégulières peuvent s'expliquent dans le cas des sols parcelles sur sols jeunes sur cendres et ponces, sur sols jeunes à allophanes ou sur sols à alluvions par l'hétérogénéité des profils (COLMET-DAAGE et LAGACHE, 1965).

On remarque que les parcelles situées dans le Nord-Caraïbe (Depaz, Carbet et St Pierre) présentent généralement des teneurs inférieures à 2 0 $gC.kg^{-1}$ sol-1 en surface, tandis que celles situées dans le Nord-Atlantique (Chalvet, JM) présentent des teneurs généralement supérieures à 20 $gC.kg^{-1}$ sol. Ces fortes amplitudes s'expliqueraient par la nature du sol. En effet, les parcelles à faciès complexes telles que Depaz 3 (Jc-Pam) et JM2 (J2e-Pa) ont été classées en sols jeunes sur cendres et ponces (J), alors qu'elles se semblent se comporter davantage comme des sols jeunes à allophanes (P). Il faudrait sans doute considérer l'ensemble des parcelles Chalvet, JM, ainsi que la parcelle Depaz 3 comme des intergrades sols peu évolués sur cendre et ponce – sols jeunes à allophanes (sols J vers P). Des analyses ultérieures confirmeront ou infirmeront cette hypothèse.

Ces variations s'expliquent par les différences de climat (pluviométrie, etc.) existant entre ces deux régions (effet de foehn) et donc par une évolution différente des sols. Le Nord-Atlantique étant beaucoup plus arrosé, il faut considérer l'ensemble des parcelles Basse-Pointe et Macouba comme des intergrades des sols jeunes sur cendres et ponces et des sols peu évolués à allophanes (ce que COLMET-DAAGE (1969) désigne sous le nom de sols J vers P). Ainsi, sur la côte sous-le vent, le climat sec, tandis que sur la côte au-vent, l'altération de la roche-mère volcanique et la différenciation des horizons sont déjà nettement plus marquées (QUANTIN et al., 1991).

On remarque également qu'un certain nombre de parcelles sur sols brun-rouille à halloysite (Fonds-Saint-Denis, Case-Pilote) présente des teneurs en carbone relativement élevées. Ce sont des parcelles, le plus souvent, situées en altitude et bien arrosées. Ces

échantillons correspondent à des intergrades plus ou moins évolués avec des andosols (QUANTIN, 1974 ; QUANTIN et al., 1991). Ainsi, COLMET-DAAGE (1965) fixe la limite d'extension des sols à allophanes à l'isohyète 2500 mm/an. Ces intergrades plus ou moins évolués, ressemblent et se comportent en surface comme des sols à argiles cristallisées et, présentent en profondeur les caractères de plus en plus marqués des sols à allophanes (POULENARD et HERBILLON, 2000). Ces parcelles seront considérées, dans cette étude, comme des sols à argiles cristallisées.

On remarque que dans les vertisols, la teneur en carbone en surface est, pour un mode d'occupation similaire, généralement plus élevée dans les parcelles sur vertisols calciques que dans celles sur vertisols calco-magnéso-sodiques. La forte teneur en calcium de ces vertisols calciques serait sans doute à l'origine des fortes teneurs en carbone.

***Evolution en fonction du mode d'occupation**

Sous ananas, la teneur moyenne en carbone relevée en surface est élevée (27 $gC.kg^{-1}$ sol dans l'horizon 0-10 cm) et même supérieure aux valeurs moyennes mesurées sous canne et banane (respectivement 24 $gC.kg^{-1}$ sol en surface en canne sans brûlis, 21 $gC.kg^{-1}$ dans l'horizon 0-10 cm en canne avec brûlis et 19 $gC.kg^{-1}$ dans les 10 premiers centimètres du sol sous banane). Cependant, ces parcelles en ananas sont installées sur des sols plus ou moins allophaniques, ce qui explique en partie ces niveaux élevés de carbone en surface.

Les différences du niveau de carbone, en particulier sous cultures maraîchères fortement intensifiées, concernent l'ensemble des couches travaillées et s'expliqueraient par les pertes gazeuses par minéralisation dues aux labours fréquents (8 à 12 passages d'outils par an), par les faibles restitutions organiques des jachères de courte durée et par les pertes en terres provoquées par l'allongement des périodes où le sol est laissé nu et par l'érosion accrue de la surface du sol qui en résulte (ALBRECHT et al., 1992b ; KULESZA, 1994 ; CHEVALLIER, 1999).

Dans la plupart des profils, les variations des teneurs en carbone dues à différents modes de gestion des terres, concernent surtout les 40 premiers centimètres du sol (COINTEPAS et MAKILO, 1982). De plus, les variations les plus marquées de la teneur en carbone sont observées dans l'horizon de surface 0-10 cm. Nous allons donc étudier les facteurs qui déterminent les niveaux en matière organique de cet horizon de surface.

II.2.2 Evolution de la teneur en carbone avec la nature du sol (texture et minéralogie)

II.2.2.1 Résultats obtenus

A partir des teneurs en carbone (moyenne fosse principale et répétitions) et du pourcentage en éléments fins (argiles (A) 0-2 µm + Limons fins (LF) 2-20 µm) mesurés dans l'horizon 0-10 cm, on remarque que :

Les sols à alluvions sableuses (sols As), à forte teneur en sables et en éléments grossiers (entre 10 et 20 % d'éléments fins), présentent des teneurs en carbone avoisinant les 25 $gC.kg^{-1}$ sol.

Les sols jeunes sur cendres et ponces (sols J), contenant également une forte proportion de sables et d'éléments grossiers (entre 5 et 10 % d'éléments fins), présentent des teneurs en carbone très variables en surface, comprises entre 10 et 46 $gC.kg^{-1}$ sol.

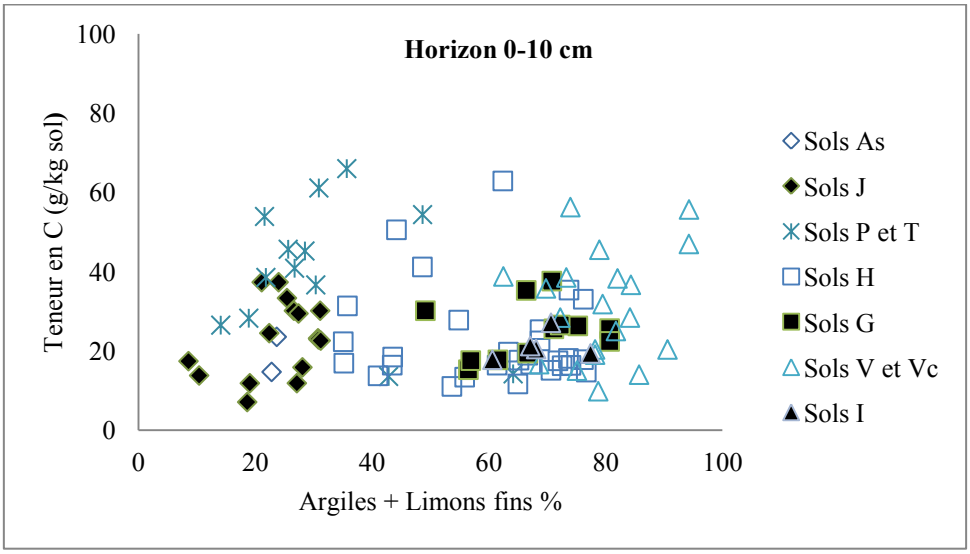


Figure 32
Variations de la teneur en carbone du sol en fonction de la texture (Argiles 0-2 µm + Limons fins 2-20 µm) et par type de sol

Les sols à allophanes (sols P et T) présentent généralement de fortes teneurs en éléments grossiers et en sables (ils contiennent entre 10 à 30 % d'éléments fins) ainsi que de fortes teneurs en carbone dans l'horizon de surface (entre 20 et 86 $gC.kg^{-1}$ sol). Dans les andosols sur tufs (sols T), les parcelles (Gros-Morne et Sainte-Marie P2) présentent de fortes

proportions en éléments fins (40 à 65 % d'argiles et des teneurs en carbone variables, comprises entre 13 et 54 $gC.kg^{-1}$ sol en surface.

Les sols à argiles cristallisées, sols brun-rouille à halloysite, ferrisols, vertisols et sols rouges à montmorillonite contiennent de fortes proportions d'argiles (entre 40 à 80 % d'éléments fins) et présentent des teneurs en carbone généralement comprises entre 15 et 60 $gC.kg^{-1}$ sol.

II.2.2.2 Discussion

Il semble y avoir une relation entre la texture (teneur en éléments fins) et la teneur en carbone des sols : l'augmentation de la proportion en éléments fins semble favoriser un accroissement des teneurs en matières organiques. Cependant, les andosols riches en sables et en éléments grossiers, font exception à la règle générale et présentent des teneurs en carbone généralement fortes.

Cette relation entre la texture et la teneur en carbone est à rapprocher des travaux réalisés par TURENNE (1977), FELLER et BEARE (1997). En effet, dans une étude sur une série de sols ferrallitiques de Guyane, TURENNE établit une corrélation entre teneur en carbone et teneur en éléments fins (< 20µm) : C ($g.kg^{-1}$ sol) = 2,67 + 0,70 A+LF (%) (n = 21). FELLER et BEARE (1997) mettent également en évidence l'existence de gradients de matière organique dans les sols tropicaux en relation avec leur minéralogie. Ils distinguent trois groupes principaux de sols tropicaux basés sur la minéralogie : les sols à kaolinite et/ou à halloysite qu'ils appellent « low activity clay » ou LAC, les sols à smectites, qu'ils nomment « high activity clay » ou HAC et les sols plus ou moins allophaniques qu'ils notent ALL. Ils établissent la corrélation suivante pour les sols LAC :

$C_{0\text{-}20\ cm}$ ($g.kg^{-1}$ sol) = 0,46 A+LF (%) + 1,80 (n = 65 ; r = 0,87).

Une régression linéaire est calculée entre le carbone total et la teneur en éléments fins mesurés dans les 10 premiers centimètres de sol, sur les sols LAC (ici, les sols jeunes sur cendres et ponces, les sols brun-rouille à halloysite et les ferrisols) et sur les sols HAC (ici, les vertisols, les sols rouges à montmorillonite (qui sont intermédiaires entre HAC et LAC) et les sols à alluvions sableuses).

On obtient les équations suivantes :

C_{LAC} (g.kg^{-1} sol) = 0,0009 A+LF (%) + 2,2818 (n = 57 ; R = 0,02) ;

C_{HAC} (g.kg^{-1} sol) = 0,0241 A+LF (%) + 1,0716 (n = 27 ; R = 0,32).

Malgré un nombre important d'échantillons, ces équations de régression présentent de faibles coefficients de corrélation entre la teneur en carbone et la texture. FELLER (1995), note pour une collection de ferrisols des Petites Antilles, que *« malgré un nombre suffisant d'échantillons pour une étude statistique »* on observe une *« absence totale de liaisons hautement significatives entre la teneur en carbone et toutes les autres caractéristiques chimiques et physico-chimiques »*. Il existe, pour les ferrisols, *« des liaisons souvent étroites entre la teneur en matière organique des sols et diverses propriétés édaphiques (...). Ce n'est pas le cas pour les sols argileux des Petites Antilles, naturellement plus riches en éléments nutritifs et souvent fertilisés (...). Dans ces conditions, et malgré de fortes variations des teneurs en carbone, les « effets matière organique » ne sont pas perceptibles »*.

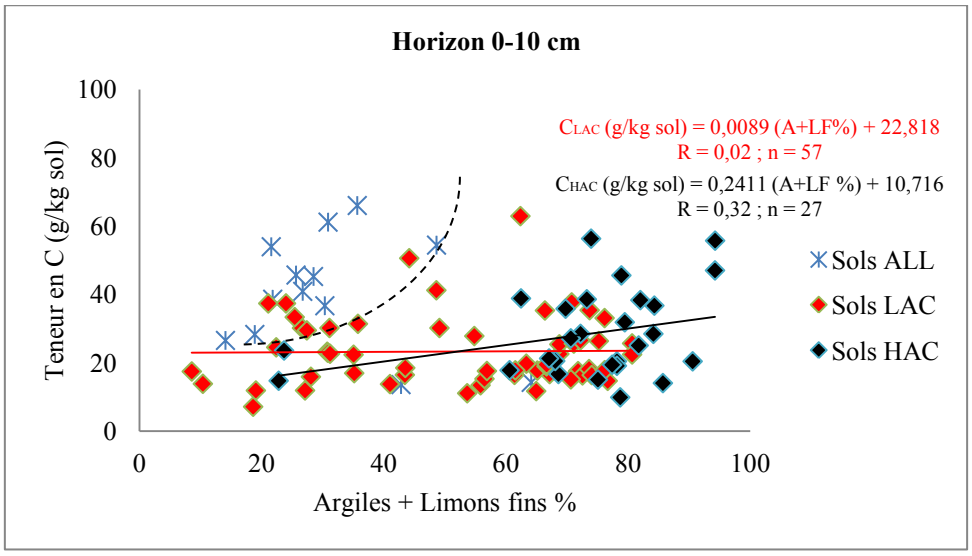


Figure 33
Variations de la teneur en carbone du sol en fonction de la texture (Argiles 0-2 µm + Limons fins 2-20 µm) et par grand groupe minéralogique

Ces équations calculées, sont à rapprocher de travaux réalisés sur des sols des Petites Antilles par FELLER et al. (2001) dans lesquels il n'avait pas été trouvé de relations significatives entre texture (argiles + Limons fins) et carbone organique du sol, pour des sols LAC (R = 0,05 ; n = 16), tandis que pour les sols HAC (C_{HAC} (g.kg^{-1} sol) = 0,59 A+LF (%) +

19,6 ; r = 0,48 ; n = 22) une corrélation positive et significative était remarquée entre teneur en carbone du sol et teneur en éléments fins (0-20 µm).

La pente de l'équation de régression des sols HAC est plus prononcée que celle de l'équation calculée pour les sols LAC. Ceci est sans doute lié au faible nombre d'échantillons de sols HAC présentant des textures sableuses. Toutefois, ces régressions calculées pour les sols LAC et HAC ne présentent pas beaucoup de différences. Cette faible divergence, malgré des minéralogies différentes, montre qu'il n'y a pas d'effet spécifique des argiles 2/1 (ou smectites) par rapport aux argiles 1/1 (kaolinite et halloysite) vis-à-vis du stockage de la matière organique dans le sol (ALBRECHT et al., 1992a ; FELLER, 1995 ; FELLER et BEARE (1997) ; FELLER et al., 2001).

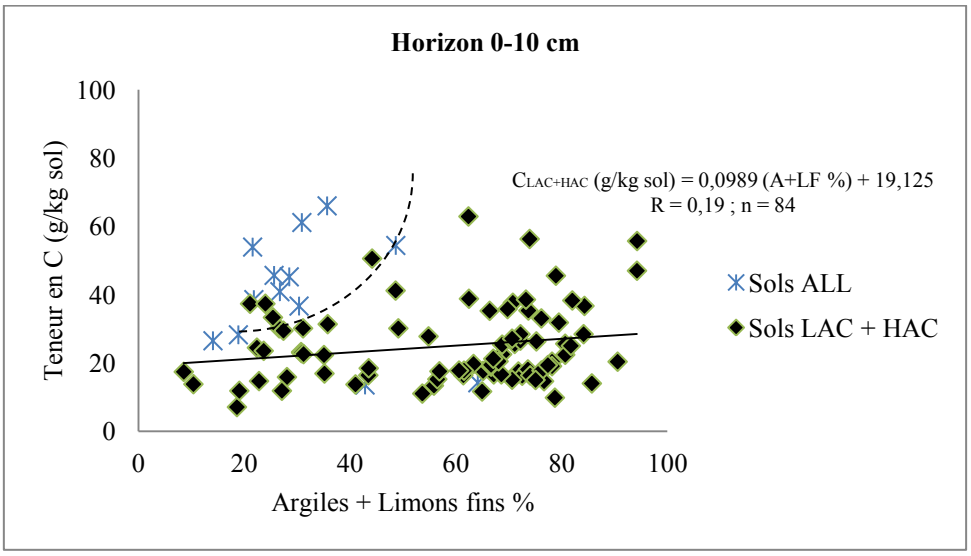


Figure 34
Variations de la teneur en carbone du sol en fonction de la texture (Argiles 0-2 µm + Limons fins 2-20 µm) et par grand groupe minéralogique

En revanche, les sols ALL présentent des niveaux élevés de carbone malgré des conditions climatiques ou des modes de gestion similaires. Ces niveaux élevés en matière organique dans les sols ALL s'expliqueraient selon QUANTIN et al. (1991), FELLER et BEARE (1997) et PERCIVAl et al. (2000) par une stabilisation des matières organiques, dans les sols à allophanes, sous forme de complexes humus-Al.

II.2.3 Effet du mode de gestion des terres sur les teneurs en carbone

II.2.3.1 Résultats obtenus

On compare la relation entre teneur en carbone et pourcentage en éléments fins (0-20 µm) des sols LAC et HAC, en situations non cultivées (forêts, prairies, friches et jachères) et en situations sous cultures (tous systèmes de cultures confondus).

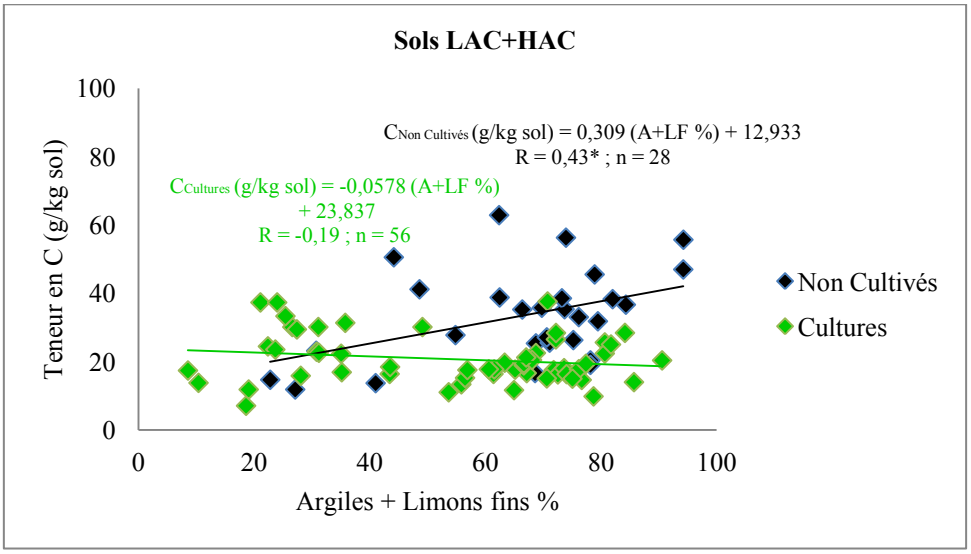


Figure 35
Variations de la relation entre la teneur en carbone et la teneur en éléments fins (0-20 µm) dans les sols LAC+HAC (horizon 0-10 cm) avec la mise en culture

Dans les situations non cultivées, on observe une corrélation positive et significative entre teneur en carbone et texture du sol ; en revanche, sous cultures, il n'y a pas de relations significatives.

Les relations, teneur en carbone et texture, sont détaillées par modes d'occupation des terres.

Les sols sous forêts présentent les teneurs en carbone les plus élevées ; ces teneurs diminuent sous prairies et sous cultures.

Sous cultures, les teneurs en carbone sont relativement élevées sous canne, et peuvent égaler voire dépasser, celles mesurées sous prairies et sous forêts, dans les sols à texture sableuse. Les sols cultivés en banane ou en cultures maraîchères et vivrières présentent des

teneurs en carbone similaires. Celles-ci sont généralement plus faibles que celles relevées sous canne.

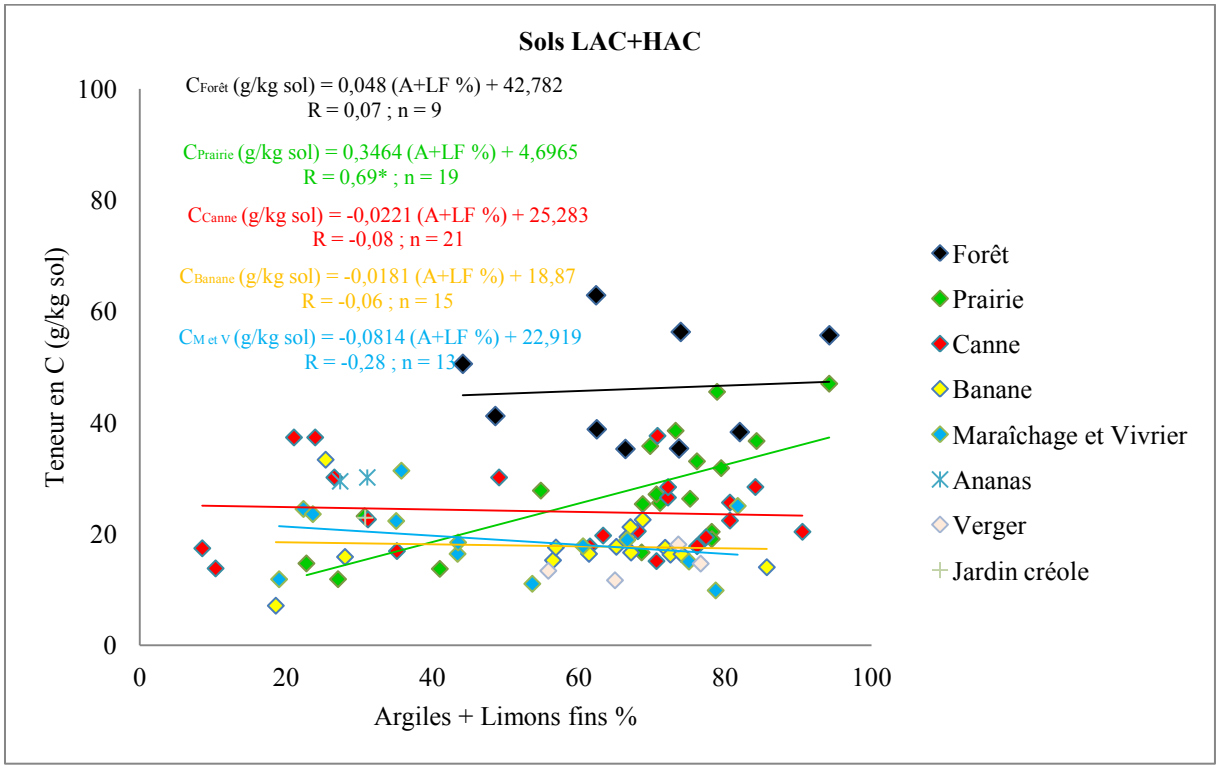


Figure 36
Relations entre la teneur en carbone et la teneur en éléments fins (0-20 µm) dans les sols LAC+HAC (horizon 0-10 cm) sous différents modes d'occupation

Sous prairies, on observe une corrélation positive et significative entre teneur en carbone et texture du sol. En revanche, sous forêts et sous cultures, il n'y a pas de relations significatives. Ceci est sans doute dû à la grande variété de systèmes de cultures existant en Martinique (les pratiques culturales étudiées ici, varient d'une agriculture intensive (plantations industrielles de banane, canne à sucre et ananas, cultures maraîchères fortement intensifiées) à traditionnelle (jardins créoles, etc.).

II.2.3.2 Utilisation des données de la littérature

Une base de données a été élaborée à partir des résultats d'analyses provenant de différents rapports, mémoires, thèses et articles datant des années 1970 à nos jours, réalisés sur l'ensemble du territoire de la Martinique (ALBRECHT et al., 1992b ; BOYER, 1985 ; CASTAGLIONE, 1996 ; CHEVALLIER, 1996 ; CHEVALLIER, 1999 ; CHEVIGNARD, 1985 ; COCU, 1999 ; COLMET-DAAGE et al., 1960-1970 ; DUBOISSET, 1995 ; FELLER, 1995 ; KOUAKOUA, 1994 ; KULESZA, 1994 ; LEFUR, 1994 ; NATIVEL, 1980 ;

NDANDOU, 1998, NJOH-ELLONG, 1984 ; RHINO, 1985 ; SELS, 1999 ; TURENNE, 1975 ; TURENNE, 1976 ; TURENNE, 1977 ; TURENNE, 1979 ; TURENNE, 1981 ; TURENNE, 1982 ; TYBURN, 1986 ; VENKATAPEN, 1999).

***Evolution de la teneur en carbone avec la nature du sol (texture et minéralogie)**

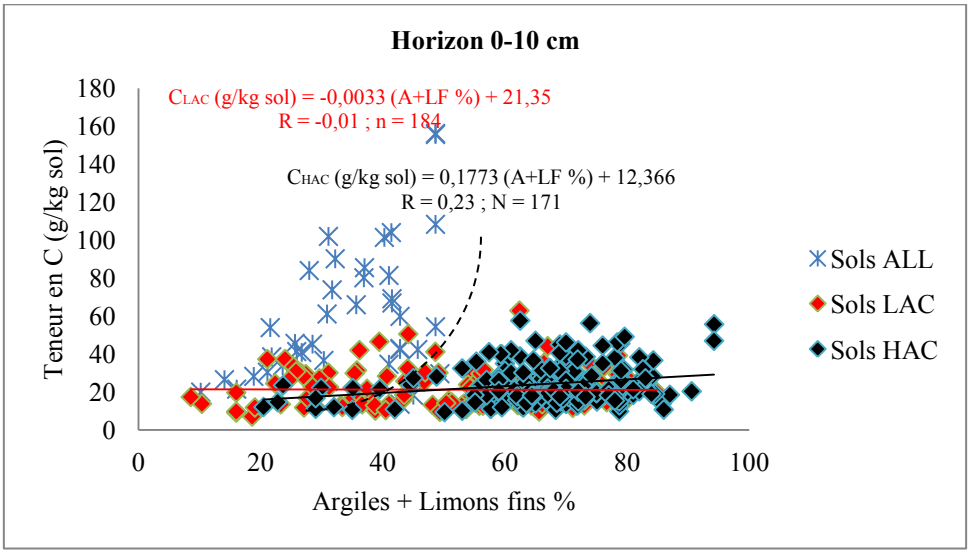


Figure 37
Variations sur l'ensemble des données bibliographiques de la teneur en carbone du sol en fonction de la texture (Argiles 0-2 µm + Limons fins 2-20 µm) et de la minéralogie

Malgré un nombre plus important d'échantillons, les équations de régression calculées, présentent toujours de faibles coefficients de corrélation entre la teneur en carbone et la texture.

Bien que la pente de l'équation de régression des sols HAC soit plus prononcée que celle de l'équation calculée pour les sols LAC, ces régressions calculées pour les sols LAC et HAC ne présentent pas beaucoup de différences. Ainsi, malgré des minéralogies différentes, il n'y a pas d'effet spécifique des argiles 2/1 (ou smectites) par rapport aux argiles 1/1 (kaolinite et halloysite) vis-à-vis du stockage de la matière organique dans le sol.

Par ailleurs, malgré des conditions climatiques ou des modes de gestion similaires, les sols ALL présentent des niveaux élevés de carbone, ce qui s'expliquerait par la stabilisation des matières organiques, dans les sols à allophanes.

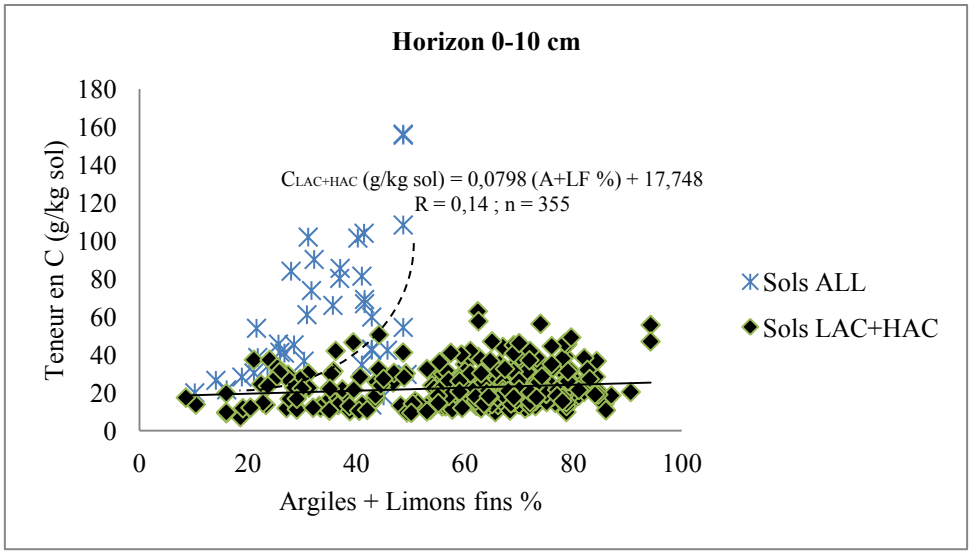


Figure 38
Variations sur l'ensemble des données bibliographiques de la teneur en carbone du sol en fonction de la texture (Argiles 0-2 µm + Limons fins 2-20 µm) et de la minéralogie

***Effet du mode de gestion des terres sur les teneurs en carbone**

En utilisant l'ensemble des données recueillies sur le territoire de la Martinique, on compare la relation entre teneur en carbone et pourcentage en éléments fins (0-20 µm) des sols LAC et HAC, en situations non cultivées (forêts, prairies, friches et jachères) et en situations sous cultures (tous systèmes de cultures confondus).

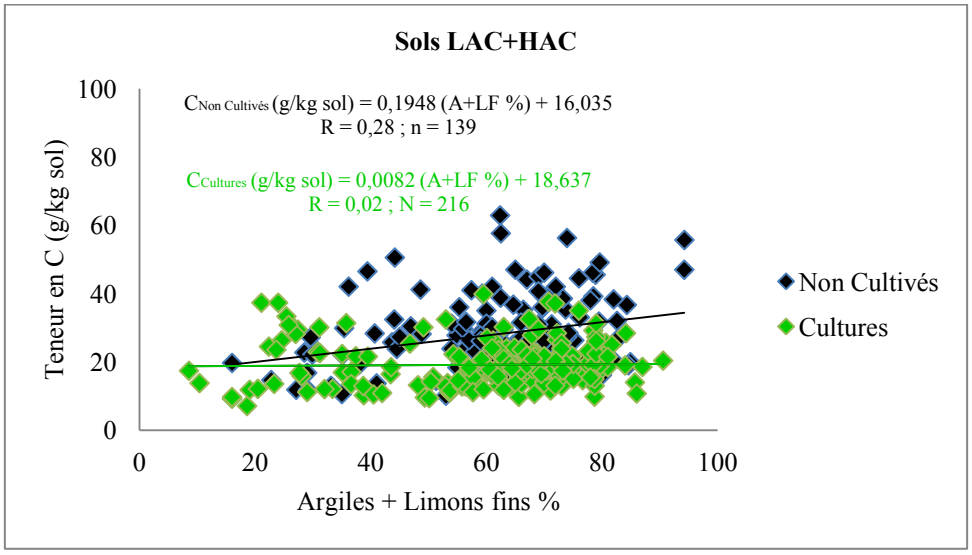


Figure 39
Variations sur l'ensemble des données bibliographiques de la relation entre la teneur en carbone du sol et la teneur en éléments fins (0-20 µm) avec la mise en culture

On observe une faible corrélation positive entre teneur en carbone et texture du sol, dans les situations non cultivées ; en revanche, sous cultures, il n'y a pas de relations significatives.

Ces relations entre teneur en carbone et texture du sol sont détaillées par modes d'occupation des terres :

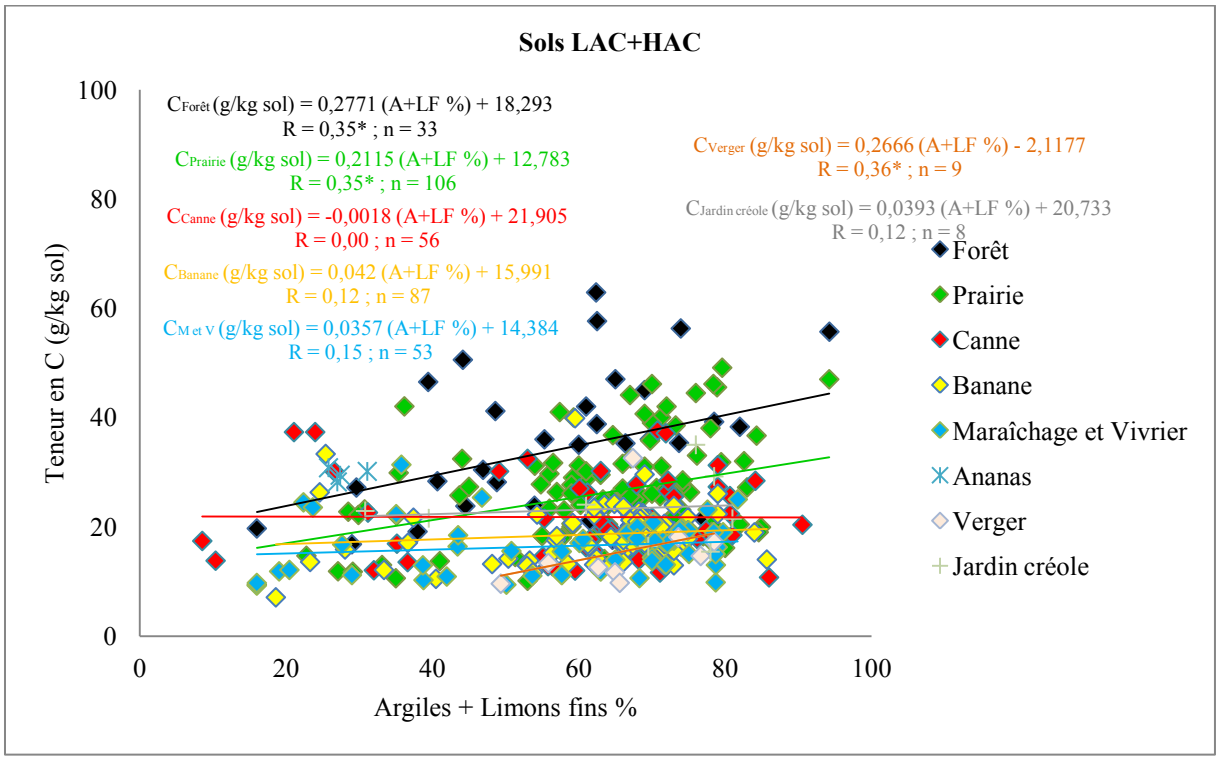


Figure 40
Relations sur l'ensemble des données bibliographiques entre la teneur en carbone et la teneur en éléments fins (0-20 µm) dans les sols LAC+HAC (horizon 0-10 cm) sous différents modes d'occupation

Les sols sous forêts présentent les teneurs en carbone les plus élevées ; ces teneurs diminuent sous prairies et sous cultures. Sous forêts et prairies, on observe une corrélation positive et significative entre teneur en carbone et texture du sol.

Sous cultures, les teneurs en carbone sont relativement élevées sous canne et jardin créole et peuvent égaler, voire dépasser, celles mesurées sous prairies et sous forêts, dans les sols à texture sableuse. Les sols cultivés en banane, en cultures maraîchères et vivrières ou en vergers présentent des teneurs en carbone similaires. Celles-ci sont généralement plus faibles que celles relevées sous canne et jardin créole.

Sous vergers, malgré un faible nombre d'échantillons analysés (n = 9), on observe une faible corrélation positive, mais significative entre teneur en carbone et texture du sol. Toutefois, sous quasiment tous les autres systèmes de cultures étudiés, il n'y a pas de relations significatives entre teneur en carbone et texture du sol. Ceci s'explique d'une part, par la grande variété de systèmes de cultures existant en Martinique. D'autre part, étant donné que nous avons utilisé des données bibliographiques remontant jusqu'aux années 1970, certaines des pratiques culturales mises en place il y a 40 ans, ont parfois eu un énorme impact sur les sols ainsi cultivés.

Ainsi CHEVIGNARD et al. (1987), observent les effets, sur des ferrisols et des andosols cultivés en canne à sucre, du *des terres agricoles en Martinique (...) pratiqué depuis 1970 environ. »* Cette opération de génie rural *« consiste en un nivellement des collines pour faciliter la mécanisation des cultures (cannes à sucre principalement).*

L'horizon humifère A n'étant pas généralement conservé, la culture est implantée directement sur les horizons B ou C mis à jour (haute de pente et mi-pente) ou sur des matériaux remaniés des horizons décapés en bas de pente. Il en résulte une modification importante des propriétés des sols, et, par voie de conséquence, de certaines relations sol – plante. »

Or, ils constatent que *« après 10 ans environ de culture de canne à sucre, le profil des sols remodelés reste peu différencié, de type Ap/B/C ou Ap/C. A quelques exceptions près, les variations texturales sont peu marquées, au moins en ce qui concerne l'ensemble des constituants inférieurs à 20 µm. Les teneurs en matières organiques sont faibles, et représentent environ 30 % du stock organique des témoins. »* Ainsi, il faudra entre 30 et 60 ans pour en reconstituer 50 % (CHEVIGNARD, 1985).

Par ailleurs, les sols sous cultures maraîchères et vivrières regroupent des situations très variées. En effet, TYBURN (1986) distinguent différents niveaux d'intensification de ces systèmes de cultures :

- les cultures maraîchères et vivrières fortement intensifiées (MaFi/ViFi) avec jachère de courte durée (inférieure à 6 mois) ;

- les cultures maraîchères et vivrières moyennement intensifiées (Mami/Vimi) avec jachère de 6 mois à 2 ans ;
- les cultures maraîchères et vivrières faiblement intensifiées (Mafi/Vfi) avec jachère de longue durée (supérieure ou égale à 2 ans).

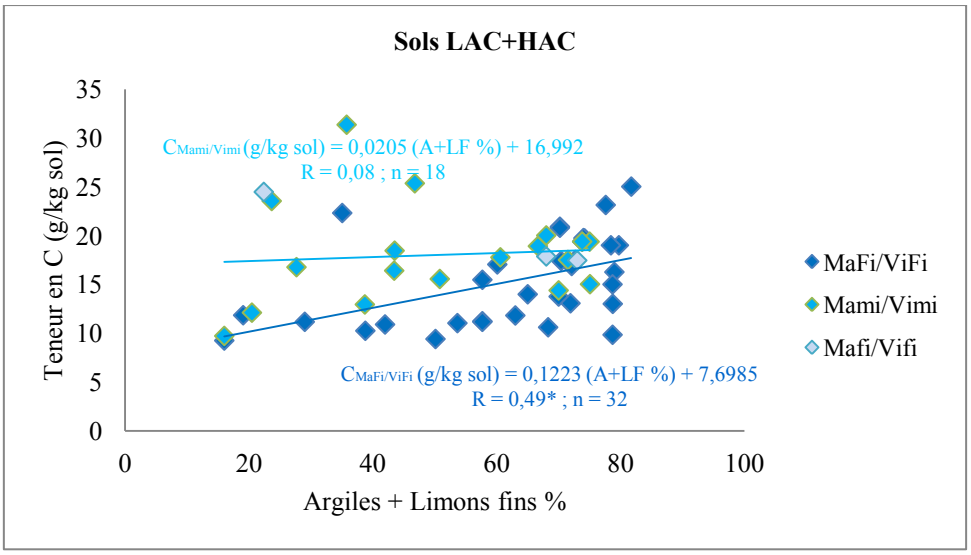


Figure 41
Relations entre la teneur en carbone et la teneur en éléments fins (0-20 µm) dans les sols LAC+HAC (horizon 0-10 cm) sous cultures maraîchères et vivrières selon leur degré d'intensification

Les relations entre teneur en carbone et texture du sol sont détaillées par niveau d'intensification des cultures : les parcelles en Mami/Vimi et Mafi/Vifi présentent les teneurs en carbone les plus élevées ; ces teneurs diminuent sous MaFi/ViFi.

On observe une faible corrélation positive entre teneur en carbone et texture du sol, dans les situations sous cultures fortement intensifiées ; en revanche, sous maraîchage et vivrier moyennement intensifiés il n'y a pas de relations significatives. Par ailleurs, le faible nombre d'analyses sous cultures maraîchères et vivrières faiblement intensifiées ne permet pas d'établir de relations entre teneur en carbone et texture du sol.

II.2.3.3 Synthèse et discussion des résultats

Sous quasiment tous les modes d'occupation, les pentes sont généralement positives : il y a bien un effet texture. Cet « effet texture » est perceptible sous forêts et sous prairies (coefficients de corrélation significatifs), et généralement plus faible sous cultures, sauf sous vergers et cultures maraîchères et vivrières fortement intensifiées.

Dans les sols sableux, la différence de carbone entre situations non cultivées et parcelles sous cultures est faible, donc la potentialité de séquestration du carbone est faible ou nulle. En revanche, les variations observées dans les sols riches en éléments fins supposent des potentialités de stockage du carbone plus fortes dans les sols argileux. Ces résultats sont à rapprocher de travaux réalisés par BUSCHIAZZO et al ; (1991), FELLER et al. (1991), FELLER (1995), FELLER et BEARE (1997), HEVIA et al. (2002) sur des sols d'Afrique, des Antilles et d'Argentine.

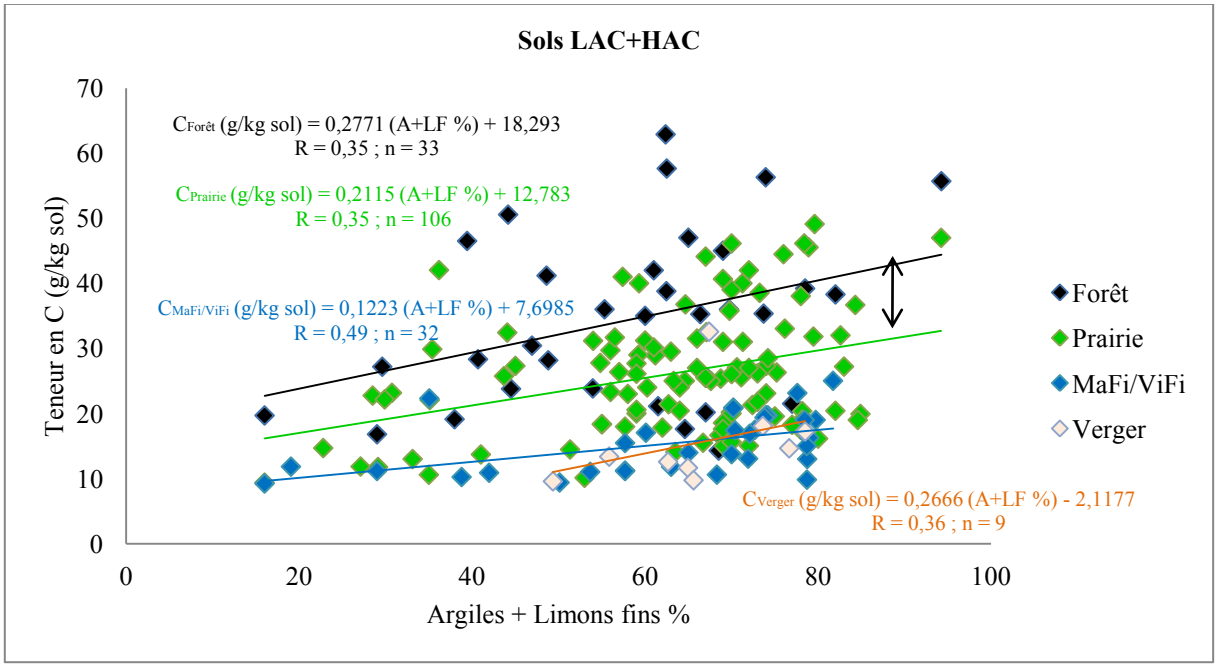


Figure 42
Pertes en carbone dans les sols LAC+HAC (horizon 0-10 cm) en fonction du mode d'occupation et de la teneur en éléments fins (0-20 µm)

La mise en culture exerce un impact négatif sur les teneurs en matière organique du sol. Ces différences des teneurs en carbone sont corroborées par des travaux, sur des sols tropicaux, de FELLER et al. (1991) où ils mettent en évidence des diminutions, avec la mise en culture, des teneurs en carbone d'environ 30 à 40 % en moyenne du stock des sols non cultivés.

Sous prairies, les ΔC mesurés (différences de teneurs en carbone entre les modes de gestion initiaux [ici, les parcelles sous forêts] et les modes de gestion actuels [ici, les parcelles sous prairies]) varient avec la texture, de 5 à 30 % des teneurs en carbone mesurées sous

forêts. Sous cultures, ces ΔC varient avec la texture de 10 à 60 % des teneurs mesurées sous forêts. De plus, on remarque que la diminution la plus forte des teneurs en carbone (ΔC de 60 % par rapport aux teneurs initiales sous forêts) est observée dans les parcelles sous cultures maraîchères fortement intensifiées.

Ces pertes en carbone s'expliqueraient par :
- une diminution des entrées organiques (moins de restitutions organiques) ;
- une augmentation des sorties de carbone : plus forte minéralisation due aux labours, pertes en terres provoquées par une érosion accrue de la surface du sol et plus fortes pertes en carbone soluble par drainage (ALBRECHT et al., 1992b ; BUSCHIAZZO et al., 1991 ; KULESZA, 1994 ; CHEVALLIER, 1999 ; BLANCHART et al., 2003).

L'intensification des cultures renforcerait en outre (par des vitesses plus élevées de minéralisation et par des processus d'érosion plus intensifs, dus à des labours fréquents), ces pertes en matières organiques (BUSCHIAZZO et al., 1991). Ainsi, pour un même type de culture (ici, les cultures maraîchères), des itinéraires techniques différents (travail du sol manuel ou mécanisé, labours plus ou moins fréquents, etc.) peuvent provoquer une diminution plus ou moins importante de la teneur en carbone.

Dans les sols sableux ou à forte proportion de sables, on remarque que les teneurs en carbone sous canne, dans les 10 premiers centimètres du sol, peuvent être supérieures à celles mesurées sous prairie, voire sous forêt. Ceci est dû à une forte production racinaire de la canne à sucre et donc, à de fortes restitutions organiques de cette culture dans l'horizon de surface du sol et à une meilleure protection vis-à-vis de l'érosion. Ceci a été montré pour des sols à halloysite (BLANCHART et al., 2003).

II.3 LES STOCKS ORGANIQUES

Les stocks organiques (kgC.m-2) des 98 parcelles étudiées sont détaillés dans l'Annexe IV.

II.3.1 Evolution des stocks organiques en fonction du type de sol

II.3.1.1 Dans l'horizon 0-10 cm

Dans les sols à alluvions sableuses (sols As), les stocks organiques varient entre 16 et 20 kgC.m^{-2} dans l'horizon 0-10 cm.

Dans les sols jeunes sur cendres et ponces (sols J), le stock organique moyen (tous modes d'occupation confondus) est 13 kgC.m^{-2}; il est très variable en surface (comprise entre 7 et 27 kgC.m^{-2}), mais est généralement inférieur à 20 kgC.m^{-2}.

Dans les sols jeunes à allophanes (sols P), le stock organique moyen est de 21 kgC.m^{-2}. Les stocks en carbone sont très variables en surface, avec des valeurs comprises entre 9 et 35 kgC.m^{-2}, mais ils se situent généralement entre les valeurs de 17 et 22 kgC.m^{-2}. Dans les andosols sur tufs (sols T), le stock organique moyen est de 25 kgC.m^{-2} en surface : il est généralement très variable en surface avec des valeurs comprises entre 13 et 37 kgC.m^{-2}.

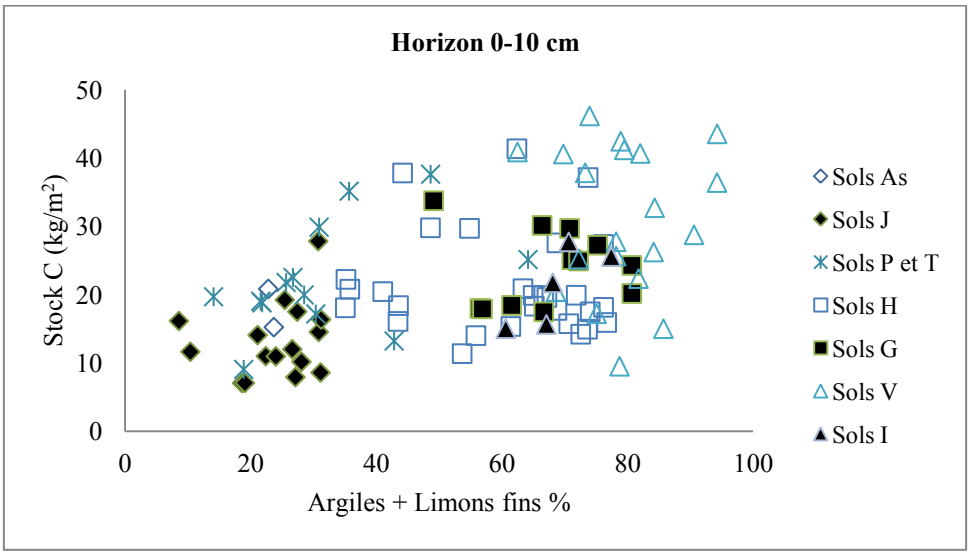


Figure 43
Variations dans l'horizon de surface du stock organique du sol en fonction de la texture (Argiles 0-2 µm + Limons fins 2-20 µm) et du type de sol

Dans les sols brun-rouille à halloysite, le stock organique en surface est de 21 kgC.m^{-2} en moyenne : il est très irrégulier avec des valeur comprises entre 11 et 41 kgC.m^{-2}.

Dans les ferrisols, le stock en carbone moyen est de 26 kgC.m^{-2}. Les stocks organiques sont généralement compris entre 17 et 33 kgC.m^{-2}, à l'exception du sol de la parcelle Trinité Ca2 riche en particules de charbon dans les 20 premiers centimètres du sol et dont le stock de carbone atteint 63 kgC.m^{-2}.

Dans les vertisols, le stock de carbone est de 30 kgC.m^{-2} en moyenne. Les stocks de carbone sont très variables en surface avec des valeurs comprises entre 9 et 46 kgC.m^{-2}. On remarque que dans les vertisols calco-magnéso-sodiques (parcelles Rivière-Salée, Sainte Luce et Sainte-Anne) le stock organique moyen est de 27 kgC.m^{-2}, tandis que dans les vertisols calciques (parcelles Marin et Sainte-Anne) il est de 37 kgC.m^{-2}.

Dans les sols rouges à montmorillonite, le stock organique en surface, est d'environ 21 kgC.m^{-2} en moyenne : il varie entre 14 et 27 kgC.m^{-2}.

II.3.1.2 Dans l'horizon 0-30 cm

Dans les sols à alluvions sableuses (sols As), les stocks organiques varient entre 42 et 45 kgC.m^{-2}.

Dans les sols jeunes sur cendres et ponces (sols J), le stock organique moyen (tous modes d'occupation confondus) est de 35 kgC.m^{-2}: il est très irrégulier avec des valeurs comprises entre 16 et 59 kgC.m^{-2}, mais il est généralement inférieur à 40 kgC.m^{-2}.

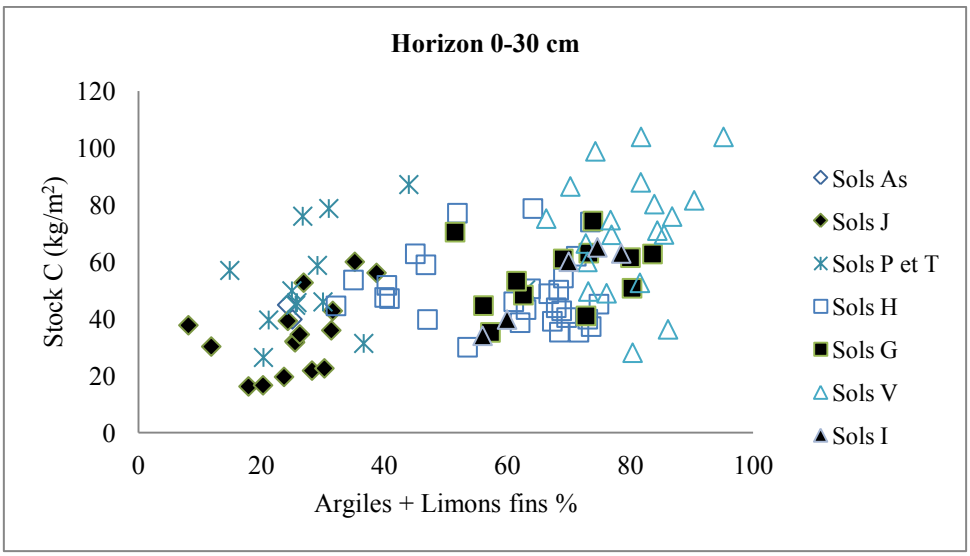


Figure 44
Variations dans l'horizon 0-30 cm du stock organique du sol en fonction de la texture (Argiles 0-2 µm + Limons fins 2-20 µm) et du type de sol

Dans les sols jeunes à allophanes (sols P), le stock organique moyen est de 51 kgC.m^{-2} dans les 30 premiers centimètres du sol. Les stocks de carbone sont très variables avec des

valeurs comprises entre 26 et 78 kgC.m^{-2}. Dans les andosols sur tufs (sols T), le stock en carbone est de 56 kgC.m^{-2} en moyenne : il est également très variable avec des valeurs comprises entre 31 et 87 kgC.m^{-2}.

Dans les sols brun-rouille à halloysite, le stock organique est de 48 kgC.m^{-2} en moyenne (valeurs comprises entre 35 et 77 kgC.m^{-2}).

Dans les ferrisols, le stock en carbone moyen est de 61 kgC.m^{-2}. Les stocks organiques sont généralement compris entre 35 et 74 kgC.m^{-2}. La parcelle Trinité Ca2, cultivée en canne avec brûlis depuis plus de 150 ans et riche en particules de charbon dans les 20 premiers centimètres du sol, a un stock de carbone de 137 kgC.m^{-2}.

Dans les vertisols, le stock en carbone est de 71 kgC.m^{-2} en moyenne. Les stocks en carbone sont très irréguliers avec des valeurs variant entre 28 et 103 kgC.m^{-2}. On remarque que dans les vertisols calco-magnéso-sodiques (parcelles Rivière-Salée, Sainte Luce et Sainte-Anne) le stock organique moyen est de 63 kgC.m^{-2}, tandis que dans les vertisols calciques (parcelles Marin et Sainte-Anne) il est de 84 kgC.m^{-2}.

Dans les sols rouges à montmorillonite, le stock organique dans l'horizon à-30 cm est d'environ 52 kgC.m^{-2} en moyenne : il varie entre 32 et 62 kgC.m^{-2}.

II.3.2 Evolution des stocks organiques en fonction de la nature du sol

A partir des stocks de carbone calculés et du pourcentage en éléments fins (Argiles + Limons fins 0-20 µm) mesurés dans l'horizon de surface des 98 parcelles étudiées (a) et à partir de l'ensemble des données bibliographiques récoltées (b), on obtient les équations suivantes :

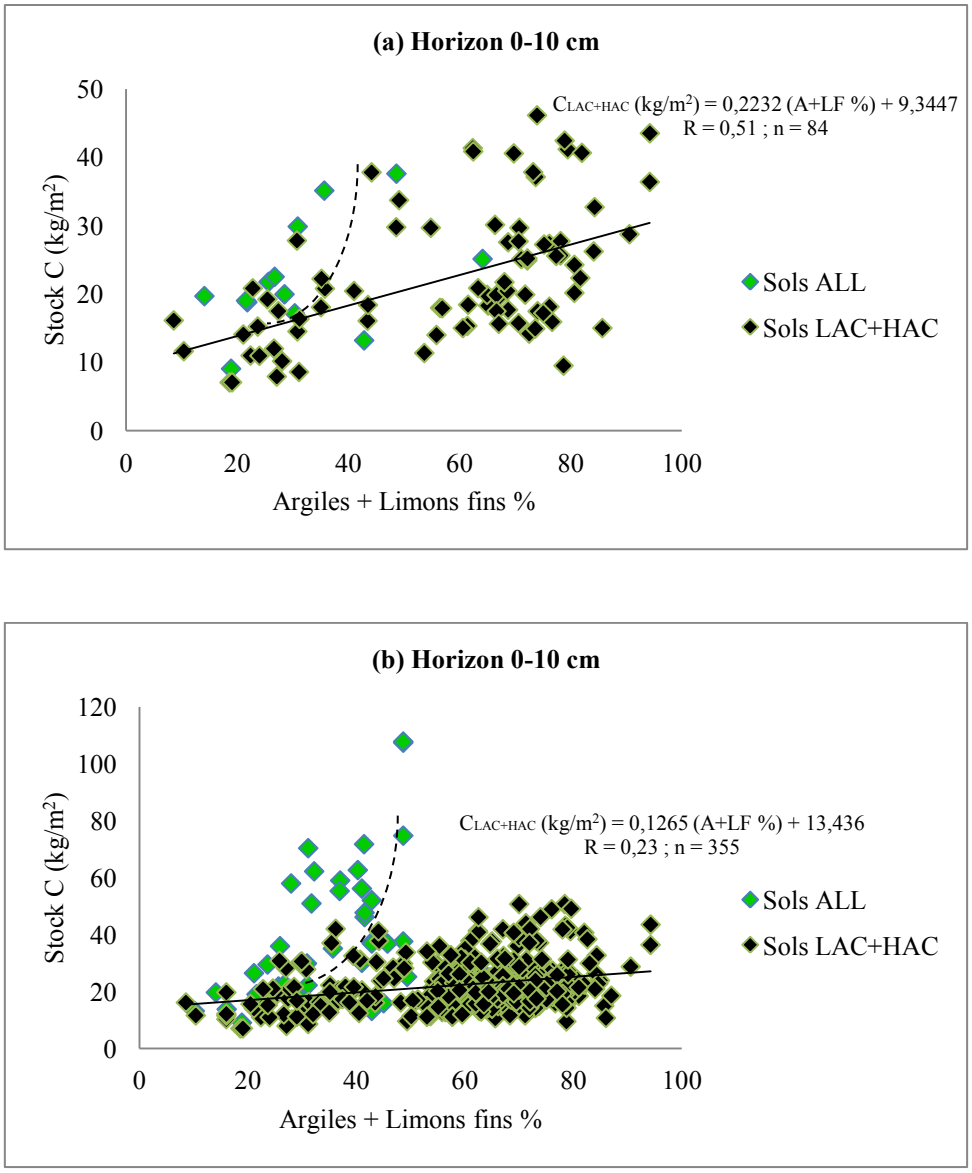


Figure 45
Variations du stock en carbone du sol en fonction de la texture (Argiles 0-2 µm + Limons fins 2-20 µm) et de la minéralogie

De même, les relations entre stocks de carbone et pourcentage en éléments fins (0-20 µm) sont calculées pour les 30 premiers centimètres du sol des 98 parcelles étudiées.

Ces résultats confirment, pour les sols LAC et HAC, les relations que nous avions observées entre teneurs en carbone et texture du sol. Ainsi, il existe une corrélation faible, mais positive entre stock en carbone et texture du sol, aussi bien dans l'horizon de surface que dans l'horizon 0-30 cm.

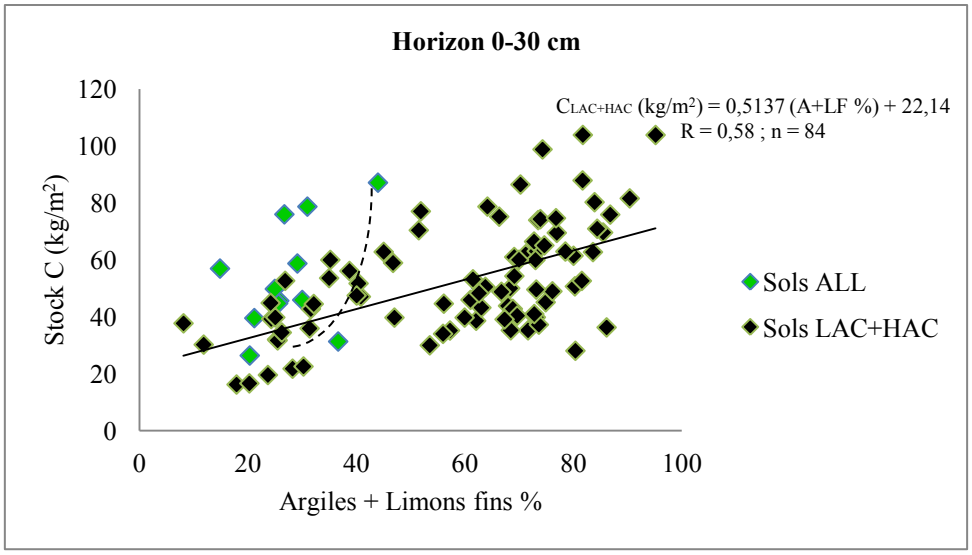


Figure 46
Variations dans l'horizon 0-30 cm du stock en carbone du sol en fonction de la texture (Argiles 0-2 µm + Limons fins 2-20 µm) et de la minéralogie

Par ailleurs, les stocks de carbone élevés mesurés dans les sols ALL, confirment également la stabilisation des matières organiques qui se produit dans les sols à allophanes.

II.3.3 Evolution des stocks organiques avec le mode d'occupation des terres

II.3.3.1 Effet de la mise en cultures

On compare les relations entre stock organique et pourcentage en éléments fins (0-20 µm) des sols LAC et HAC dans l'horizon de surface (figure (a) pour les 98 parcelles étudiées et figure (b) pour l'ensemble des données bibliographiques récoltées), et dans l'horizon 0-30 cm, en situations non cultivées (forêts, jachères et prairies) et sous cultures (tous systèmes de cultures confondus).

Dans les situations non cultivées, comme sous cultures on observe toujours une corrélation faible mais positive entre stock organique et texture du sol.

Dans l'horizon 0-10 cm, les ΔC mesurés varient avec la texture d'environ 25 à 50 % entre les stocks organiques des parcelles non cultivées et les stocks de carbone des parcelles sous cultures.

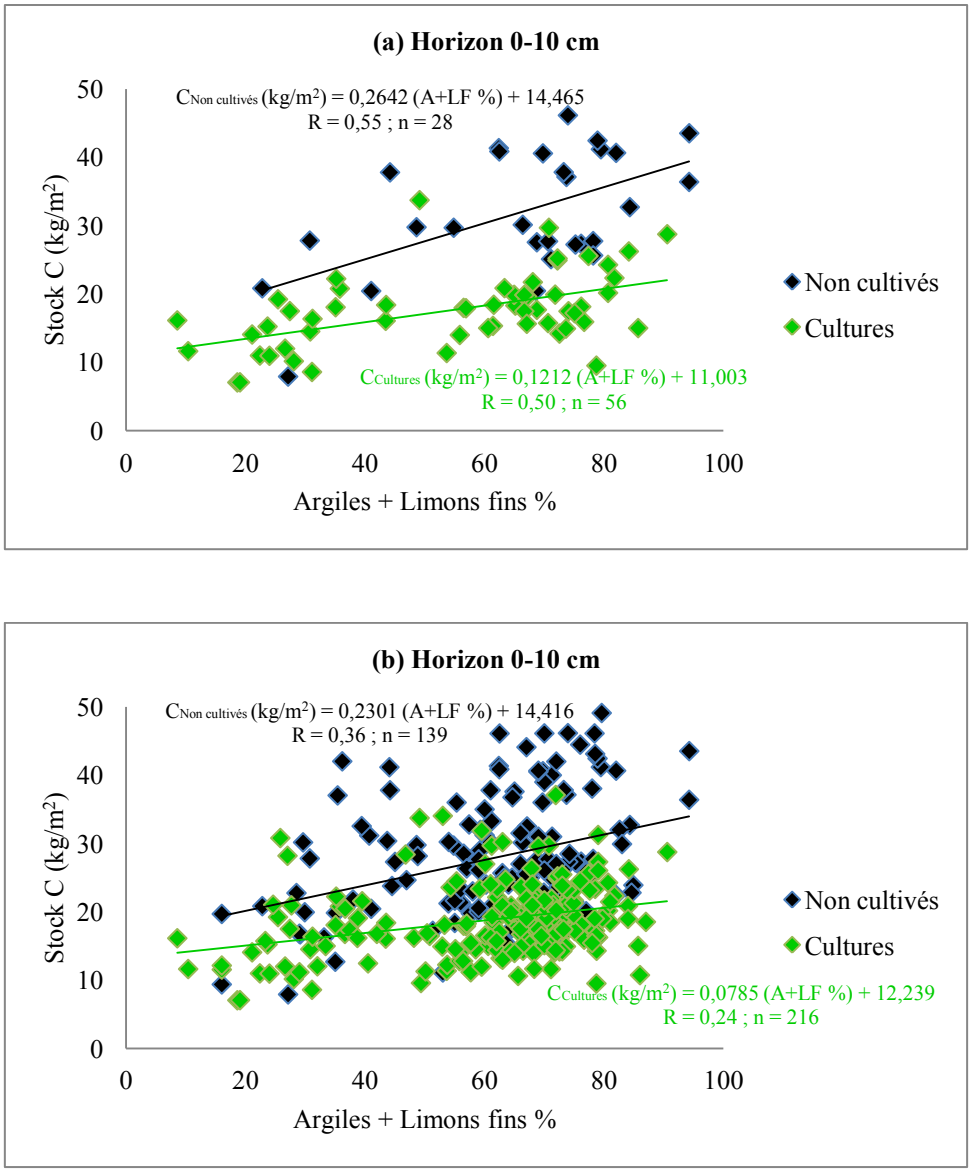


Figure 47
Variations de la relation entre le stock de carbone et la teneur en éléments fins (0-20 µm) dans les sols LAC+HAC (horizon 0-10 cm) avec la mise en culture

Dans l'horizon 0-30 cm, ces ΔC varient avec la texture de 10 à 25 % entre les stocks organiques des parcelles non cultivées et les stocks de carbone des parcelles sous cultures.

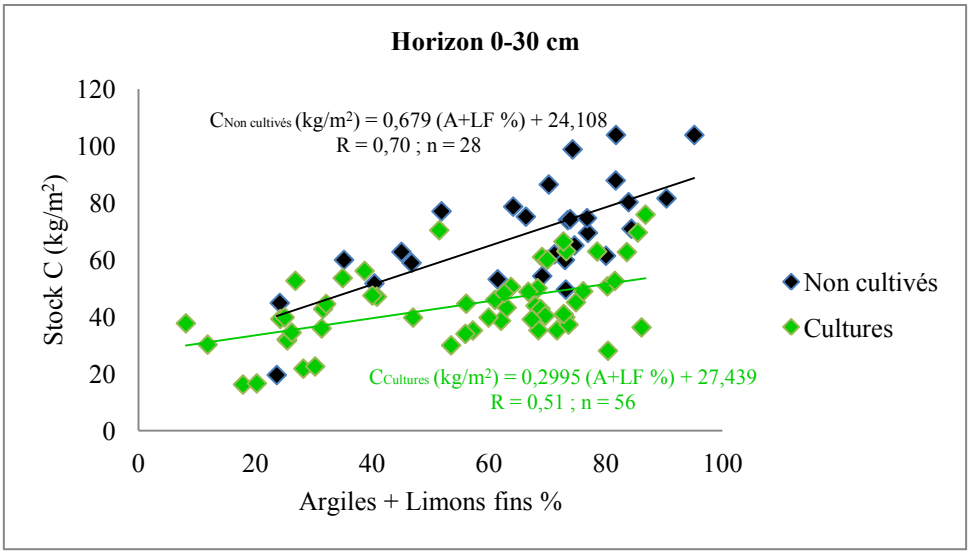


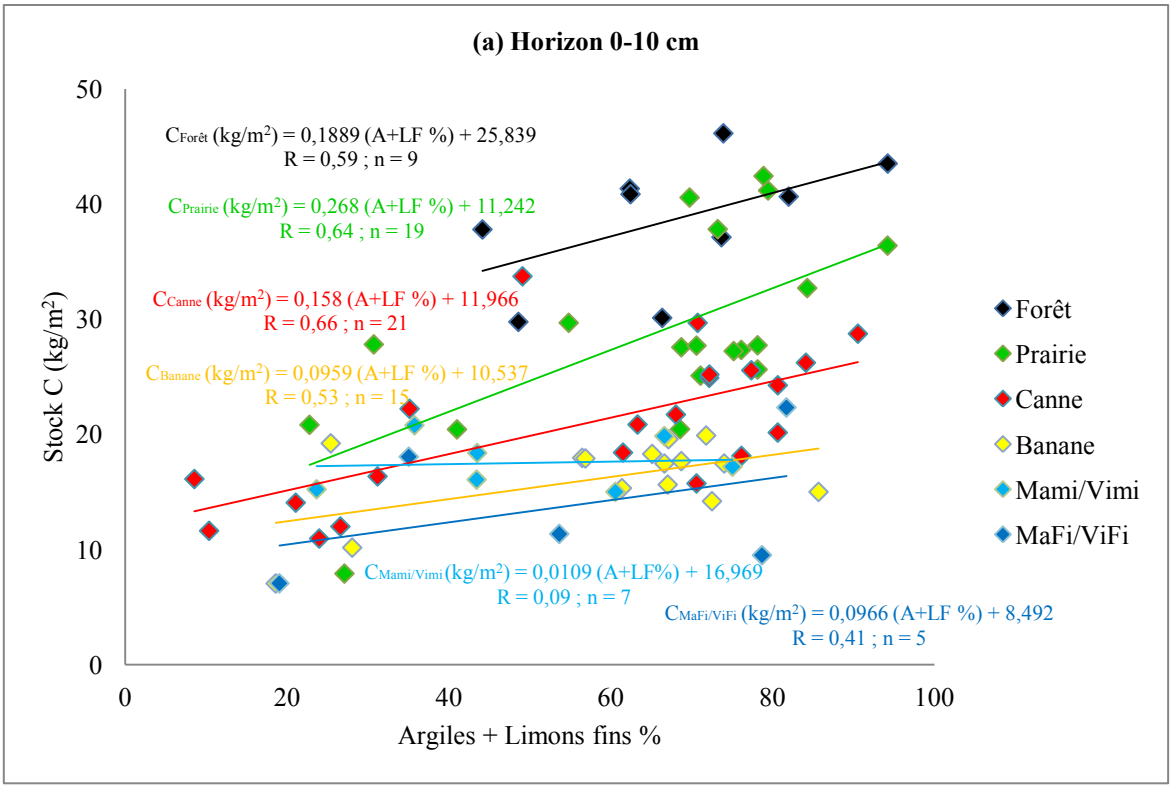
Figure 48
Variations de la relation entre le stock de carbone et la teneur en éléments fins (0-20 µm) dans les sols LAC+HAC (horizon 0-30 cm) avec la mise en culture

II.3.3.2 Effet des systèmes de culture sur les stocks organiques

Les relations entre stocks organiques et texture du sol sont détaillées par modes d'occupation des terres :

Dans l'horizon de surface (0-10 cm), que ce soit pour les 98 parcelles étudiées [figure (a)] ou pour l'ensemble des données bibliographiques récoltées [figure (b)], les sols sous forêt présentent les stocks organiques les plus élevés ; ces stocks diminuent sous prairies et sous cultures. Sous prairies, les stocks organiques peuvent égaler voire dépasser, ceux mesurés sous forêts, dans les sols à texture sableuse.

Sous cultures, les stocks de carbone les plus élevés sont mesurés sous canne ; les stocks organiques les plus faibles, sous cultures maraîchères et vivrières fortement intensifiées. Les stocks organiques des sols cultivés en jardin créole, cultures maraîchères et vivrières moyennement intensifiées, en banane et en verger s'intercalent entre ces deux extrêmes.



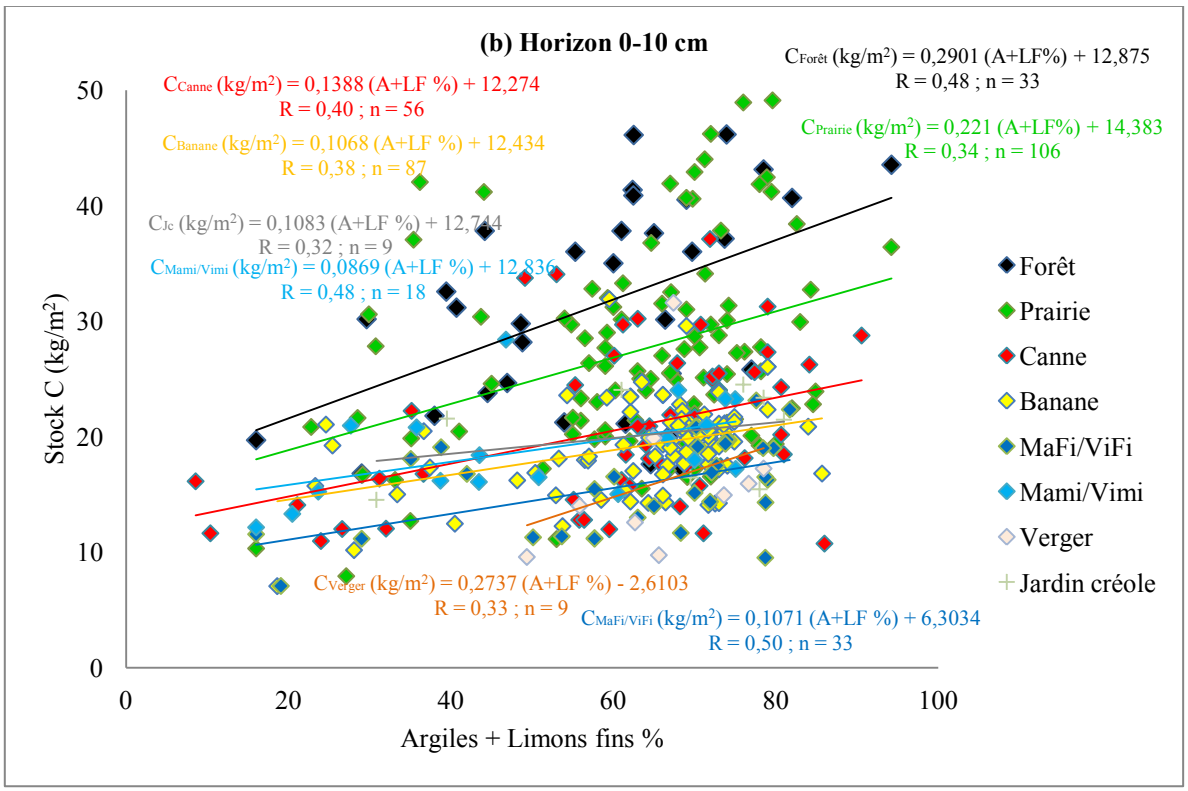


Figure 49
Relations entre le stock de carbone et la teneur en éléments fins (0-20 µm) dans les sols LAC+HAC (horizon 0-10 cm) sous différents modes d'occupation

Sous tous les modes d'occupation, on observe une corrélation positive entre stock organique et texture du sol. De même, on note, par rapport aux sols sous forêt qui servent de référence, une diminution des stocks organiques sous prairies et sous cultures, diminution qui varie avec la teneur en éléments fins du sol.

Sous prairie, les ΔC mesurés (différences de stocks de carbone entre les modes de gestion initiaux [ici, les parcelles sous forêts] et les modes de gestion actuels [ici, les parcelles sous prairies]) varient avec la texture, de 0 à 20 % des stocks de carbone mesurés sous forêts.

Sous cultures, ces ΔC varient avec la texture, de 15 à 60 % en moyenne, des stocks organiques mesurés sous forêts. La diminution la plus forte (ΔC compris entre 50 à 60 % par rapport aux stocks de carbone initiaux sous forêts) est observée dans les parcelles sous cultures maraîchères et vivrières fortement intensifiées.

Dans l'horizon 0-30 cm, les sols sous forêts présentent les stocks organiques les plus élevées ; ces stocks diminuent sous pairies et sous cultures.

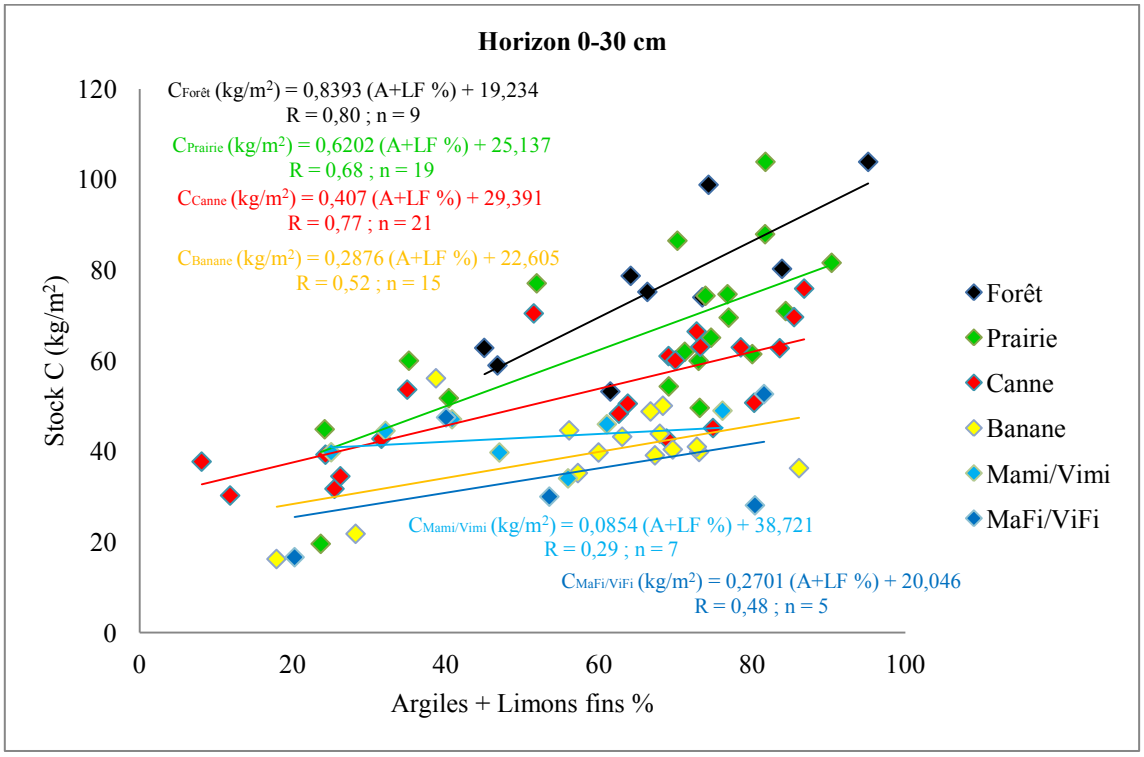


Figure 50
Relations entre le stock de carbone et la teneur en éléments fins (0-20 µm) dans les sols LAC+HAC (horizon 0-30 cm) sous différents modes d'occupation

Sous cultures, les stocks de carbone les plus élevés sont mesurés sous canne ; les stocks organiques les plus faibles, sous cultures maraîchères et vivrières fortement intensifiées. Les stocks organiques des sols cultivés en cultures maraîchères et vivrières moyennement intensifiées et en banane s'intercalent entre ces deux extrêmes.

Comme observé dans l'horizon de surface, sous tous les modes d'occupation, on remarque une corrélation positive entre stocks organiques et texture du sol. De même, on note, par rapport aux sols sous forêt, une diminution des stocks organiques sous prairies et sous cultures, diminution qui varie avec la teneur en éléments fins du sol. Toutefois ces pertes en carbone sont moins importantes que celles relevées dans l'horizon 0-10 cm.

Ainsi, sous prairies, les ΔC mesurés (différences de stocks de carbone entre les modes de gestion initiaux et les modes de gestion actuels) varient avec la texture, de 0 à 10 % des stocks de carbone mesurés sous forêts.

Sous cultures, ces ΔC varient avec la texture de 0 à 55 % des stocks organiques mesurés sous forêts : elles sont comprises entre 0 à 30 % sous canne, 0 à 50 % sous cultures maraîchères et vivrières moyennement intensifiées, 25 à 50 % sous banane. La diminution le plus forte (ΔC compris entre 30 à 55 % par rapport aux stocks de carbone initiaux sous forêts) est observée dans les parcelles sous cultures maraîchères et vivrières fortement intensifiées.

II.3.4 Synthèse et discussion

Ces résultats coïncident avec les relations observées entre teneurs en carbone et texture du sol :

Sous quasiment tous les modes d'occupation, on remarque une corrélation positive et significative entre stocks organiques et texture du sol ; il y a bien un « effet texture ».

La mise en culture exerce un impact négatif sur les stocks de carbone du sol. Toutefois, ces pertes en carbone peuvent plus ou moins importantes en fonction de l'intensification des systèmes de culture [vitesses de minéralisation plus élevées et processus d'érosion plus intensifs, dus à des labours fréquents (BUSCHIAZZO et al., 1991)].

Dans les sols sableux, la différence de carbone entre situations non cultivées et parcelles sous cultures est faible, donc la potentialité de séquestration du carbone est faible ou nulle. En revanche, les variations observées dans les sols riches en éléments fins supposent des potentialités de stockage du carbone plus fortes dans les sols argileux.

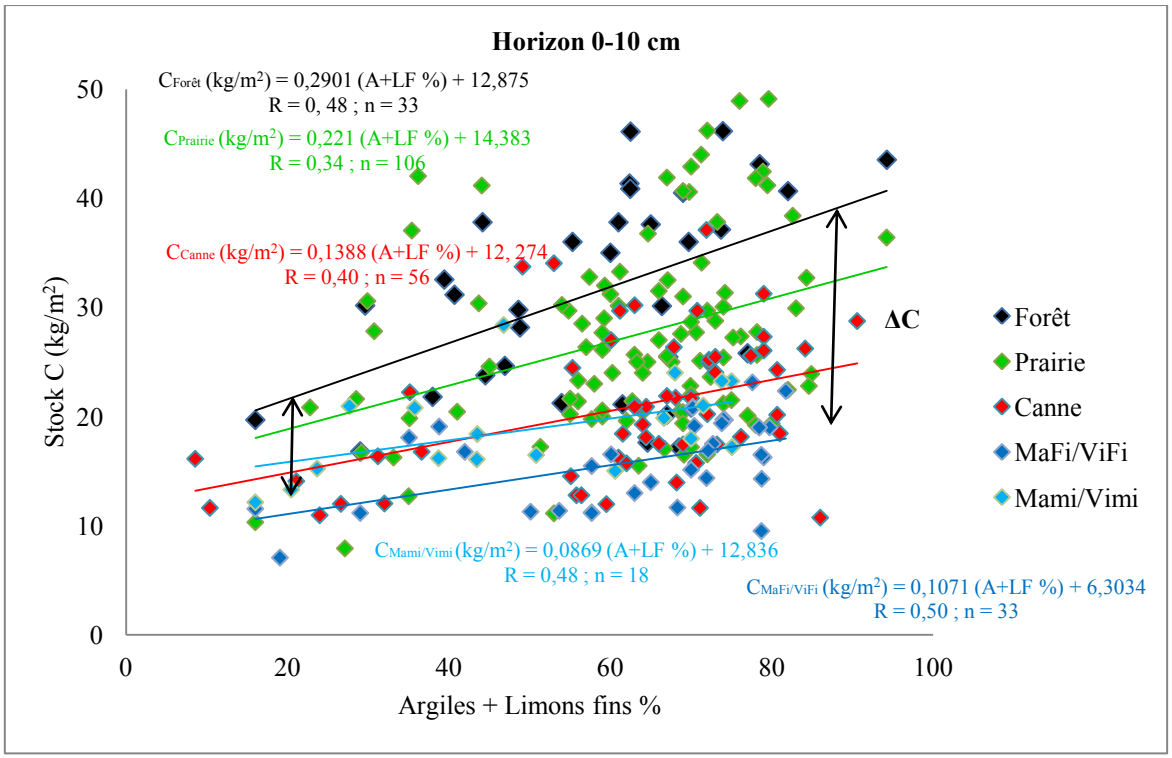


Figure 51
Pertes en carbone dans les sols LAC+HAC (horizon 0-10 cm) en fonction du mode d'occupation et de la teneur en éléments fins

II.4 CONCLUSION

Dans les sols à argiles cristallisées (sols à argiles 1/1 [kaolinite et halloysite]) et sols à argiles 2/1 [smectites]), il n'y a pas d'effet de la minéralogie sur la teneur en carbone.

En revanche, les sols à allophanes présentent des niveaux élevés de carbone malgré des textures à forte proportion en sables ou des modes de gestion différents : il y a un effet de la minéralogie sur la stabilisation des matières organiques, dans les sols à allophanes.

Il existe une corrélation entre la teneur en carbone (ou le stock organique) et la

texture (ou teneur en éléments fins) des sols à argiles cristallisées de la Martinique. Cette corrélation s'observe aussi bien pour les situations non cultivées que pour les situations sous cultures. De plus, l'amplitude des variations (diminution) des stocks en carbone observées sous l'effet de différents modes de gestion des sols, dépend elle aussi de la texture.

Dans les sols sableux, la différence en carbone entre situations non cultivées et parcelle sous cultures est faible, donc la potentialité de séquestration du carbone est faible ou nulle. En revanche, les variations observées dans les sols riches en éléments fins supposent des potentialités de stockage du carbone plus fortes dans les sols argileux.

Dans l'horizon de surface (0-10 cm), la mise en culture se traduit par une diminution d'environ 10 0 60 % des teneurs en carbone des sols sous cultures par rapport aux teneurs en carbone des sols sous forêts, et par des pertes de 15 à 60 % des stocks organiques des parcelles sous cultures par rapport aux stocks de carbone des parcelles sous forêts. Par ailleurs, l'intensification des cultures renforcerait ces pertes en matières organiques.

CHAPITRE III
SPATIALISATION ET MODELISATION DES STOCKS DE CARBONE DES SOLS DE MARTINIQUE

III.1 MATERIELS ET METHODES

La carte des stocks de carbone des sols de la Martinique réalisée, a été produite selon une approche cartographique. Elle peut se schématiser comme suit : des bases de données contenant des informations sur la nature et l'utilisation des sols de Martinique sont numérisées. Ces données sont ensuite géocodées ou géoréférencées, c'est-à-dire qu'elles sont repérées par leur position géographique à la surface de la Terre. Connaissant les relations spatiales existantes entre ces informations, il est alors possible de les croiser et de les traiter.

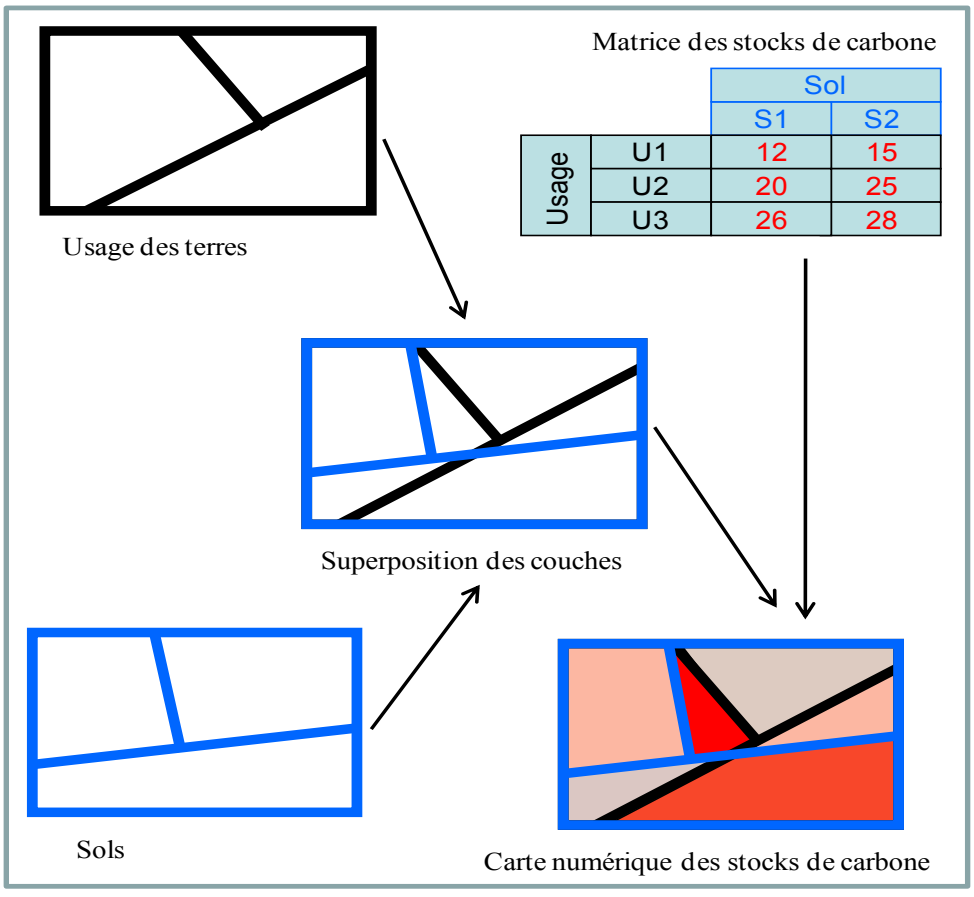


Figure 52
Schéma descriptif de la méthodologie utilisée pour l'estimation des stocks de carbone des sols de Martinique

Des matrices des stocks de carbone par type d'usage et par type de sol sont alors déterminées pour chaque profondeur de sol, et ce jusqu'à un mètre de profondeur. Ces matrices sont ensuite combinées à la composante spatiale pour obtenir une carte des stocks de carbone.

III.1.1 Constitution des bases de données d'usage des terres

- **Cartes d'occupation des sols de référence**

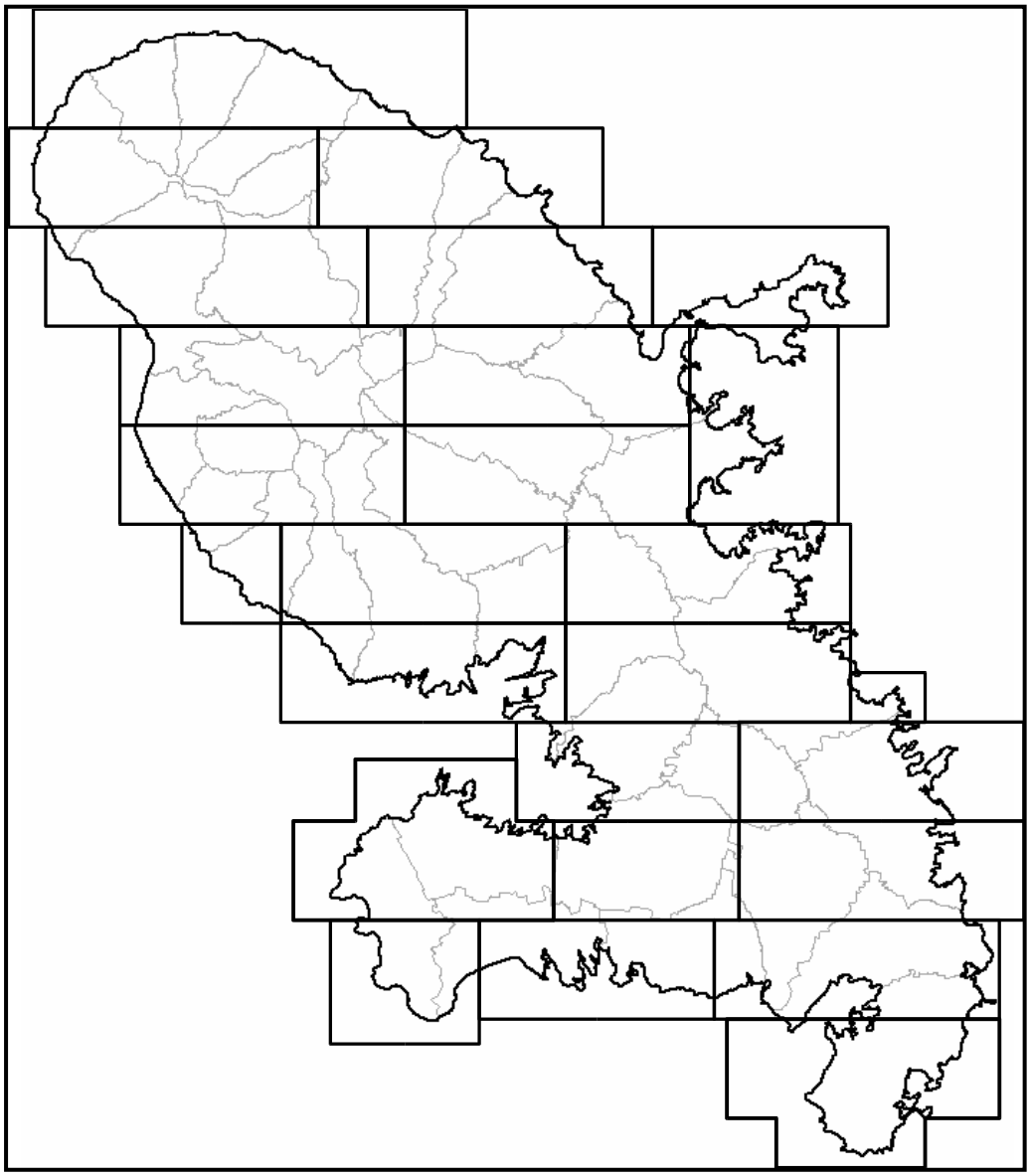


Figure 53
Articulation des feuilles individuelles

Deux cartes des cultures et d'utilisation des sols, l'une pour 1969/1970 et l'autre pour 1979/1980 au 1/20.000^{éme} ont été exécutées par le Bureau des Sols du Centre des Antilles de l'ORSTOM (actuel IRD). Ces cartes ont été établies sous la direction de COLMET-DAAGE F., à partir de l'interprétation de BERNARD J., de prises de vue aériennes en couleur effectuées par COLMET-DAAGE. Ces cartes ont été publiées sous la forme d'une mosaïque de 24 feuilles individuelles. Leur travail de numérisation a été réalisé à l'IRD Brésil (Embrapa), sous la responsabilité de M. BERNOUX.

- **Digitalisation et traitement d'image**

La digitalisation de ces cartes a été réalisée à partir des calques originaux. La digitalisation a été conduite avec un scanner HP ScanJet en utilisant une résolution de 200 dpi et 256 couleurs. Les calques ont été fortement dégradés par l'action du temps et présentent une coloration brun jaunâtre plus ou moins accentuée de la partie imprimée (fond topographique). Par contre, les tracés effectués à l'encre de chine sont restés parfaitement noirs. Ce contraste a permis l'application de filtres pour séparer la couche des tracés du reste de l'information.

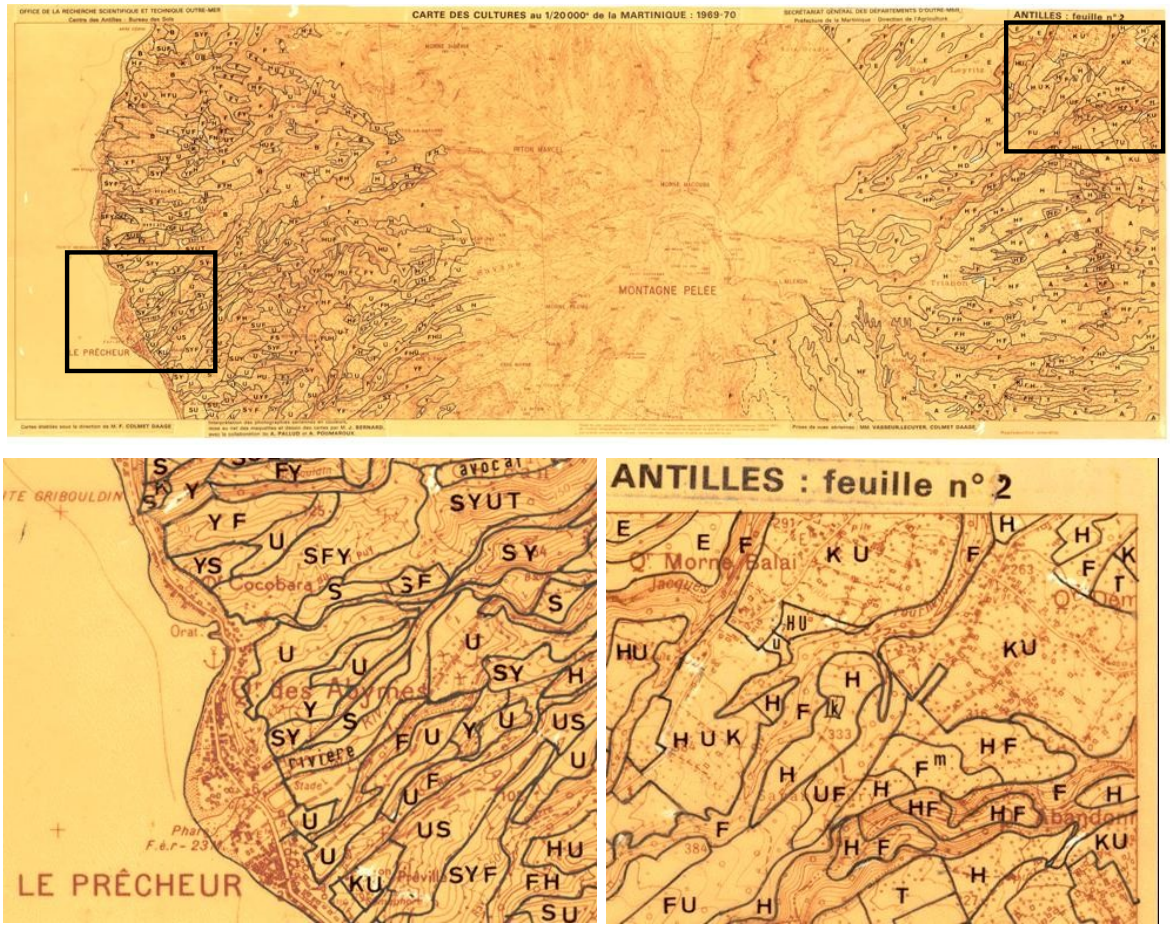


Figure 54
Image digitale brute et détails de la feuille n°2 de la carte d'usage des terres 1969/1970

Avant de procéder au filtrage, il a été nécessaire de « surpasser » en moir les contours de la feuille, ainsi que les marques qui correspondent à la grille UTM. Ces marques sont en effet indispensables pour géoréférencer les informations, mais aussi pour corriger les déformations physiques qu'ont pu subir les calques. Une image en noir et blanc comportant les limites de la feuille, les coordonnées UTM et les contours des différents usages a été obtenue après les opérations de filtrage.



Figure 55
Extrait de la feuille n°4 (Fort-de-France) et image correspondante en noir et blanc des contours après les opérations de filtrage

A l'aide d'un logiciel de traitement d'image (Paint Shop Pro), les différentes plages ont été colorées à l'aide d'une palette de couleurs aléatoirement choisies mais, unique par usage (une seule combinaison Rouge Vert Bleu par usage, par exemple pour la lettre B correspond la couleur définie par R = 255, V = 255, B = 0).

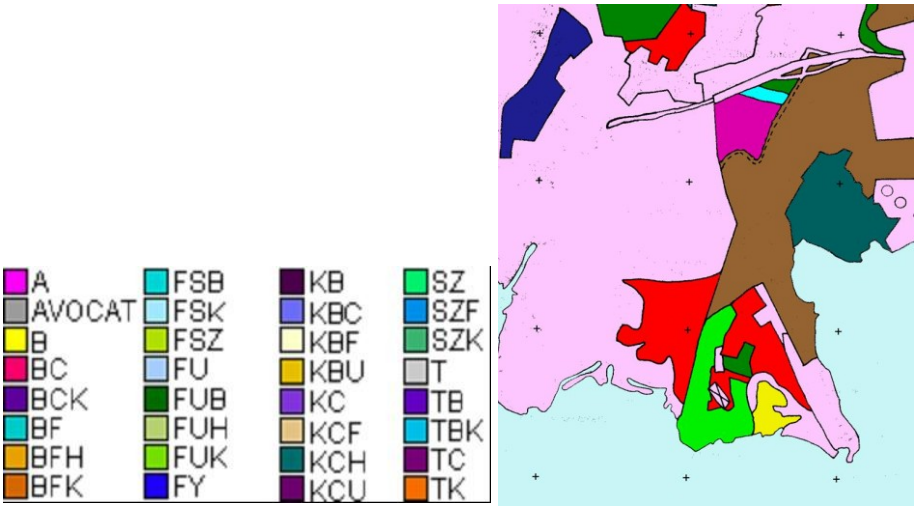


Figure 56
Palette des couleurs utilisée pour colorier les feuilles, et extrait de la feuille n°14 (Fort-de-France) colorié selon cette palette

Ainsi, à chaque feuille de la carte correspond une image colorée en 256 couleurs selon la même palette des couleurs. Les feuilles sont ensuite assemblées entre-elles. Certaines corrections sont nécessaires pour une parfaite correspondance des feuilles. Dans certains cas,

les contours des usages ne se poursuivent pas sur la feuille adjacente et sont terminés arbitrairement à la limite de la feuille.

A l'issu de cette opération, deux couvertures complètes, l'une pour 1969/1970, l'autre pour 1979/1980, de la Martinique est obtenue sous la forme d'une image digitale avec une palette spécifique de couleurs.

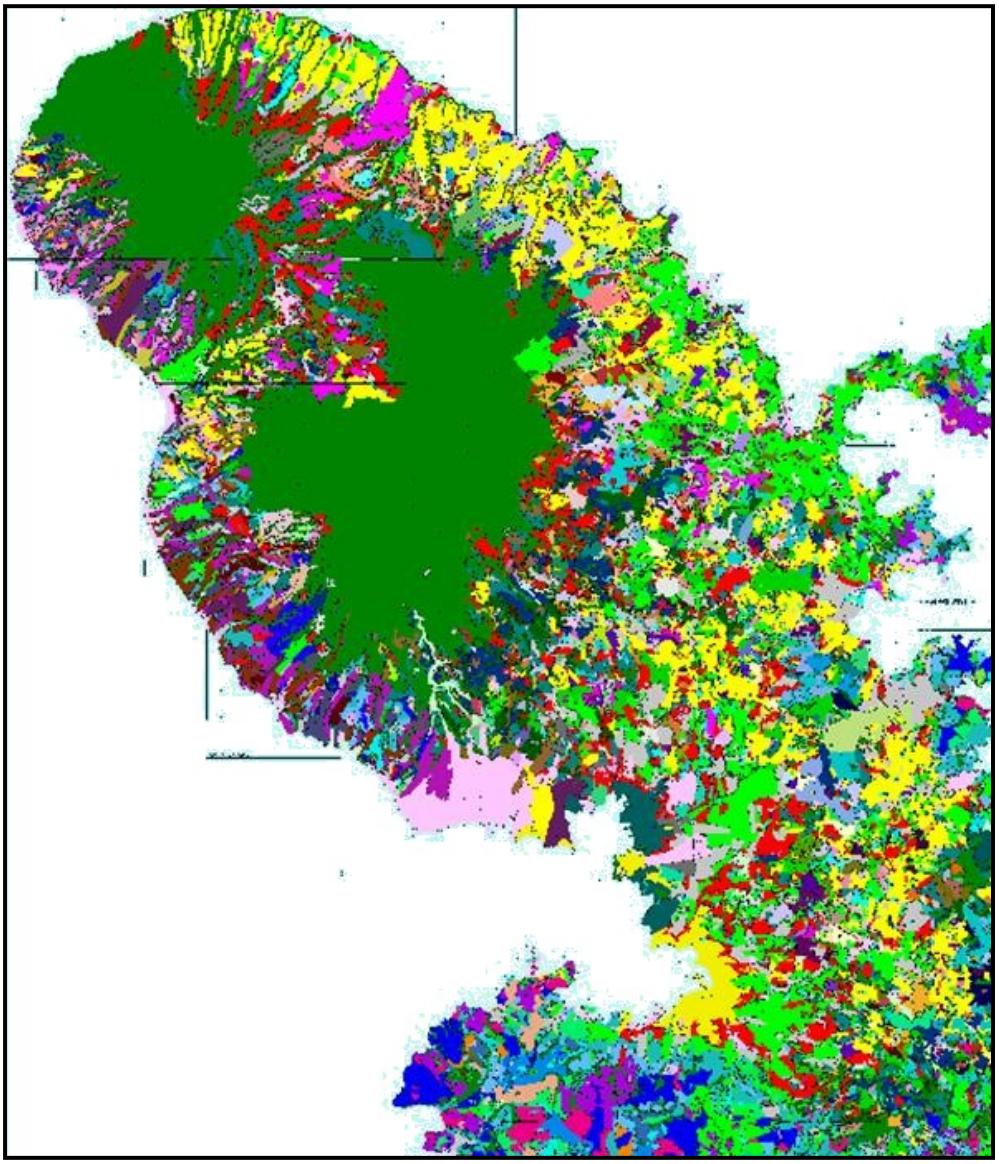


Figure 57
Extrait de la mosaïque colorée reconstituée pour la carte des cultures et des utilisations de 1979/1980

- **Géo-référencement et vectorisation**

Les images ont été importées dans Arcview 3.2a équipé de l'extension Spatial Analyst qui permet de travailler les fichiers type raster. Les fichiers d'images ont été dans un premier temps transformé en fichier raster de Arcview (GRID). Le géo-référencement a été effectué à l'aide de l'extension « Image Warp 2.0 ». Les cartes ont été géo-référencées à l'aide de la grille kilométrique UTM qui figure sur les calques. Cette grille semble être celle utilisée par l'IGN pour la Martinique : UTM – Zone 20 – système géodésique Fort-Desaix). Au total, 1083 points de référence ont été utilisés.

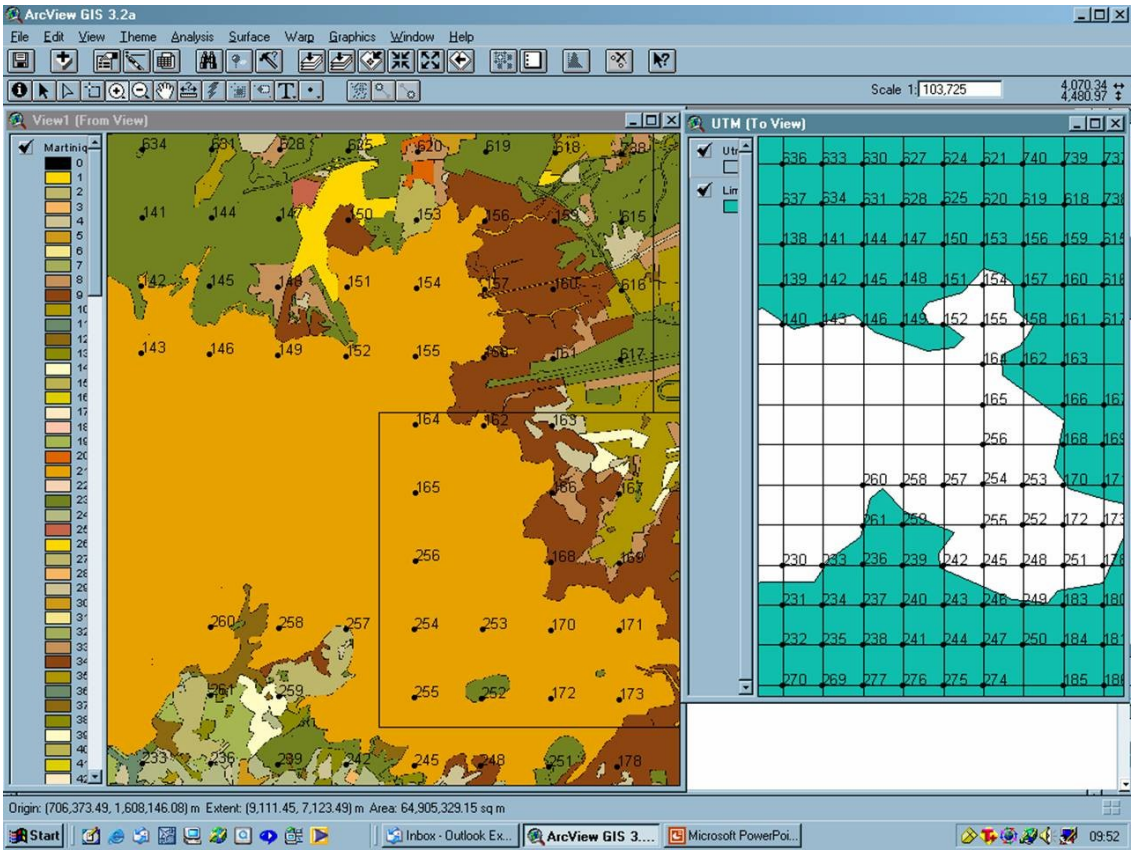


Figure 58
Capture d'écran montrant le géo-référencement des cartes à l'aide de la grille kilométrique UTM

Le logiciel propose plusieurs équations polynomiales (jusqu'au degré 12) pour ajuster l'image : différentes options ont été testées pour déterminer la meilleure possible. Finalement, l'image a été ajustée avec une équation polynomiale. L'erreur moyenne sur les abscisses est de 8 m, et sur les ordonnées de 5 m (soit respectivement 0,4 et 0,25 mm sur la carte par rapport à l'échelle utilisée [1/20.000^{ème}]).

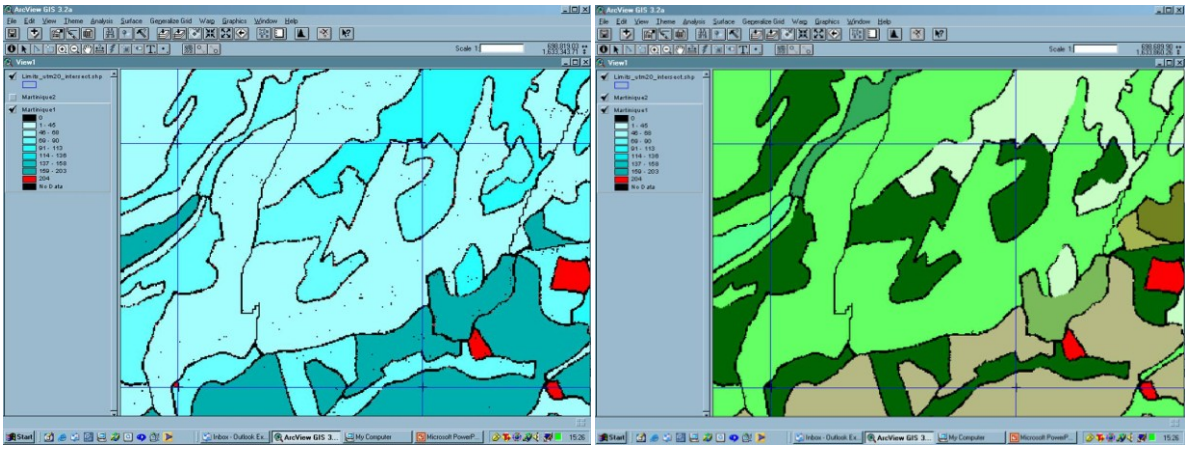


Figure 59
Détails montrant la position des points de référence par rapport à la grille kilométrique UTM

Les grilles géo-référencées ont été filtrées pour supprimer les pixels isolés. Ensuite, ces grilles ont été converties au format vectoriel. La table des attributs a ensuite été construite en croisant les valeurs RVB des couleurs avec leur signification. Chaque polygone est informé par le code original qui consiste en un groupe de 1 à 5 lettres qui correspondent à des composantes. Par exemple, le code FBU indique une dominante de la composante F en association avec la composante B et U en moindre importance.

Tableau 11
Signification des lettres utilisées comme composante

Composante	Commentaire
A	Ananans
B	Bananeraies
C	Cannes à sucre
D	Marécages salés ou saumâtres
E	Friches anciennes après cultures avec repousse d'arbustes
F	Forêts humides généralement naturelles
H	Savanes ou prairies pâturées en régions humides
K	Jardins caraïbes
P	Palétuviers
S	Savanes ou prairies pâturées en régions relativement sèches
T	Friches après cultures (pâturées ou non)
U	Cultures vivrières
Y	Broussailles de régions sèches
Z	Petites forêts sèches

Les originelles sont très complexes : 311 codes différents sont utilisés pour la carte de 1969-1970 et 199 codes différents pour celle de 1979-1980. Une deuxième légende simplifiée a donc été constituée pour l'analyse des cartes.

Tableau 12
Légende simplifiée de l'usage des terres

Code légende	Légende	Description
100	Ananas	Ananas
200	Non végétation	Autres (zones urbaines, routes, plages, carrières, …)
300	Bananeraies	Bananeraies
400	Bananeraies	Bananeraies mixtes avec présence d'autres cultures (cannes à sucre, jardins caraïbes, …) ou de grands arbres isolés ou groupés
500	Broussailles sèches	Broussailles de régions sèches avec ou sans présence de grands arbres isolés ou groupés
600	Cannes à sucre	Cannes à sucre
700	Cultures vivrières	Cultures vivrières avec ou sans présence de grands arbres isolés ou groupés
800	Cultures vivrières mixtes	Cultures vivrières avec présence d'autres cultures (cannes à sucre, jardins caraïbes, …)
900	Forêts humides	Forêts humides généralement naturelles
1000	Forêts sèches	Petites forêts sèches avec ou sans présence de grands arbres isolés ou groupés
1100	Friches	Friches (pâturées ou non) avec présence d'autres cultures (cannes à sucre, jardins caraïbes, …)
1200	Jardins caraïbes	Jardins caraïbes avec ou sans présence de grands arbres isolés ou groupés
1300	Maraîchages	Production de fruits et légumes pour exportation (aubergines, tabac, …)
1400	Marécages/Mangroves	Marécages salés ou saumâtres, palétuviers
1500	Savanes humides	Savanes ou prairies pâturées en régions humides avec ou sans présence de grands arbres isolés ou groupés
1600	Savanes humides mixtes	Savanes ou prairies pâturées en régions humides avec présence d'autres cultures (cannes à sucre, jardins caraïbes, …)
1700	Savanes sèches	Savanes ou prairies pâturées en régions relativement sèches
1800	Savanes sèches arbustives	Savanes ou prairies pâturées en régions relativement sèches avec ou sans présence soit de grands arbres isolés ou groupés, soit une association avec des petites forêts sèches, soit des broussailles
1900	Savanes sèches mixtes	Savanes ou prairies pâturées en régions relativement sèches avec présence d'autres cultures (cannes à sucre, jardins caraïbes, …)

III.1.2 Résultats pour l'ensemble de la Martinique

La surface totale s'établit à 107835 ha pour 1969/70 et 110477 ha pour 1979/80. Ces valeurs sont proches de celle de 110000 ha rapportée par les statistiques départementales officielles (Statistique Agricole Annuelle et Agreste). La différence est due principalement au tracé des contours de l'île, notamment au niveau des plages, des mangroves et des îlets.

La différence la plus importante pour la carte de 1969/70, peut être attribuée à la faible superficie occupée par les mangroves (moins de 900 ha) alors qu'elle représente plus de 2300 ha en 1979/80. Lors de la superposition des deux cartes, 1771 ha de mangroves de la carte de 1979/80 ne correspondent à aucune catégorie que celle de 1969/70.

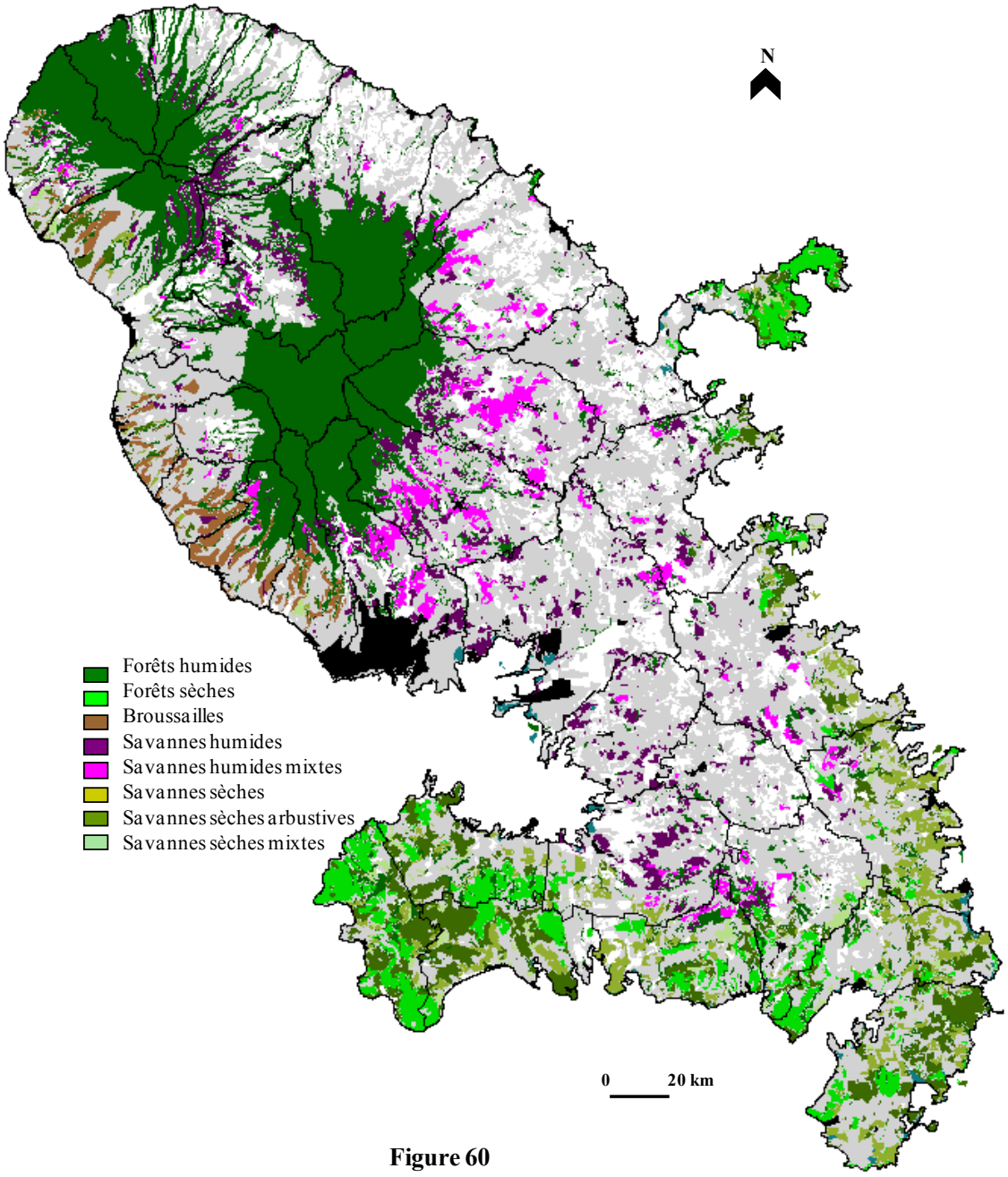


Figure 60
Carte des surfaces en végétation naturelle inchangées en 1970 et 1980

Tableau 13
Superficies occupées par les principaux usages en 1969/70 et 1979/80

Occupation	Code	1969/70 Superficie (ha)	1979/80 Superficie (ha)	Variation %
Ananas	100	1262	687	-46
Autres (zones urbaines, routes, plages, non classé, etc.)	200	4448	5224	17
Bananeraies	300	8934	9189	3
Bananeraies mixtes	400	2429	3393	40
Broussailles sèches	500	2563	2127	-17
Cannes à sucre	600	9079	5967	-34
Cultures vivrières	700	1374	1178	-14
Cultures vivrières mixtes	800	1850	1817	-2
Forêts humides	900	24551	24600	0
Forêts sèches	1000	6010	5883	-2
Friches	1100	7714	3578	-54
Jardins caraïbes	1200	4426	8212	86
Maraîchages	1300	756	106	-86
Marécages/Mangroves	1400	855	2362	176
Savanes humides	1500	10541	11558	10
Savanes humides mixtes	1600	5090	6689	31
Savanes sèches	1700	5361	7651	43
Savanes sèches arbustives	1800	9089	8065	-11
Savanes sèches mixtes	1900	1504	2192	46
Total		**107835**	**110477**	2

III.1.3 Variations des surfaces cultivées en 1970 et 1980

Certains usages sont relativement stables en surface totale : c'est le cas des forêts (usage dominant avec environ 24600 ha de forêts humides et 5900 ha de forêts sèches [**Figure 60**]) ; les bananeraies demeurent également relativement stables avec environ 9000 ha.

D'autres usages varient beaucoup : il s'agit soit de variations réelles, soit d'artefacts dus à des attributions à une catégorie au détriment d'une autre. Cette dernière hypothèse est la plus probable pour les différentes catégories de savanes et de friches (environ 39299 ha en 1969/70 et 39733 ha en 1979/80 soit une variation d'environ 1 %, alors que ces catégories varient individuellement entre 11 et 54 % en valeur absolue).

Les variations rencontrées pour la canne à sucre semblent liées à la récession du secteur cannier : les statistiques publiées par Agreste donnent une superficie cultivée en canne de 5520 ha en 1981, proche de la valeur obtenue pour la carte 1979/80 et de 3084 ha en 1989, illustrant le déclin de ce secteur entre 1970 et 1990 (**Figure 61**).

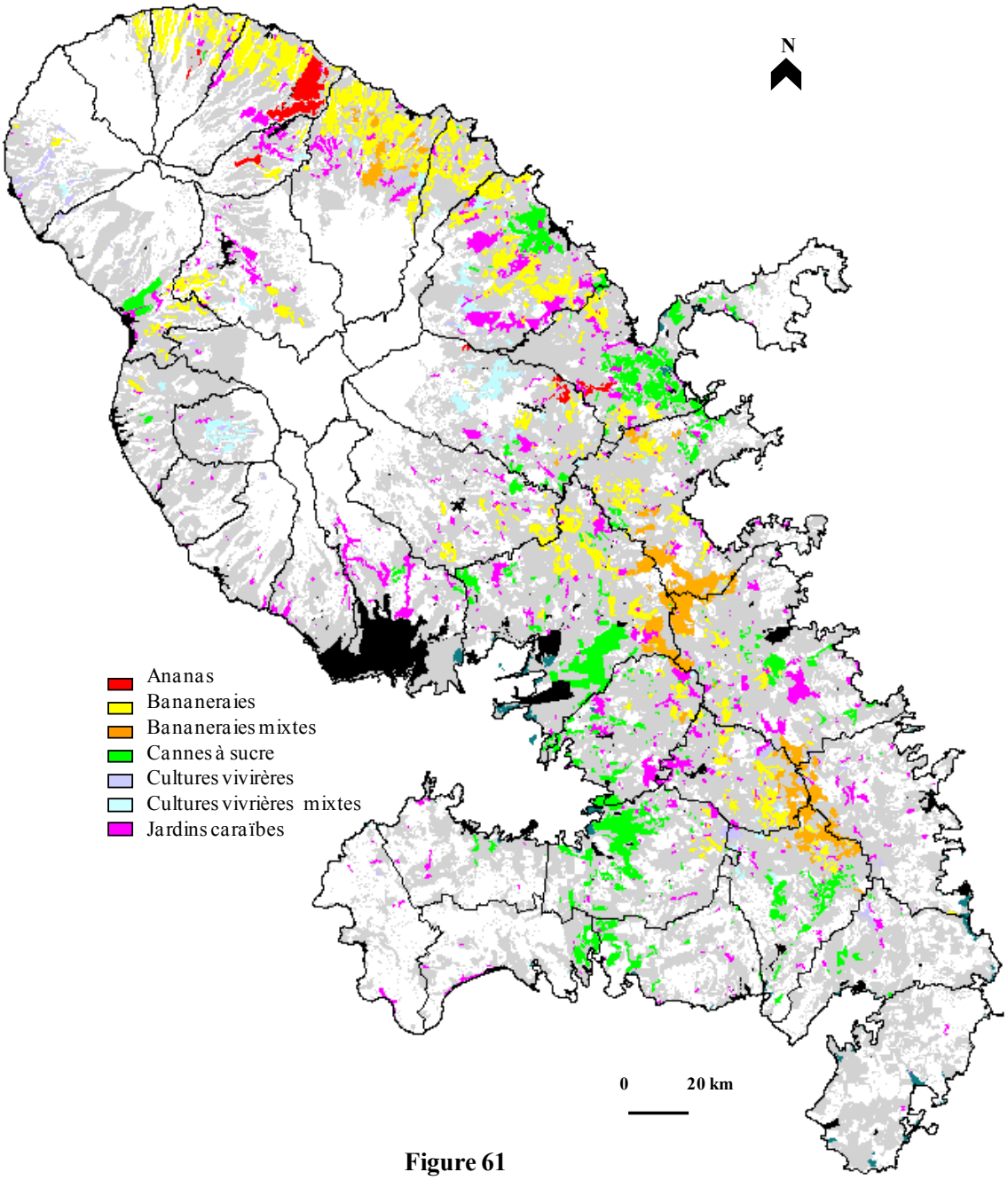


Figure 61
Carte des surfaces cultivées inchangées en 1970 et 1980

III.1.4 Constitution de la base de données sols

- **Cartes pédologiques de référence**

La Martinique dispose depuis la fin des années 60, d'une carte des sols détaillée au 1/20.000^{e} (Colmet-Daage et al., 1969), carte exécutée par le Bureau des Sols du Centre des Antilles de l'ORSTOM (actuel IRD). Cette carte a été publiée sous la forme d'une mosaïque de 24 feuilles individuelles.

Par ailleurs, plusieurs chercheurs travaillant dans différents domaines se sont succédés à la Martinique et ont accumulé depuis le début des années 60, un important ensemble de données sur les sols de l'île :

- classification des sols, cartographie et caractérisation des sols (F. COLMET-DAAGE, J.F. TURENNE) ;

- évolution physique des sols sous cultures (Y.M. CABIDOCHE, C. HARTMANN) ;

- bio-fonctionnement de la matière organique des sols (A. ALBRECHT, E. BLANCHART, M. BROSSARD, J.L. CHOTTE, V. ESCHENBRENNER, C. FELLER).

L'IRD a également fourni à l'INRA les documents suivants : notices de description des profils pédologiques et de leurs analyses, carte de localisation de profils, carte des sols de la Martinique au 1/100.000^{ème} dressée par F. Colmet-Daage (carte sur papier cartonné - document original), Top 25 de l'IGN de Fort de France (4501 MT), du Lamentin (4502 MT), et du Marin (4503 MT), carte topographique au 1/100.000^{e} de la Martinique issue de la BD topographique de l'IGN et imprimée sur fond stable transparent.

Le travail de numérisation a été réalisé à l'INRA Orléans (Infosol), sous la responsabilité de D. ARROUAYS.

- **Numérisation de la carte des sols**

+ Digitalisation des contours de la carte

La première phase de digitalisation a d'abord consisté à identifier le système de projection de la carte des sols au 1/100.000^{ème} non référencé sur les documents originaux. Par superposition avec le fond topographique de l'IGN à la même échelle, il ressort qu'il s'agit du système géodésique Fort Desaix et la projection Mercator Transverse Universel (UTM) fuseau 20 Nord.

Les contours de la carte des sols ont ensuite été redessinés sur un fond stable en superposant la carte des sols au 1/100.000ème avec le fond topographique. Ce travail a permis de corriger les déformations de la carte papier et d'ajuster précisément les contours de la carte avec le fond topographique. Le document original étant graphiquement très chargé, la carte au 1/20.000ème a permis de lever les ambiguïtés des limites des contours des unités de sol.

Sept amorces du quadrillage UTM du fond topographique ont été reportées sur la nouvelle carte des sols pour servir de tic de calage à la future couverture numérique. La nouvelle carte des sols sur fond stable (61X69 cm) a été scannée et rendue au format « dxf ». Cette couverture de la carte des sols à l'état « brut de scan » a ainsi pu être importée dans le logiciel Arc/Info de ESRI.

La dernière phase de numérisation graphique s'est effectuée en deux parties :

- la création de la topologie : il a d'abord fallu corriger les polygones ouverts, les polygones artefacts et les nœuds pendants. Cette opération se fait automatiquement sous Arc/Info, mais une correction manuelle s'impose en finale. La création de la topologie permet d'attribuer un identifiant unique pour chaque polygone.
- Le géoréférencement : grâce aux tics de calage, la couverture numérique a pu être géoréférencée dans le système géodésique et à la même projection que le fond topographique IGN.

+ Attribution des labels (identifiant des polygones)

L'attribution des labels se fait en trois phases :

- l'identification des plus petites unités de sol portées sur la carte au 1/20.000ème en unités typologiques des sols (US) de la couverture au 1/100.000ème.
- la simplification des US par agrégation en fonction des caractères dominants des unités décrites dans la notice au 1/20.000ème (sur 303 US répertoriées sur les coupures au 1/20.000ème, 88 ont été sélectionnées pour leur intérêt pédologique et leur représentativité à une plus petite échelle).
- l'attribution à chaque polygone de la couverture numérique, d'un numéro unique des calques de travail qui fait référence à la table d'occurrence des US.

+ Digitalisation des profils

Le choix de la méthode utilisée pour la création d'une couverture de points géoréférencés s'est posé. Afin de concilier efficacité et précision, les distances X et Y séparant les profils du carroyage UTM, ont été mesurés directement sur les coupures originales des 24 feuilles individuelles, en reportant leurs coordonnées dans un fichier. Une tolérance d'une vingtaine de mètre (1 mm sur la carte) par rapport à l'échelle utilisée (1/20.000^{ème}) est admise.

Ce fichier est par la suite importé dans Arc8Info pour y générer une couverture de points géoréférencés dans le même système que la couverture des sols afin de pouvoir les croiser.

+ Mise sous forme de base de données sous Donesol2

Des tables Access sont créées dans la base de données et sont renseignées à partir des documents papiers et des fichiers numériques réunis au cours de cette étude. Elles se répartissent en :

- Table organisme : dans cette table, sont rassemblées toutes les données permettant d'identifier et de contacter les organismes concernés par cette étude, maître d'ouvrage et maître d'œuvre, ainsi que leurs partenaires. Ils y sont classés par type : laboratoire d'analyse, bureau d'étude, organisme de recherche, organisme public, etc. ;
- Table étude : elle mentionne les caractéristiques générales de la base de données sur les sols de la Martinique (échelle de la carte d'origine, année, thème, état d'avancement, superficie cartographiée, zone cartographiée, etc.);
- Table des unités cartographiques de sol (UC) : les 14 UC de la carte des sols de la Martinique ont été renseignées par les principaux attributs (nom, superficie, nombre d'unités typologiques de sol (UTS) dans l'UC, nature des liaisons spatiales entre les UTS dans l'UC, relief général de l'UC, etc.) ;
- Table des unités typologiques de sol (UTS) : 303 unités de sols ont été recensées sur la carte des sols au 1/20.000^{ème}. Beaucoup d'entre elles ont des caractères très proches, qui à l'échelle du 1/100.000^{ème} ont permis de les regrouper en 88 unités typologiques de sols. Leur nom reprend généralement celui de l'UC auquel s'ajoute des caractéristiques propres faisant référence à des propriétés physique (ex : vertisols profonds hydromorphes) ou chimiques (ex : Vitrisols humifères peu acides). Cette table a surtout pu être renseignée grâce aux analyses et descriptions de profils ouverts par F. Colmet-Daage ;

- Table des strates d'une UTS : cette table recense les variables qualitatives (couleur, régularité de la limite inférieure, classe texturale, etc.) et quantitatives de chaque strate ou horizon diagnostic au sein de chaque UTS. Lorsque la quantité de profils décrits le permet, on définit pour les variables qualitatives un mode principal, secondaire et mineur et pour les variables quantitatives une valeur minimale, modale et maximale ;
- Table d'affectation d'une UTS à une UC : cette table permet de relier une UTS à une UC, et également de décrire grâce à une série de variables les types relation existant entre l'UTS et l'UC ;
- Table des profils : sur les 654 profils décrits et analysés, seuls 375 ont pu être correctement géoréférencés et 357 saisis dans la base de données en tenant compte surtout de la qualité des analyses et de la représentativité des profils considérés. Les variables décrites ont notamment trait à : la localisation géographique, le climat, la situation générale, l'organisation géologique du profil, la différenciation du profil en horizons, les caractéristiques hydriques, etc. ;
- Table des horizons : à chaque profil sont associés un ou plusieurs horizons. Ils sont décrits dans cette table par une série de variables regroupées dans les catégories suivantes : situation dans le solum, éléments grossiers, effervescence et salure, structure, revêtements, faces, etc. Un champ commentaires sur l'horizon permet d'ajouter les remarques utiles de descriptions faites par F. Colmet-Daage ;
- Table des analyses : une analyse est, dans le cas de cette carte, toujours reliée à un seul horizon. La base de données sur les sols de la Martinique en compte 869 qui sont décrites par 82 attributs faisant référence à des analyses chimiques ou physiques ainsi qu'à leur mode de préparation. A titre d'exemple, citons simplement : la méthode de dosage du carbone, la teneur en carbone organique, le pH- eau et KCl, les différentes formes d'azote, les bases échangeables, les éléments libres, les éléments majeurs totaux, l'humidité à différents pF.

Enfin, des tables non détaillées ici comme celle "d'affectation d'une strate à une UTS" et celle "d'affection d'un profil à une étude" permettent de gérer le lien relationnel entre les différentes tables décrites précédemment.

On obtient la carte numérique des sols de la Martinique suivante :

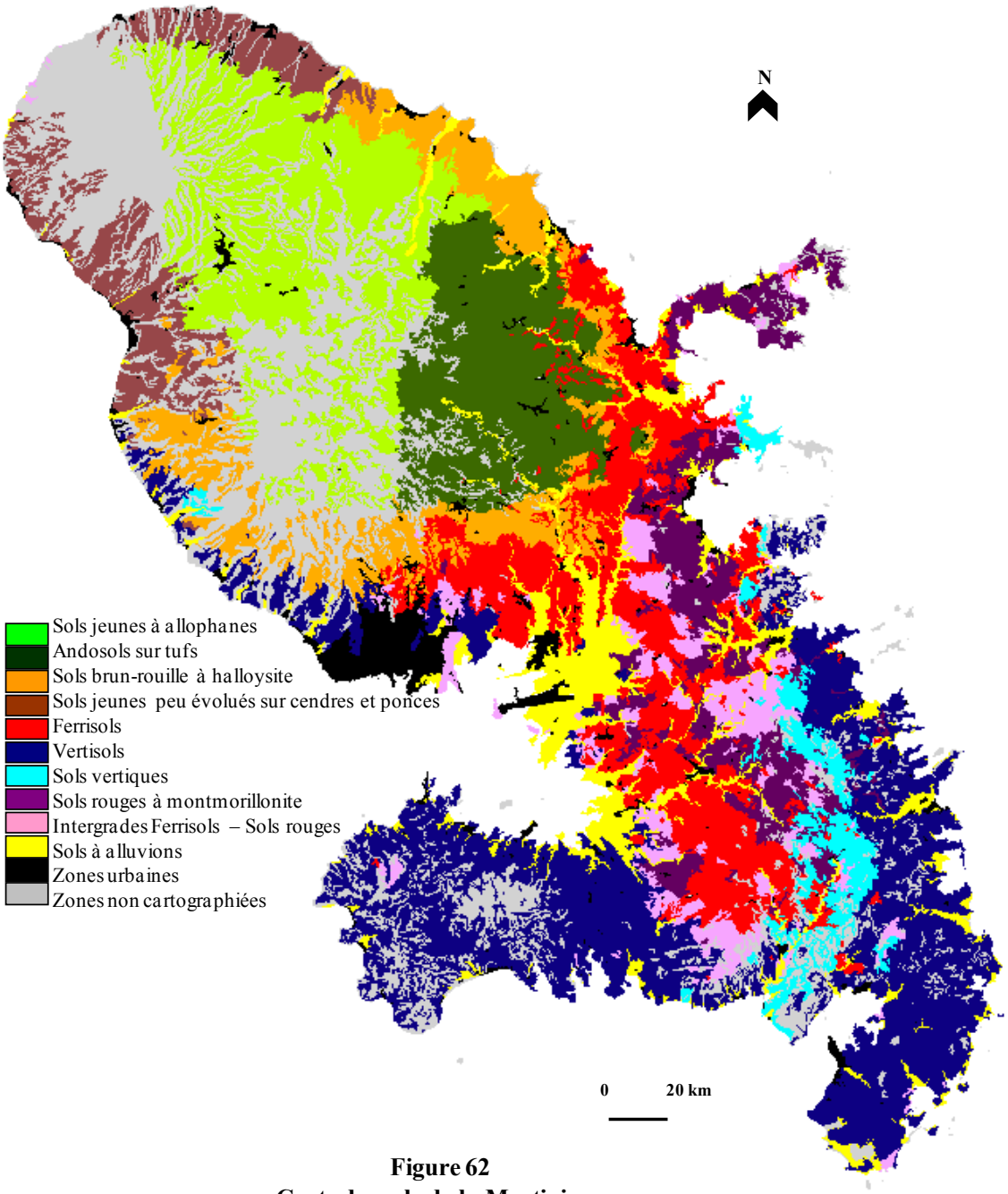


Figure 62
Carte des sols de la Martinique
[d'après Colmet-Daage et Lagache, 1965]

III.1.4 Base de données « carbone »

Une base de données spécifique à l'estimation des stocks de carbone a été organisée. Cette base regroupe les informations géoréférencées issues de la base DONESOL, de la valorisation des données disponible dans la littérature et des travaux réalisés au cours de la thèse. Au total des stocks de carbone ont été calculés pour 855 profils qui sont identifiés par un type de sol et un type d'utilisation et souvent par la teneur en argile moyenne.

Le calcul des stocks de carbone a d'abord été fait par profils. Les corrections nécessaires pour tenir compte de la présence des éléments grossiers ont été appliquées. On a procédé par interpolation linéaire, pour estimer les taux de carbone entre deux couches échantillonnées et analysées.

Les stocks ont été calculés pour les profondeurs 0-10cm, 0-30 cm et 0-100 cm en fonctions des données disponibles. De nombreuses données manquantes ont du être estimées :

- l'évaluation de la densité apparente (DA) a été réalisée en utilisant des moyennes par type de sol ;

- dans le cas des données rapportées par Colmet-Daage, certains horizons ne disposent que d'une valeur de matière organique (MO). L'évaluation du taux de carbone a été réalisé, en utilisant le rapport Matière organique / Carbone, de 1,724 (ou coefficient de Van Bemmelen).

S'agissant toujours des bases de données anciennes, de nombreux profils présentent des données manquantes pour certains horizons ou certaines couches. Trois types d´approches ont été utilisés afin de valoriser ces données incomplètes :

- la plus simple utilise un rapport calculé sur des profils complets pour estimer les stocks pour des profils incomplets pour des profondeurs supérieures selon l´équation suivante : $C_{(0\text{-}100\ cm)}$ du profil N = R / $C_{(0\text{-}30\ cm)}$ du profil N, où R =($C_{(0\text{-}100cm)}$ des profils complets / $C_{(0\text{-}30cm)}$ des profils complets) ;

- une deuxième approche consiste à développer des modèles simplifiés de distribution verticale faisant intervenir un nombre réduit de paramètres et pouvant être ajustés aux données disponibles ;

- la dernière approche, mais aussi la plus compliquée, est basée sur l´utilisation de modèles mécanistes qui combinent des effets de diffusion verticale et de minéralisation.

Les résultats estimés sont toujours comparés avec les résultats issus des seules valeurs calculables directement.

III.1.5 Approche cartographique

Les cartes des stocks de carbone produites, l'ont été selon une approche cartographique.

Dans cette approche cartographique, une matrice des stocks de carbone par type d'usage et par type de sol est réalisée pour les situations qui correspondent à la carte des usages de 1969/70 et de 1979/80. Pour chaque profondeur une matrice a ainsi été déterminée. Ces matrices sont ensuite combinées à la composante spatiale pour obtenir une carte des stocks de carbone.

III.2 RESULTATS ET DISCUSSION : ESTIMATION DU STOCK DE CARBONE DANS LES SOLS DE MARTINIQUE

III.2.1 Valeur par type de sol

La carte des sols présentée précédemment, a été simplifiée à 10 principaux types de sols, plus deux classes qui correspondent respectivement aux zones non cartographiées et aux zones urbanisées.

Tableau 14
Statistiques par type de sols pour les stocks des couches 0-10 cm, 0-30 cm et 0-100 cm, et teneurs moyennes en argiles du profil

Type de sol[1]	n	Moyenne	Ecart-Type	Minimum	Maximum	Médiane	n	Moyenne	Ecart-Type	Minimum	Maximum	Médiane
	0-10 cm						0-100 cm					
S1	86	28,2	11,2	7,5	72,3	27,0	11	91,3	54,8	36,8	242,4	81,4
S2	42	29,0	15,8	9,9	94,0	24,5	18	176,4	62,9	81,9	306,8	162,0
S3	131	20,8	5,7	4,2	41,5	19,6	49	99,5	24,3	56,7	161,7	93,8
S4	26	18,9	8,0	12,4	51,6	17,4	9	79,2	20,9	49,2	113,8	79,0
S6	43	19,6	10,4	4,0	63,3	17,4	15	121,4	38,0	53,3	215,9	128,9
S7	59	18,0	11,4	3,7	62,3	15,0	25	70,7	27,0	30,7	126,0	72,0
S8	56	23,1	8,7	7,3	47,3	21,7	14	106,9	28,4	71,2	171,0	100,9
S9	211	21,7	10,4	4,3	60,0	17,9	26	114,1	48,3	56,9	258,1	104,9
S10	19	22,7	11,1	11,9	58,7	19,8	8	107,7	37,3	62,5	181,9	96,3
S12	165	26,4	13,7	6,2	71,0	21,0	28	89,6	30,0	36,5	172,1	84,2
Tous	838	23,2	11,4	3,7	94,0	19,9	203	104,4	45,2	30,7	306,8	97,5
	0-30 cm						Teneur en Argile					
S1	64	73,6	26,3	22,5	160,2	73,8	20	16,9	16,2	3,5	77,0	11,9
S2	39	74,3	33,2	21,0	172,7	65,7	14	23,5	7,1	10,1	41,0	22,6
S3	109	55,7	14,8	18,7	93,5	54,5	126	56,4	9,6	21,0	75,5	56,4
S4	24	50,4	26,3	28,4	154,9	42,3	24	57,5	10,3	33,3	74,7	59,9
S6	33	55,1	23,3	21,4	137,3	50,5	37	46,2	17,4	13,4	77,6	51,0
S7	49	42,4	21,8	11,2	93,4	38,4	55	16,1	10,7	4,0	53,4	13,0
S8	40	59,8	19,4	21,9	117,9	60,2	51	54,0	11,3	24,0	75,3	56,0
S9	118	53,1	23,1	12,5	179,9	47,6	208	50,6	12,6	15,1	81,3	51,1
S10	14	53,1	12,9	35,7	78,6	50,8	16	47,7	12,5	25,0	66,7	48,0
S12	58	48,2	14,7	17,0	82,0	46,3	164	43,4	14,2	7,0	62,7	46,3
Tous	548	56,5	23,6	11,2	179,9	52,7	715	46,0	17,1	3,5	81,3	50,0

1Types de dols : S1 = Andosols sur cendres, S2 = Andosols sur tuf, S3 = Ferrisols , S4 = Intergrades Ferrisols-Sols rouges, S6 = Sols à alluvions, S7 = Sols jeunes, S8 = Sols rouges à montmorillonite, S9 = Vertisols, S10 = Sols vertiques, S12 = Sols brun-rouille à halloysite.

En utilisant ces unités taxonomiques, ainsi que les statistiques élémentaires (écart-type, etc.), les stocks de carbone moyens ont alors été calculés par type de sol pour les profondeurs 0-10 cm, 0-30 cm et 0-100 cm.

Une première estimation du stock régional total peut être réalisée en multipliant la valeur du stock moyen par la surface de chaque unité de sol, soit **10,5 Mt de C** (milliards de tonnes de carbone), **avec une erreur standard d'estimation de 13%** (soit 1,4 Mt de C de l'estimation).

III.2.2 Valeur par type de sol et mode d'usage des terres

Les matrices des stocks de carbone par type d'usage et par type de sol sont déterminées en combinant valeurs directement calculées à partir de la base de données et valeurs estimées (elles sont issues de décisions basées sur le choix le plus logique en fonction de la situation : moyenne pour le type de sol ou d'usage, valeur d'un type de sol ou d'usage similaire).

Tableau 15
Matrice des valeurs des stocks de carbone pour la couche 0-30 cm

	Andosols sur cendres	Andosols sur tuf	Ferrisols	Intergrades Ferrisols-Sols Rouges	Non Cartographié	Sols à alluvions	Sols jeunes	Sols rouges à montmorillonite	Vertisols	Sols vertiques	Sols brun-rouille à halloysite	Zones urbaines
Ananas	**72,4**	**60,2**	36,9	a	60,5	36,9	**36,9**	36,9	a	a	36,9	-
Bananeraies	**66,1**	**57,1**	**58,5**	**60,5**	53,9	**49,5**	**43,6**	**54,0**	**33,9**	**44,4**	42,9	-
Bananeraies mixtes	**69,2**	57,1	**58,6**	53,3	57,6	49,5	43,6	**45,8**	33,9	**41,1**	42,9	-
Broussailles sèches	a	a	a	**49,5**	49,5	49,5	49,5	49,5	49,5	49,5	49,5	-
Cannes à sucre	**51,3**	**56,5**	**53,6**	**47,2**	54,5	**53,6**	**46,2**	**67,4**	**61,1**	**56,7**	**44,3**	-
Cultures vivrières	**45,6**	**43,5**	52,7	**52,7**	41,9	37,7	**34,8**	**25,5**	**40,4**	44,6	**57,8**	-
Cultures vivrières mixtes	**56,4**	43,5	35,0	**35,0**	46,1	37,7	**92,9**	25,5	40,4	**44,6**	**44,1**	-
Forêts humides	**72,4**	**109,7**	**48,9**	48,9	84,3	84,3	**53,8**	84,3	**103,9**	**60,5**	**62,8**	-
Forêts sèches	a	a	81,5	81,5	81,5	81,5	81,5	81,5	**84,3**	81,5	**72,9**	-
Friches	**119,0**	**83,2**	**51,3**	**35,0**	56,7	**54,7**	56,7	**65,1**	**41,3**	56,7	**57,9**	-
Jardins Caraïbes	**73,3**	73,3	**57,9**	**37,2**	54,8	54,8	**35,9**	**62,3**	**56,4**	**56,9**	**20**	-
Maraîchages	60,0	**60,0**	**44,3**	44,3	43,4	**42,8**	**28,9**	**32,6**	**46,9**	46,9	**47,6**	-
Savanes humides	**77,4**	**88,9**	**56,2**	**68,9**	62,6	**76,8**	73,7	73,7	**57,6**	57,6	**64,4**	-
Savanes humides mixtes	**84,7**	**58,9**	**42,8**	68,9	46,2	76,8	62,6	62,6	57,6	57,6	**65,1**	-
Savanes sèches	a	a	40,8	42,8	39,7	**37,4**	46,2	46,2	**44,7**	44,7	41,5	-
Savanes sèches arbustives	a	a	**40,8**	**42,8**	41,5	**56,8**	39,7	39,7	**37,8**	37,8	**41,5**	-
Savanes sèches mixtes	a	a	40,8	42,8	63,9	47,1	**37,2**	41,5	41,2	41,2	41,5	-
Marécages Mangroves	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	-
Autres (zones urbanies, etc.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

a = catégorie inexistante sur les cartes, nd = valeur non déterminée, **valeurs calculées directement**, valeurs estimées

Les stocks totaux de carbone sont alors calculés à l'échelle de la Martinique pour différentes profondeurs et selon les cartes d'usage des terres de 1969/70 et 1979/80. Le pourcentage de la surface concernée par le calcul de chaque stock régional est également calculé. La différence par rapport à 100% (107 744 ha) correspond aux zones sans données disponibles : il s'agit surtout des zones urbanisées (environ 4 000 ha soit 3,7%).

Tableau 16
Stocks de carbone pour les différentes couches considérées et selon les jeux de données utilisées

Couche	Données	1969/70		1979/80	
		Stock Mt C	Surface %	Stock Mt C	Surface %
0-10 cm	a	2,568	94,0	2,536	94,0
0-30 cm	a	6,281	94,0	6,259	93,9
	b	6,390	94,0	6,379	94,0
0-100 cm	a	11,730	94,0	11,548	93,9
	b	12,062	94,0	11,996	93,9

a = Données brutes uniquement, b = utilisation de données estimées.

L'erreur associée à ces stocks régionaux (basée sur les statistiques présentées dans le Tableau 14) **est de l'ordre de 40%**. Il n'est donc pas possible de conclure que les baisses observées entre les deux périodes soient uniquement le reflet d'un processus de déstockage du carbone (c'est-à-dire causées par des changements d'usage des terres).

Si on considère les surfaces qui n'ont pas changé d'usage entre 1970 et 1980, le stock correspondant est de 6,729 Mt C soit environ 57% du stock régional. Les surfaces qui ont évolué, voient leur stock correspondant, passer de 4,786 Mt C à 4,592 Mt C pour la couche 0-100 cm, soit une baisse de 4%. Toutefois, vu l'errer associée à ces stocks régionaux, il est difficile de vérifier si cette baisse est réelle.

III.2.3 Carte des stocks de carbone

Les matrices ont été combinées à la composante spatiale (carte des sols et cartes d'usages) pour obtenir une carte des stocks de carbone.

La **Figure 63** illustre la répartition spatiale de ces stocks pour une situation moyenne entre 1970 et 1980 : **11,859 Mt de C calculée pour 95,8% de la surface**.

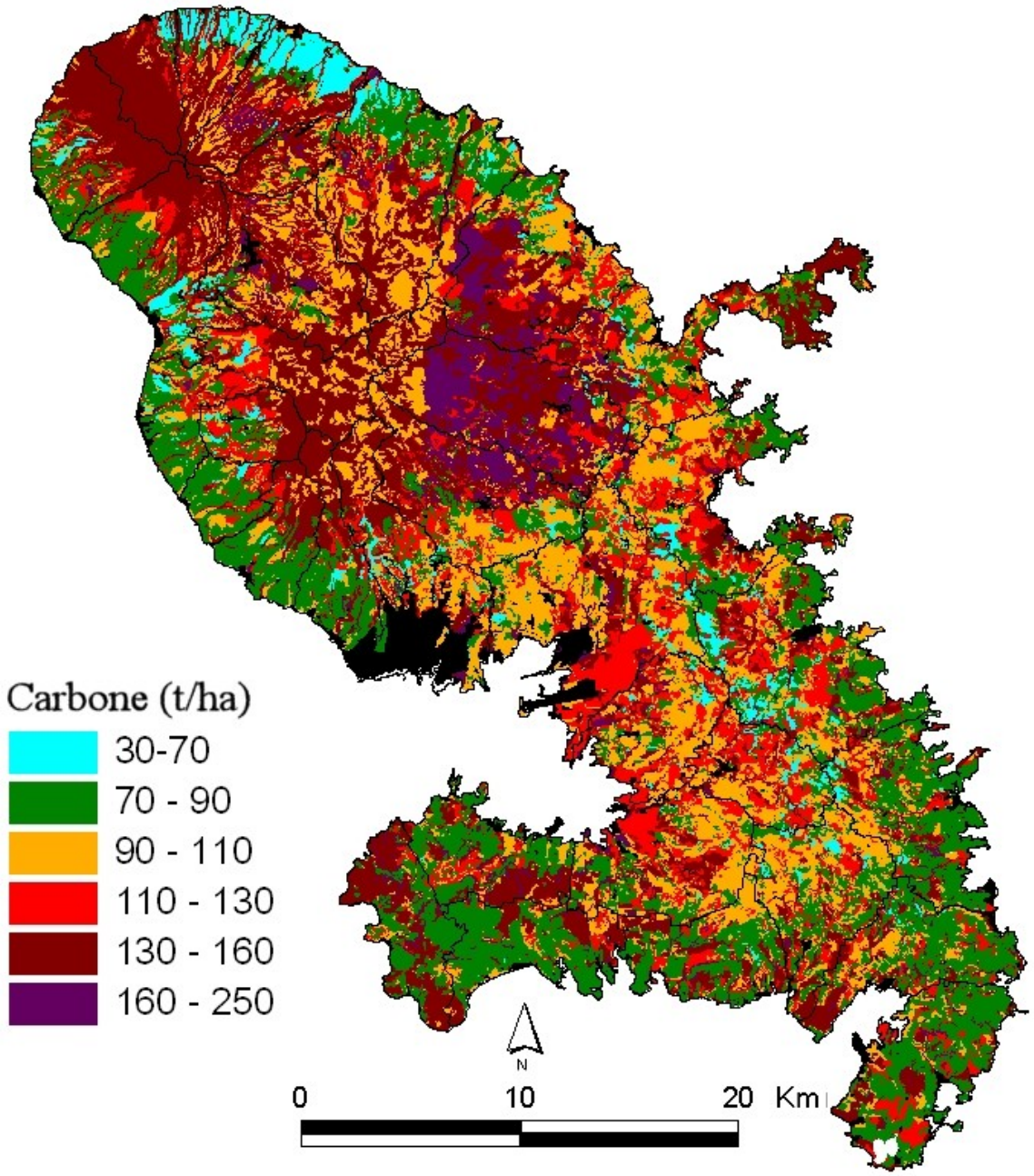


Figure 63
Carte des stocks de carbone pour la couche 0-100 cm pour une situation moyenne entre 1970 et 1980

Toutefois, pour améliorer le calcul des stocks, les surfaces réelles ont été prises en compte, et non pas les surfaces projetées. Une première correction a été faite en utilisant un modèle numérique de terrain (MNT).

Une modèle numérique de terrain est une représentation schématique du relief par un fichier numérique permettant d'associer selon une maille régulière des positions (XY ou latitude / longitude) et des altitudes.

Il existe une infinité de formats de données utilisées dans la construction des MNT :

- Saisie directe des coordonnées (x, y, z) des points du terrain, par GPS, par triangulation (par des géomètres) ou au moyen d'un laser
- Images aériennes ou satellites
- Système laser aéroporté (lidar), etc.

Le choix du format de données dépend du logiciel utilisé.

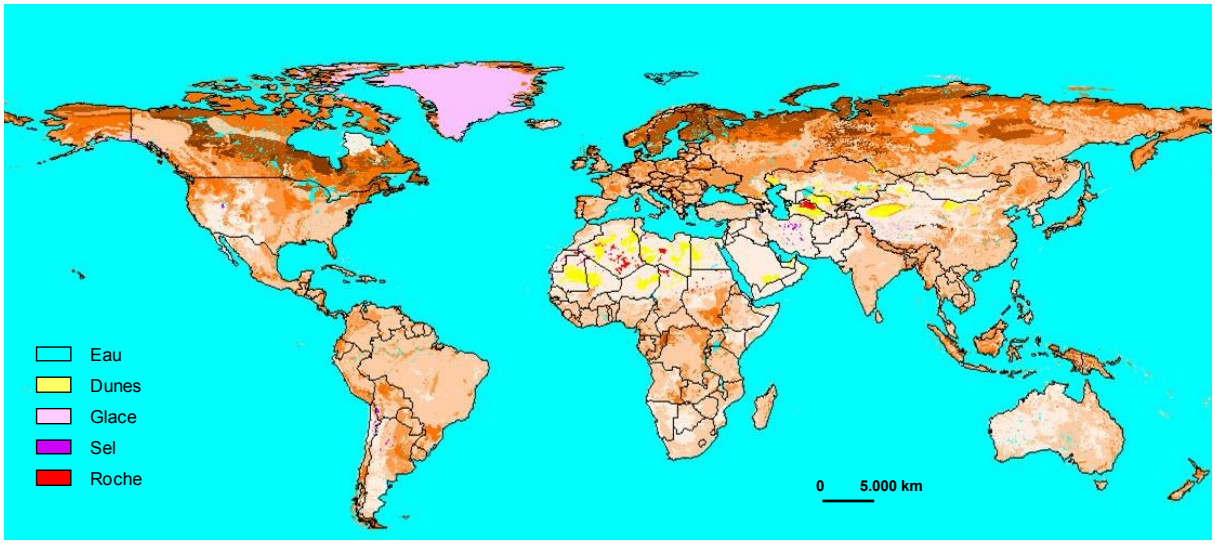
Le MNT utilisé ici est celui proposé par la NASA [http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/index.html ; Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). Ce SRTM a une taille de pixel d'environ 90m. En effet, la NASA possède une grande quantité de données de télédétection sur l'ensemble du globe. L'agence a donc décidé de permettre la consultation d'un grand nombre de ces images à l'aide d'un logiciel propre].

A partir de ce MNT, un facteur de correction par hectare (rapport entre la surface réelle et la surface projetée) a été calculé. Ce facteur de correction varie de 1 à 2,13 avec une médiane à 1,316. Toutefois la distribution de ce facteur est log-normale et l'on constate que 38% de la superficie à un facteur inférieur ou égal à 1,010 (1%) et que seule 24% de la surface présente un facteur supérieur à 1,050 (5%).

Le stock corrigé pour la couche 0-100 cm est augmenté de seulement 0,467 MtC.

III.2.4 Comparaison avec la carte des stocks de carbone de la Martinique extraite de la carte FAO

Ce stock régional calculé (11,859 + 0,467 = 12,326 Mt de C) est rapporté aux calculs des stocks organiques faits au niveau global. En effet, plusieurs évaluations des stocks de



Stocks C (kg.m^{-2})
0 - 5
5 - 10
10 - 15
15 - 30
30 - 50
50 - 135

Total : 1,589 Pg C
C stock : valeurs moyennes et médianes de 10.7 et 8.3 kg C.m^{-2}

Figure 64
Distribution globale du carbone organique des sols (0-100 cm)
Source : International Soil Reference and Information Centre, 1995

carbone des sols au niveau mondial ont été faites, dont celle de Batjes (1996) établie à partir de la banque de données Wise comprenant 4 353 profils et présentant une distribution géographique plus représentative.

En utilisant la carte des sols de la FAO et les stocks moyens calculés par Batjes (1996), il a été possible de calculer un stock mondial de 1 589 milliards de tonnes et, pour la Martinique un stock de 15 Mt C pour une surface de 1 185 km^2 (**Figure 65)**.

A cause de l'échelle de la carte (1/5.000.000^{ème}), les superficies ont été exagérées pour les petites îles. Si on ramène ce calcul proportionnellement à la surface de 1 077,4 km2, et en considérant seulement **94% de la surface**, ce stock serait de **12,8 MtC**.

Rapporté aux évaluations des stocks organiques faits au niveau global, le stock régional est du même ordre de grandeur, mais plus précis : en effet, ces évaluations mondiales sont essentiellement basées sur la carte des sols. Par ailleurs, la distribution spatiale des stocks de carbone à l'échelle de la Martinique, gagne en précision.

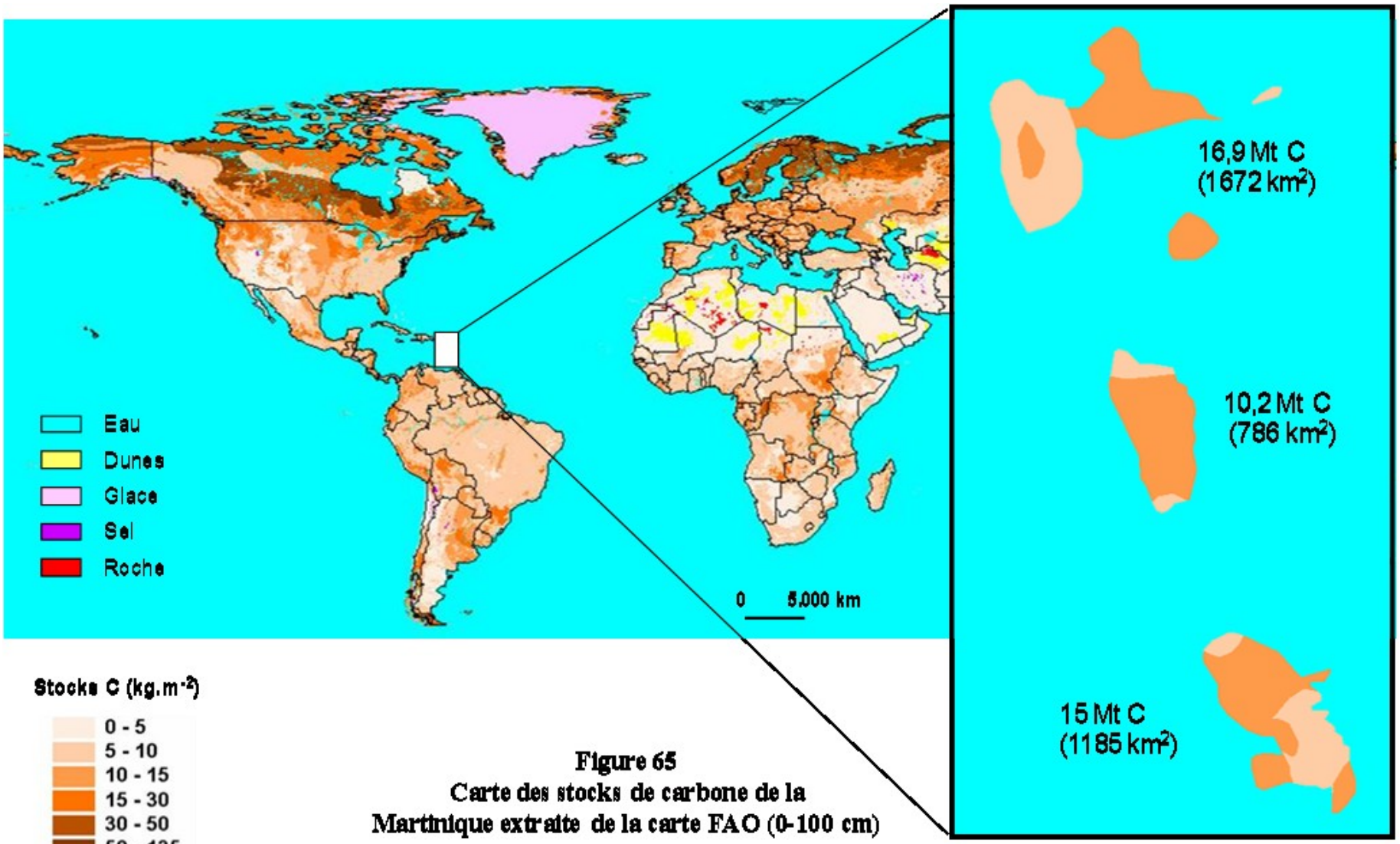


Figure 65
Carte des stocks de carbone de la Martinique extraite de la carte FAO (0-100 cm)

LIVRE III :

EFFET DES MODIFICATIONS DU STOCK DE CARBONE SUR LES FORMES DE MATIERE ORGANIQUE DANS LE SOL ET SUR LA STABILITE STRUCTURALE

Le fait d'avoir observé des modifications des teneurs ou des stocks de carbone lorsque l'on passe d'un système de culture à un autre nous pousse à savoir sous quelle forme (ou dans quelles classes) se fait ce stockage ou ce déstockage du carbone.

Dans le chapitre 4, nous nous proposons de détailler la distribution de la matière organique dans les différentes fractions granulométriques du sol et d'analyser les répercussions des changements d'utilisation des terres sur la localisation de la matière organique dans ces classes granulométriques.

Il n'y a pas eu dans cette étude, d'analyse morphologique des fractions. Les observations qui suivent sont tirées des travaux de FELLER (1995) sur des échantillons de sols tropicaux. Elles montrent que généralement :

- les matières organiques associées aux fractions sableuses (50-2000 µm) sont essentiellement formées de débris végétaux foliaires et racinaires plus ou moins décomposés ;
- les matières organiques de la taille des limons (2-50 µm) correspondent à des débris organiques très décomposés et humifiés, parfois associés à des éléments minéraux (quartz, oxydes de fer, etc.) en micro-agrégats ;
- les matières organiques associées à la fraction argileuse (0-2 µm) sont dominées par des matières organiques amorphes imprégnant la matrice argileuse, mais aussi par des bactéries plus ou moins altérées et par des résidus organiques non reconnaissables.

Il est généralement admis que, la stabilité des agrégats dépend de la texture (teneur en éléments fins), et surtout de la matière organique (OADES et WATERS, 1991 ; GIJSMAN et THOMAS, 1995 ; KOUAKOUA, 1998). La matière organique assure la cohésion des autres constituants du sol entre eux et améliore la résistance des sols à l'érosion en augmentant la stabilité des agrégats (la stabilité structurale dépend généralement de la teneur en carbone de l'horizon de surface).

Les matériaux organiques qui participent aux liaisons entre les particules minérales sont de nature et de taille diverses, mais toutes les fractions organiques du sol ne contribuent pas à la stabilité de l'agrégation dans ces sols (KOUAKOUA, 1998). De plus, certains travaux (ANGERS et MEHUYS, 1989) ont observé des changements au niveau de la stabilité et ce, avant tous changements significatifs dans la quantité totale de matière organique du sol.

Dans le chapitre 5, nous nous proposons donc de mesurer, la stabilité des agrégats du sol, la variation de la stabilité structurale du sol en fonction de la nature du sol (texture et minéralogie des argiles), l'évolution de la stabilité structurale du sol sous différents modes d'occupation et de rechercher s'il existe des relations entre le carbone total, les teneurs en carbone des fractions granulométriques et la stabilité structurale du sol.

CHAPITRE IV
FRACTIONNEMENT GRANULOMETRIQUE DE LA MATIERE ORGANIQUE

IV.1 MATERIELS ET METHODES

IV.1.1 Principe

Il s'agit de déterminer la distribution de la matière organique dans les différentes fractions granulométriques du sol. Une séparation physique des différentes fractions par tamisage et sédimentation est faite après destruction des agrégats et dispersion de la fraction argileuse. Un dosage du carbone et de l'azote est fait sur chaque fraction. Il suffit de comparer en fin d'analyse la somme en poids des fractions et les quantités de carbone et d'azote, avec le sol total (bilan pondéral, bilans de carbone et d'azote).

IV.1.2 Mode opératoire

La méthode utilisée (FELLER et al., 1991) est basée sur une dispersion initiale de l'échantillon 0-2 mm par agitation dans l'eau en présence de résine sodique, suivie d'une ultrasonication de la suspension 0-50 µm.

Une prise d'essai de 35 g de sol tamisé à 2 mm est pesée. On y ajoute 4 billes de verre et 300 ml d'eau distillée. La suspension est laissée au repos pendant une nuit, au réfrigérateur. Une seconde prise d'essai d'environ 10 g est effectuée afin de mesurer l'humidité du sol. Parallèlement à ces mesures, l'analyse granulométrique de ce même sol est réalisée (granulométrie à dispersion maximale après destruction de la matière organique par attaque à l'eau oxygénée).

La suspension de sol est mise à agiter 2 à 6 heures (pour les sols à teneurs en argiles inférieures à 20 % l'agitation est de 2 heures ; pour les sols à teneurs en argiles supérieures à 20 %, l'agitation est de 6 heures (indice 010 à l'agitateur à 30 tours/ mn) puis, tamisée à 500 et 200 µm. Les refus sur tamis sont lavés avec un minimum d'eau et conservés. 100 ml de résine cationique IRN 77 saturée Na^+ sont additionnés à la fraction < 200 µm ; cette suspension est agitée pendant 2 heures, puis passée aux ultrasons pendant 2 mn.

La suspension dispersée est alors passée au travers de tamis de 200, 50 et 20 µm, chaque refus étant soigneusement lavé avec le minimum d'eau distillée. Les résines qui ont servi à la dispersion sont récupérées sur le tamis de 200 µm ; elles seront régénérées. Chaque fraction est séchée à 60°C jusqu'à poids constant et pesée.

Sur la suspension 0-20 µm, on sépare les fractions 0-2 µm et 2-20 µm par sédimentation, dans une allonge, selon la loi de Stocks. La suspension est volumée et laissée au repos pendant 6 à 7 heures de sédimentation en fonction de la température de la pièce. Lorsque le temps est écoulé on prélève une quantité « aliquote » de 50 ml de suspension à la pipette, qui est séchée puis pesée.

Le reste de la suspension non sédimentée, est prélevé et jeté, puis remplacé par de l'eau distillée et remis à sédimenter. On répète l'opération plusieurs fois jusqu'à obtention d'un liquide surnageant limpide. Le fond de la suspension est composé de la fraction 2-20 µm. Cette fraction est séchée et pesée.

FELLER fait remarquer que pour les sols argileux des Antilles, il est souvent difficile par simple agitation de l'eau même pendant des temps très longs ou en présence de billes, de détruire complètement les agrégats de taille supérieure à 50 µm. Aussi les fractions résultantes de tailles supérieures à 50 µm sont-elles un mélange de différentes formes de MO. Dans ce cas, la dispersion des agrégats est favorisée par l'utilisation d'un dispersant chimique ou électro-chimique : apport d'ions Na+ par NaOH, hexamétaphosphate de sodium HMP ou résine sodique R, tout en minimisant les possibilités de solubilisation de la matière organique. Cependant, les réactifs alcalins sont déconseillés : en effet, selon FELLER et al. (1991) le maintien de la neutralité du pH de la suspension du sol permet de limiter la solubilisation de la matière organique (moins de 5 % du carbone total du sol).

IV.2 RESULTATS OBTENUS

Les résultats détaillés du fractionnement granulométrique des échantillons de surface (0-10 cm) sont présentés dans l'Annexe V. Par souci de simplification, les différentes fractions ont été regroupées en quatre fractions principales : 50-2000 µm, 20-50 µm, 2-20 µm et 0-2 µm.

IV.2.1 Qualité du fractionnement

La qualité des fractionnements effectués est vérifiée par analyse des bilans de masse, de carbone, d'azote et de l'état de dispersion du sol obtenu.

IV.2.1.1 Bilan des fractionnements

Le bilan des fractionnements est réalisé par comparaison des masses des fractions et des teneurs en carbone et azote dans l'échantillon de sol fractionné avec celles du sol non fractionné (horizon 0-10 cm de la fosse principale ou des répétitions) ; les résultats sont exprimés en %.

Sur l'ensemble des échantillons fractionnés, les bilans de masses des fractions varient de 99,24 à 100,91 %. Les bilans de carbone varient de 99,09 à 100,87 % ; les bilans d'azote de 99,07 à 100,89 %. Les bilans de masse, de carbone et d'azote sont donc considérés comme très satisfaisants.

IV.2.1.2 Qualité de la dispersion obtenue

La comparaison du fractionnement granulométrique de la matière organique (dispersion du sol sans destruction de la matière organique) et de l'analyse mécanique (dispersion du sol après destruction de la matière organique ou analyse classique de la texture du sol) permet d'apprécier l'état de dispersion obtenu pour les éléments fins du sol (argiles, limons) sans destruction de la matière organique.

Les différences sont minimes pour les fractions 50-2000 µm, avec un déficit de masse de 2,52 % en moyenne (Annexes V). On observe un excédent de masse de 3 % en moyenne pour les fractions 20-50 et 2-50 µm. En revanche, on remarque généralement un déficit de masse dans la fraction « argileuse » 0-2 µm de 3,73 % en moyenne. L'excédent observé dans les fractions « limoneuses » ainsi que le déficit de masse de la fraction 0-2 µm résultent de la persistance (ou mauvaise dispersion) des mésoagrégats. Toutefois, la qualité des dispersions par fractionnement peut-être considérée comme satisfaisante.

IV.2.2 Granulométrie de la matière organique

Seules les fractions granulométriques du carbone sont analysées dans cette étude : en effet, les fractions granulométriques de l'azote suivent une tendance similaire. De plus, la parcelle Trinité Ca 2, ne sera pas prise en compte : la présence de nombreuses particules de charbon dans l'horizon de surface étant à l'origine des valeurs particulièrement élevées observées dans cette parcelle (Annexes V).

IV.2.2.1 Teneurs en carbone (gC/kg fraction) des fractions granulométriques

*Fraction 50-2000 µm

Tous échantillons confondus, la teneur moyenne en carbone de la fraction sableuse est de 27 gC/kg fraction. Cependant, sur l'ensemble des échantillons fractionnés, l'étendue des teneurs en carbone est très grande et varie de 4 à 81 gC/kg fraction.

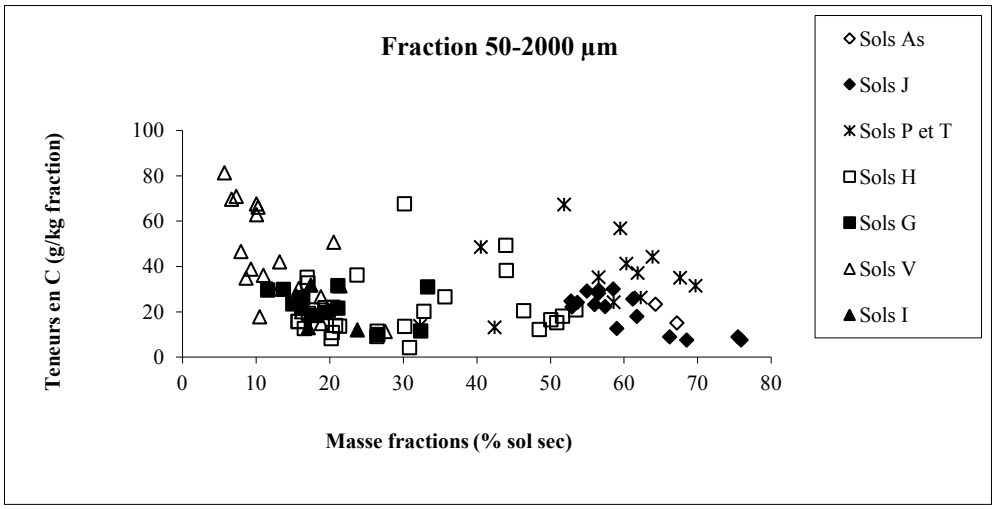


Figure 66
Relations entre la teneur en carbone (g/kg fraction) de la fraction 50-2000 µm de la matière organique et la masse de la fraction (%) pour les différents types de sol

Dans les sols à texture sableuse, la teneur moyenne en carbone de la fraction grossière est de 19 gC/kg fraction : les teneurs en carbone varient de 15 à 23 gC/kg fraction dans les sols à alluvions sableuses (sols As) et sont comprises entre 7 et 30 gC/kg fraction dans les sols jeunes sur cendres et ponces (sols J).

Dans les sols à allophanes (sols P et T), la teneur moyenne en carbone de la fraction grossière est de 36 gC/kg fraction et les teneurs en carbone varient de 13 à 67 gC/kg fraction.

Dans les sols brun-rouille à halloysite (sols H), la teneur moyenne en carbone de la fraction sableuse est de 21 gC/kg fraction, mais les valeurs mesurées sont comprises entre 4 et 67 gC/kg fraction. Dans les ferrisols (sols G), les teneurs en carbone varient de 9 à 31 gC/kg fraction et la teneur moyenne est de 22 gC/kg fraction. Dans les vertisols (sols V), la teneur moyenne en carbone est de 44 gC/kg fraction, mais les teneurs mesurées sont comprises entre

11 et 81 gC/kg fraction. Et enfin dans les sols rouges à montmorillonite (sols I), les teneurs en carbone varient de 11 à 31 gC/kg fraction et la teneur moyenne est de 20 gC/kg fraction.

***Fraction 20-50 µm**

Tous échantillons confondus, la teneur moyenne en carbone de la fraction est de 26 gC/kg fraction. Toutefois, sur l'ensemble des échantillons, l'étendue des teneurs en carbone est très grande et varie de 8 à 67 gC/kg fraction.

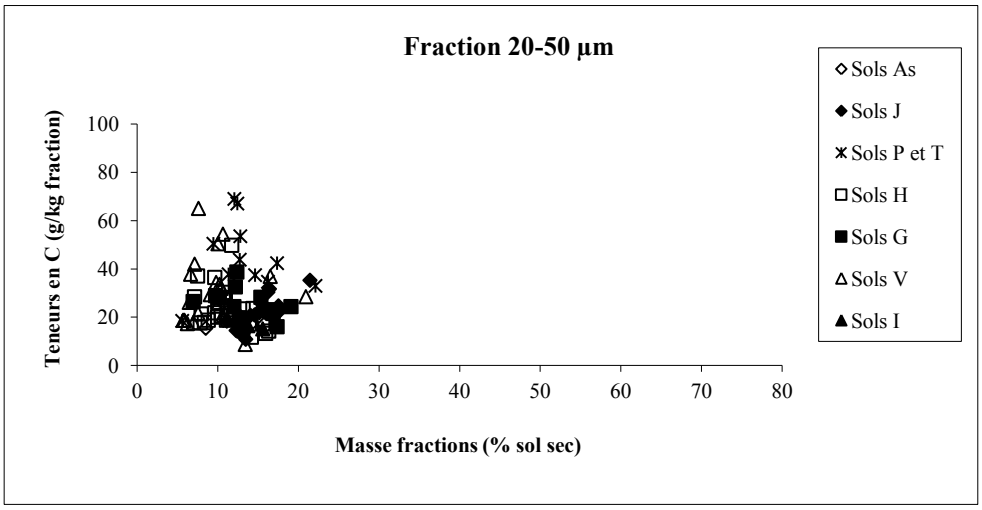


Figure 67
Relations entre la teneur en carbone (g/kg fraction) de la fraction 20-50 µm de la matière organique et la masse de la fraction (%) pour les différents types de sol

La teneur moyenne en carbone de cette fraction est de 17 gC/kg fraction dans les sols à alluvions sableuses (sols As) et dans les sols rouges à montmorillonite (sols I) ; ces teneurs varient de 10 à 35 gC/kg fraction dans les sols jeunes sur cendres et ponces (sols J), de 17 à 67 gC/kg fractions dans les andosols (sols P et T), de 11 à 49 gC/kg fraction dans les sols brun-rouille à halloysite (sols H), de 16 à 38 gC/kg fraction dans les ferrisols (sols G) et de 8 à 65 gC/kg fraction dans les vertisols (sols V).

***Fraction 2-20 µm**

Tous échantillons confondus, la teneur moyenne en carbone de la fraction est d'environ 27 gC/kg fraction. Sur l'ensemble des échantillons, ces teneurs varient de 9 à 62 gC/kg fraction.

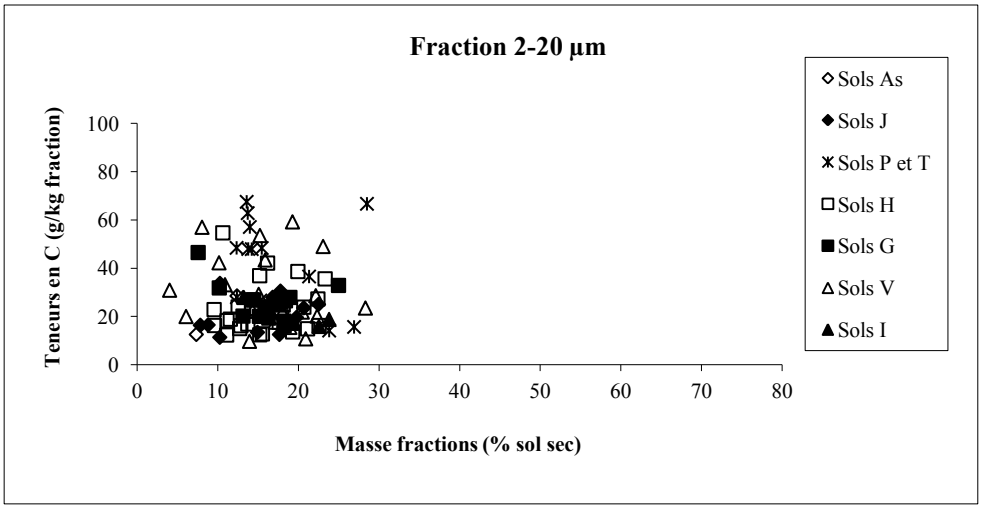


Figure 68
Relations entre la teneur en carbone (g/kg fraction) de la fraction 2-20 µm de la matière organique et la masse de la fraction (%) pour les différents types de sol

La teneur moyenne en carbone est de 20 gC/kg fraction dans les sols à alluvions sableuses (sols As) et dans les sols rouges à montmorillonite (sols I) ; dans les sols jeunes sur cendres et ponces (sols J), ces teneurs varient de 11 à 33 gC/kg fraction, dans les sols à allophanes (sols P et T) de 15 à 67 gC/kg fraction, dans les sols brun-rouille à halloysite (sols H) de 12 à 54 gC/kg fraction, dans les ferrisols (sols G) de 17 à 46 gC/kg fraction, dans les vertisols (sols V) de 9 à 59 gC/kg fraction.

***Fraction 0-2 µm**

Tous échantillons confondus, la teneur moyenne en carbone de la fraction argileuse est de 27 gC/kg fraction ; cependant, sur l'ensemble des échantillons, les teneurs varient de 8 à 62 gC/kg fraction.

Les teneurs sont de 19 gC/kg fraction en moyenne dans les sols à alluvions sableuses (sols As) ; elles varient de 9 à 32 gC/kg dans les sols jeunes sur cendres et ponces (sols J), de 16 à 72 gC/kg fraction dans les sols à allophanes (sols P et T), de 13 à 50 gC/kg fraction dans les sols brun-rouille à halloysite (sols H), de 17 à 38 dans les ferrisols (sols G), de 8 à 54 gC/kg fraction dans les vertisols (sols V) et de 14 à 27 gC/kg fraction dans les sols rouges à montmorillonite (sols I).

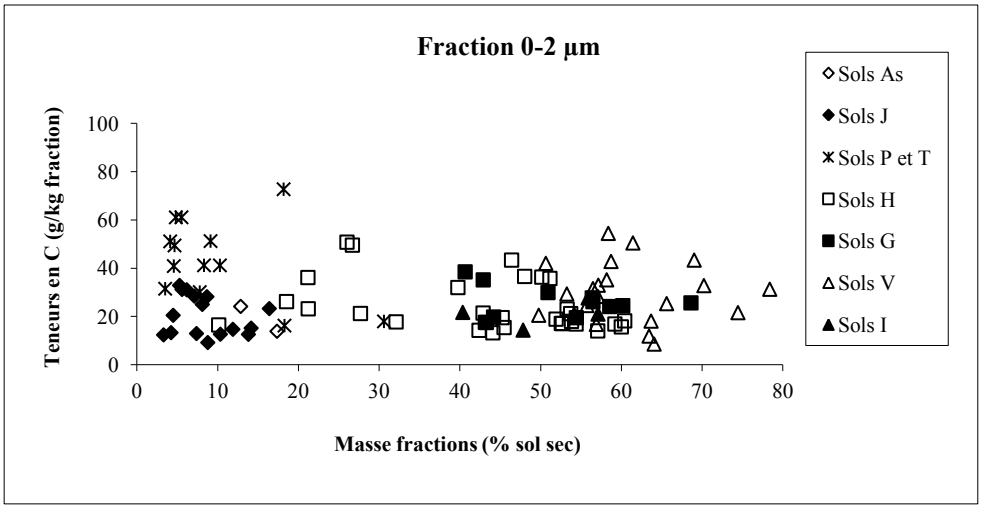


Figure 69
Relations entre la teneur en carbone (g/kg fraction) de la fraction 2-20 µm de la matière organique et la masse de la fraction (%) pour les différents types de sol

IV.2.2.2 Rapport C/N

Tous types de sols confondus, le rapport C/N diminue des fractions grossières vers les fractions fines.

Il est généralement supérieur à 17 pour les fractions 50-2000 µm, généralement supérieur à 11 pour les fractions 20-50 µm, d'environ 10 pour les fractions 2-20 µm et généralement inférieur ou égal à 9 pour les fractions 0-2 µm.

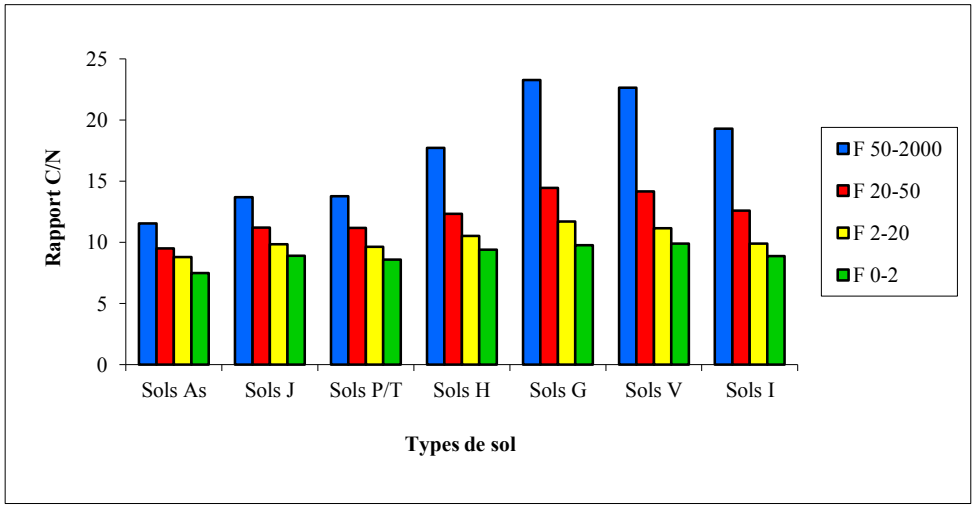


Figure 70
Rapport C/N des fractions granulométriques obtenues

Ces résultats se rapprochent d'analyses effectuées sur des sols tropicaux (FELLER et al., 1991 ; FELLER, 1995 ; RAZAFIMBELO, 2002).

IV.2.2.3 Contenus en carbone (% C total) des fractions granulométriques

Les contenus en carbone des fractions granulométriques, d'une parcelle donnée, correspondent aux participations relatives de ces différentes fractions granulométriques à la teneur en carbone (ou carbone total) mesurée dans cette parcelle. Ils sont calculés d'après la formule :

Contenu (% C total) = [C(mg/g fraction)* Masse des fractions (% sol sec)] / C total (mg/g sol)

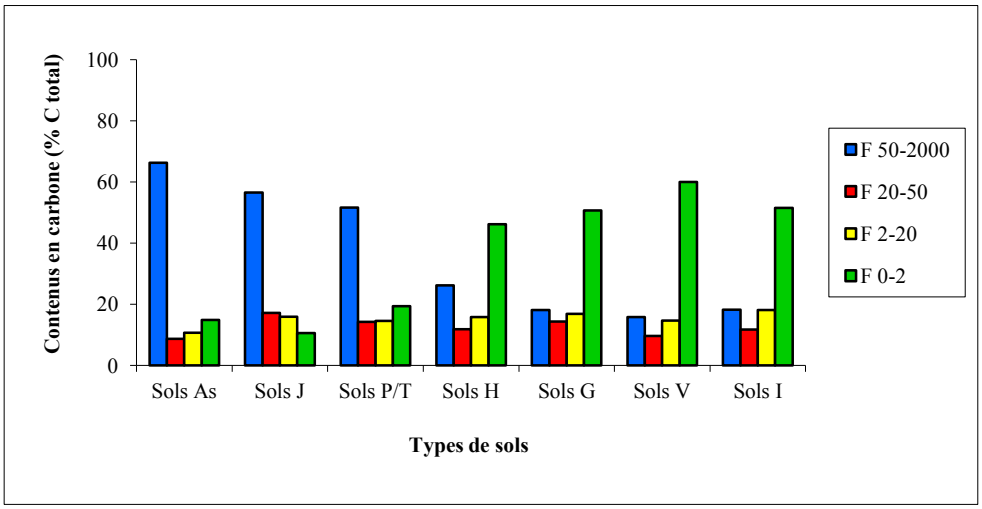


Figure 71
Contenus en carbone (% C total) des fractions granulométriques obtenues

***Fraction 50-2000 µm**

Tous échantillons confondus, les contenus en carbone des fractions sableuses représentent 8 à 68 % du carbone total des échantillons. Ces contenus en carbone présentent des valeurs relatives moyennes de 66 % du carbone total dans les sols à alluvions sableuses (sols As), près de 56 % du carbone total dans les sols jeunes sur cendres et ponces (sols J), de 51 % du carbone total dans les sols à allophanes (sols P et T), de 26 % dans les sols brun-rouille à halloysite (sols H), de 18 % dans les ferrisols (sols G), d'environ 15 % dans les vertisols (sols V) et de 18 % dans les sols rouges à montmorillonite (sols I).

***Fraction 20-50 µm**

Tous échantillons confondus, les contenus en carbone des fractions 20-50 µm représentent 3 à 25 % du carbone total des échantillons. Ces contenus en carbone présentent des valeurs relatives moyennes de 8 % du carbone total dans les sols à alluvions sableuses (sols As), de 17 % dans les sols jeunes sur cendres et ponces (sols J), de 14 % du carbone total dans les sols à allophanes (sols P et T), de 11 % dans les sols brun-rouille à halloysite (sols

H), de 14 % dans les ferrisols (sols G), de 9 % dans les vertisols (sols V) et de 11 % dans les sols rouges à montmorillonite (sols I).

***Fraction 2-20 µm**

Tous échantillons confondus, les contenus en carbone des fractions 2-20 µm représentent 4 à 26 % du carbone total des échantillons. Ces contenus en carbone présentent des valeurs relatives moyennes de 10 % du carbone total dans les sols à alluvions sableuses (sols As), de 16 % dans les sols jeunes sur cendres et ponces (sols J), de 14 % dans les andosols (sols P et T), de 16 % dans les sols brun-rouille à halloysite (sols H) et les ferrisols (sols G), de 14 % dans les vertisols (sols V), et de près de 18 % dans les sols rouges à montmorillonite (sols I).

***Fraction 0-2 µm**

Tous échantillons confondus, les contenus en carbone de la fraction argileuse représentent 3 à 70 % du carbone total des échantillons. Ces contenus en carbone présentent des valeurs relatives moyennes de 14 % du carbone total dans les sols à alluvions sableuses (sols As), de 10 % dans les sols jeunes sur cendres et ponces (sols J), de 19 % dans les andosols (sols P et T), de 46 % dans les sols brun-rouille à halloysite (sols H), de 50 % dans les ferrisols (sols G), de 60 % dans les vertisols (sols V) et de 51 % dans les sols rouges à montmorillonite (sols I).

IV.3 LES FRACTIONS GRANULOMETRIQUES ET LEURS RELATIONS AVEC LES DIFFERENTS PARAMETRES DU MILIEU

IV.3.1 Effet de la composition minéralogique et de la texture sur les teneurs en carbone des fractions granulométriques

A partir des contenus en carbone (% du carbone total) dans chacune des fractions et du pourcentage en éléments fins (Argiles 0-2 µm + Limons fins 2-20 µm), les relations existant entre la texture et la minéralogie des sols avec le carbone des différentes fractions granulométriques de la matière organique sont analysées :

IV.3.1.1 Fraction 50-2000 µm

Quelque soit le type de sol, les contenus en carbone des fractions grossières (> 50 µm) diminuent fortement avec la teneur en éléments fins : la répartition du carbone dans ces

fractions est corrélée négativement avec la texture du sol.

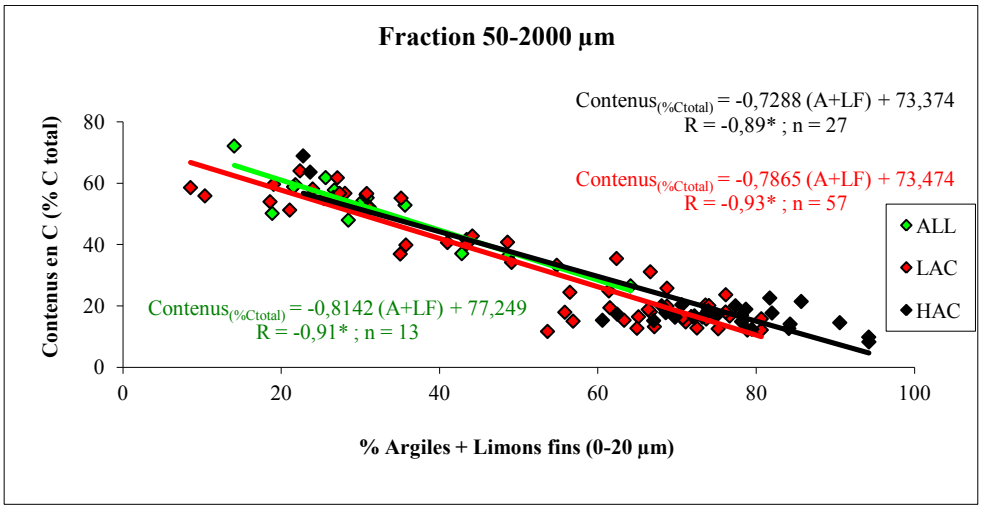


Figure 72
Relations entre le contenu en carbone de la fraction sableuse et la teneur en éléments fins (A+LF %) du sol

IV.3.1.2 Fraction 20-50 µm

Dans les sols ALL et LAC, les contenus en carbone des fractions grossières limoneuses (> 20 µm) diminuent fortement avec la teneur en éléments fins : ces variations du contenu organique du sol sont corrélées négativement et de façon significative avec la texture.

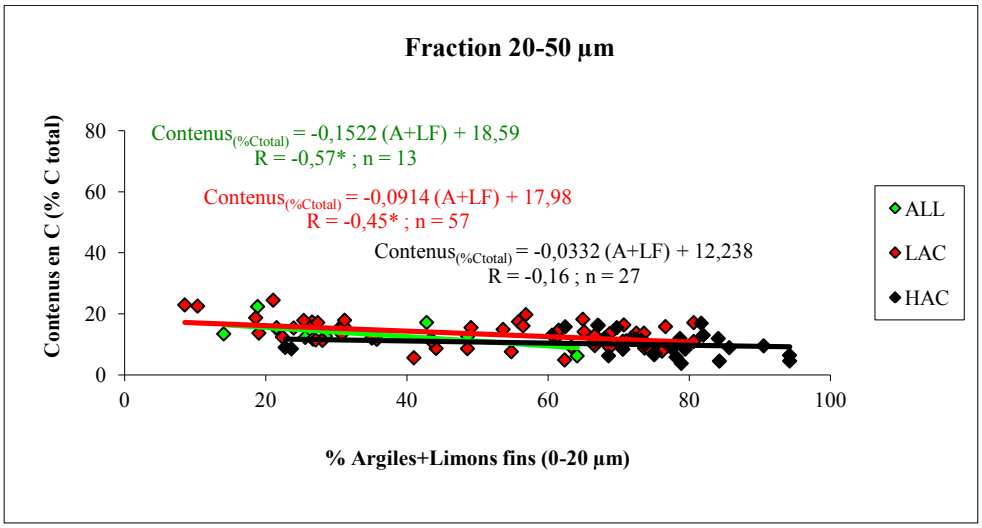


Figure 73
Relations entre le contenu en carbone de la fraction 20-50 µm et la teneur en éléments fins (A+LF %) du sol

Dans les sols HAC, on observe également une diminution du contenu en carbone avec la teneur en éléments fins dans les fractions limoneuses grossières (20-50 µm) ; cependant, ces variations du contenu en carbone du sol semblent indépendantes de la teneur en limons grossiers des sols à argiles 2/1 (corrélation négative, mais non significative).

IV.3.1.3 Fraction 2-20 µm

Tous types de sol confondus, dans la fraction limoneuse comprise entre 2 et 20 µm, on observe une augmentation du contenu en carbone avec la teneur en éléments fins. Cependant, ces variations du contenu en carbone du sol semblent indépendantes de la teneur en limons fins de ces sols (corrélation positive, mais non significative).

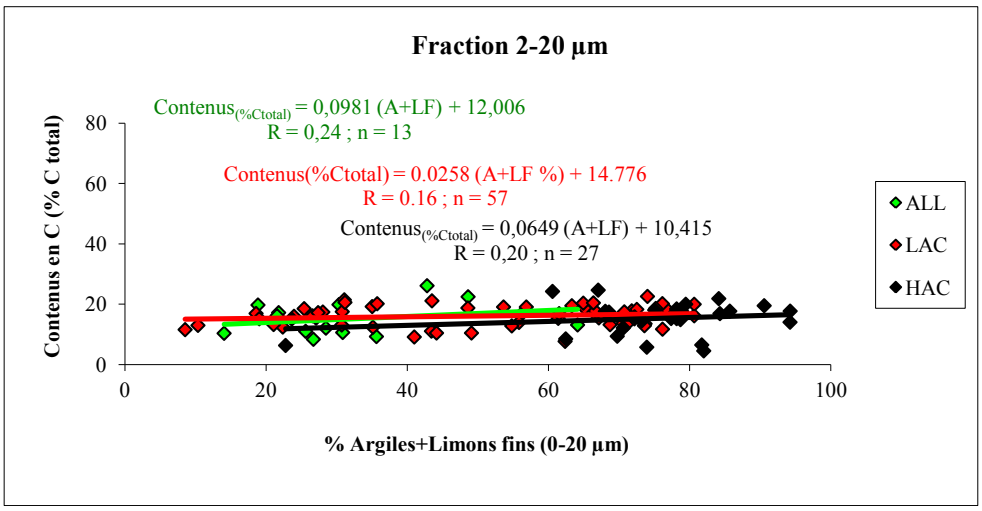


Figure 74
Relations entre le contenu en carbone de la fraction 2-20 µm et la teneur en éléments fins (A+LF %) du sol

IV.3.1.4 Fraction 0-2 µm

Quelque soit le type de sol, les contenus en carbone des fractions argileuses (< 2 µm) augmentent fortement avec la teneur en éléments fins (corrélation positive et significative).

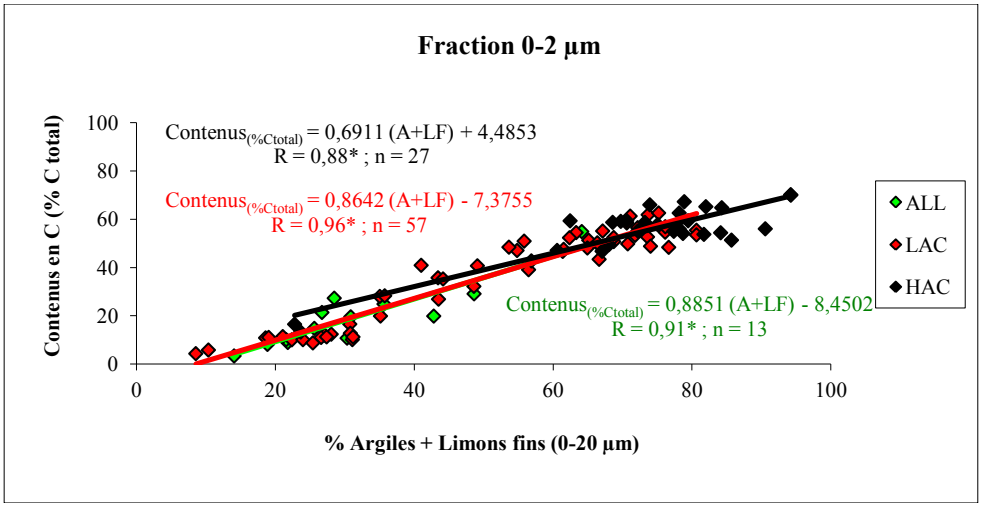


Figure 75
Relations entre le contenu en carbone de la fraction argileuse et la teneur en éléments fins (A+LF %) du sol

IV.3.2 Effet du mode d'occupation du sol sur les contenus en carbone des fractions granulométriques

On analyse, dans les sols à argiles cristallisées (sols LAC + HAC), les relations existant entre texture et contenu en carbone des différentes fractions granulométriques, avec la mise en culture.

IV.3.2.1 Fraction 50-2000 µm

Dans les fractions sableuses, on observe une forte diminution des contenus en carbone des fractions avec la teneur en éléments fins, sous parcelles non cultivées comme sous parcelles cultivées : la répartition du carbone dans ces fractions est corrélée négativement avec la texture du sol. On remarque également que le contenu en carbone de la fraction sableuse baisse sous cultures et que la différence en carbone organique du sol entre situations sous forêt et prairie et situations sous cultures diminue avec la teneur en éléments fins.

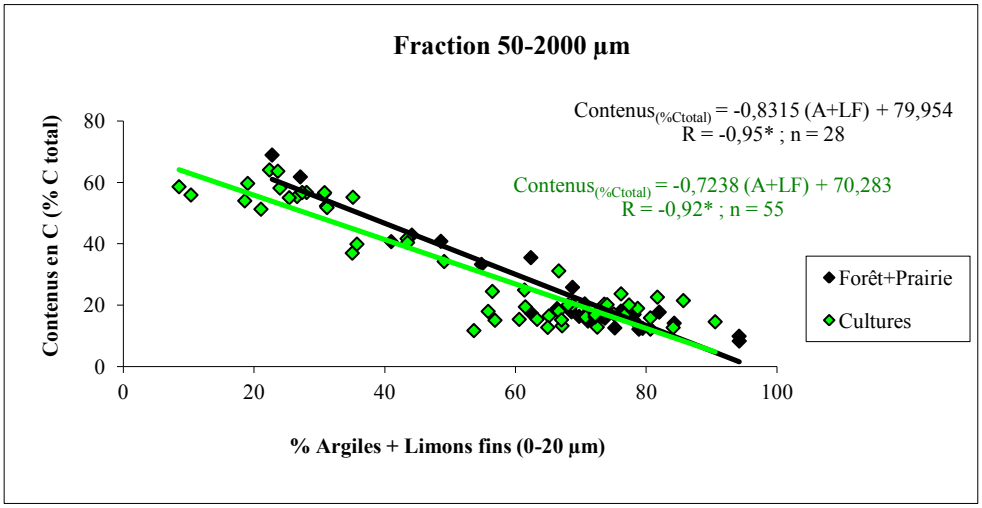


Figure 76
Relations entre le contenu en carbone de la fraction sableuse, la texture (A+LF %) et la mise en culture dans les sols à argiles cristallisées (LAC+HAC)

IV.3.2.2 Fraction 20-50 µm

Dans les fractions 20-50 µm, on observe une diminution des contenus en carbone avec la teneur en éléments fins sous parcelles cultivées. En revanche, sous forêt et prairie, ces variations du contenu en carbone du sol semblent indépendantes de la teneur en limons grossiers des sols (corrélation négative, mais non significative).

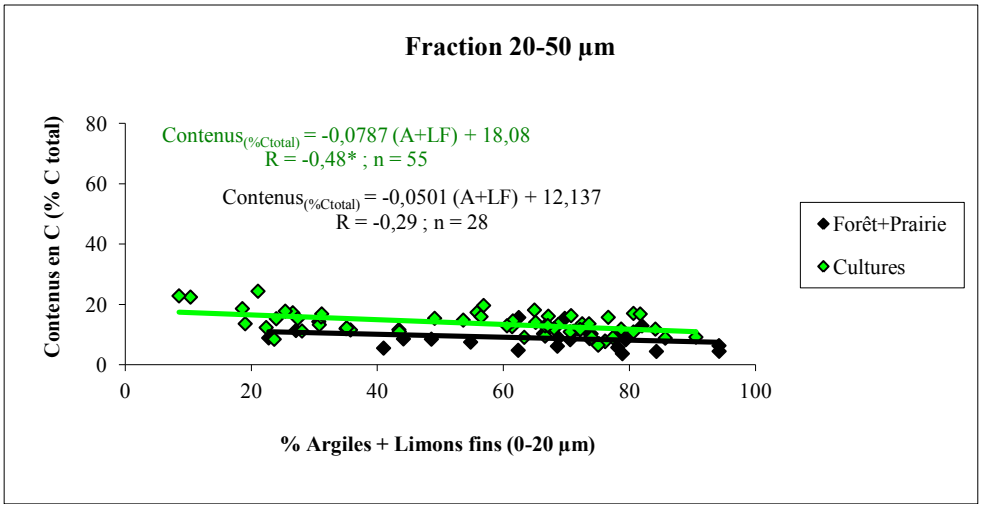


Figure 77
Relations entre le contenu en carbone de la fraction 20-50 µm, la texture (A+LF %) et la mise en culture dans les sols à argiles cristallisées (LAC+HAC)

IV.3.2.3 Fraction 2-20 µm

Sous cultures, comme sous parcelles non cultivées, on observe une augmentation des contenus en carbone avec la teneur en éléments fins, dans la fraction limoneuse fine. Cependant, ces variations du contenu en carbone du sol semblent indépendantes de la teneur en limons fins de ces sols (corrélation positive, mais non significative).

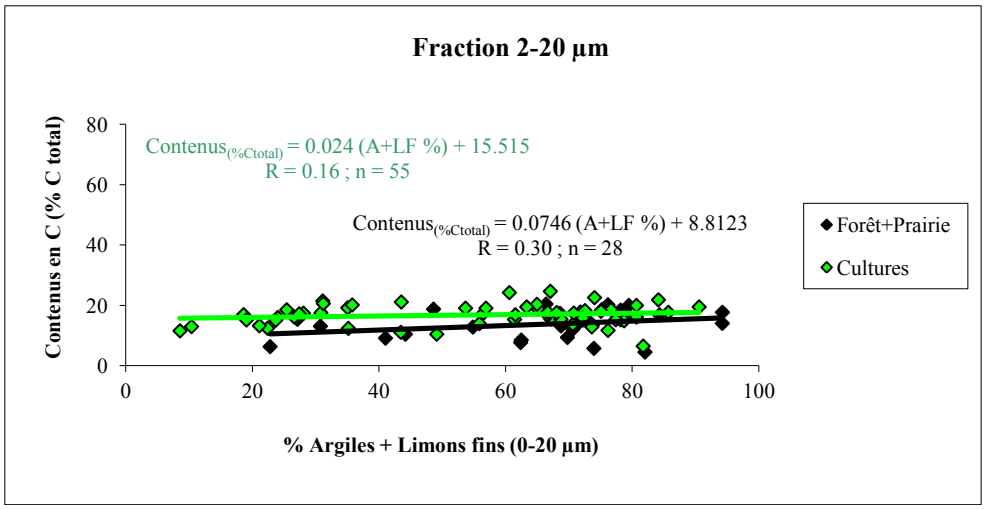


Figure 78
Relations entre le contenu en carbone de la fraction 2-20 µm, la texture (A+LF %) et la mise en culture dans les sols à argiles cristallisées (LAC+HAC)

IV.3.2.4 Fraction 0-2 µm

Dans la fraction 0-2 µm, on observe une forte augmentation des contenus en carbone des fractions avec la proportion en éléments fins, sous forêt et prairie comme sous parcelles cultivées (corrélation positive et significative). On remarque également que le contenu en

carbone de la fraction argileuse baisse sous cultures et que la différence en carbone organique du sol entre situations sous forêt et prairie et situations sous cultures reste stable avec la teneur en éléments fins.

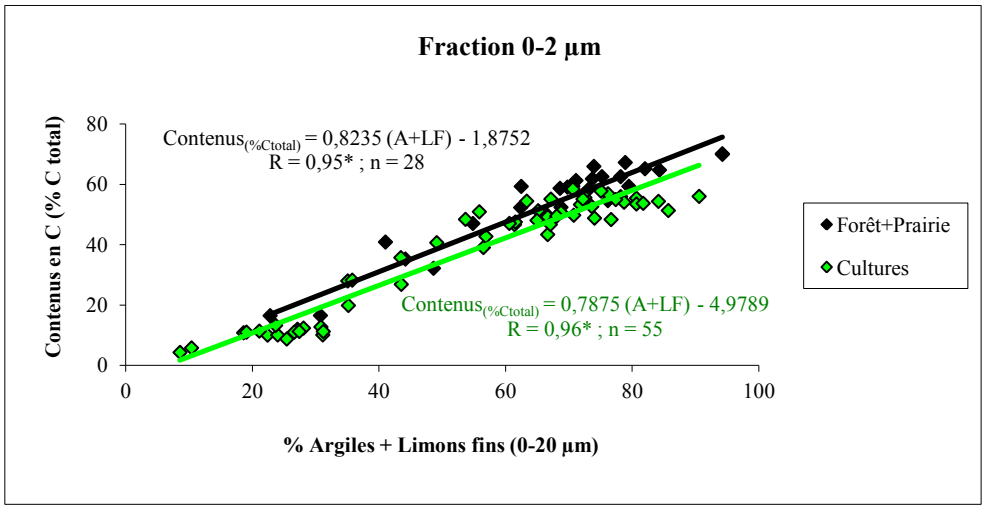


Figure 79
Relations entre le contenu en carbone de la fraction argileuse, la texture (A+LF %) et la mise en culture dans les sols à argiles cristallisées (LAC+HAC)

IV.3.3 Discussion

Dans les sols à texture sableuse, la fraction sableuse 50-2000 µm présente des valeurs relatives élevées, variant entre 50 à 66 % en moyenne du carbone total contre des valeurs relatives de 15 à 26 % en moyenne du carbone total, dans les sols à argiles cristallisées, pour ces mêmes fractions. En revanche, la fraction argileuse 0-2 µm ne représente plus que 10 à 19 en moyenne % du carbone total dans les sols à texture sableuse contre 46 à 60 % en moyenne du carbone total dans les sols argileux.

Ces résultats sont à rapprocher de travaux de FELLER (1995) sur une collection de sols tropicaux : il remarque une augmentation du pourcentage du carbone total des fractions grossières dans les sols à texture grossière et à l'inverse une augmentation du pourcentage du carbone total de la fraction argileuse avec des valeurs relatives d'autant plus élevées que le sol a une texture argileuse.

Ces contenus en carbone des fractions ont des évolutions similaires quel que soit le type de sol : il n'y a donc pas d'effet de la composition minéralogique des sols à argiles cristallisées (1/1 ou 2/1) et des sols à allophanes sur les teneurs en carbone des fractions.

Ceci concorde avec les observations de FELLER et BEARE (1997) selon lesquelles, la distribution relative du carbone et de l'azote (% C ou N du sol total) dans les différentes classes de fractions dépend largement de la texture du sol.

Par ailleurs, selon WATTEL-KOEKKOEK et al. (2001) *« la teneur en carbone dans la fraction argileuse ne montre pas de différence significative entre sols kaolinitiques et sols smectitiques. Ceci suggère que la quantité totale de carbone organique dans la fraction argileuse est indépendante de la minéralogie des argiles (...) [cependant] des mécanismes de liaisons différents entre en jeu dans les interactions kaolinite – matière organique et smectite – matière organique (...) les argiles smectitiques liant préférentiellement la matière organique par des ponts cationiques. »*

La mise en culture se traduit par une variation du contenu organique des sols dans les fractions grossières (> 20 µm) et par une baisse du contenu organique des sols dans la fraction argileuse. Ainsi, FELLER et BEARE (1997) ont mis en évidence, en milieu tropical, une dynamique différente de la matière organique en fonction de la texture du sol : *« dans les sols à texture grossière, la régulation de la dynamique du carbone organique du sol est due pour l'essentiel aux changements associés à la fraction sableuse (ou matière organique particulaire). (...) A l'opposé, dans les sols à texture fine, surtout ceux à fort pourcentage en argiles, les variations du carbone organique du sol sont associées à la fraction 0-2 µm. »* Dans les deux cas, il y a une diminution de la fraction 20 µm lors de la mise en culture, en effet cette diminution *« provient des résidus végétaux, dont les quantités dépendent des rotations de cultures adoptées »* (FREIXO et al., 2002).

IV.4 REPARTITION DU CARBONE (G/KG SOL) DANS LES FRACTIONS GRANULOMETRIQUES SELON LE MODE D'OCCUPATION DES TERRES

Afin d'analyser la répercussion des modes d'occupation des terres sur la localisation de la matière organique dans les classes granulométriques, on compare, pour un même type de sol, des changements d'affectation des parcelles entraînant soit une diminution, soit une augmentation des stocks organiques.

IV.4.1 Cas d'une diminution des stocks organiques

IV.4.1.1 Cas de successions forêt → culture

Sur sols brun-rouille à halloysite (20 à 30 % d'argiles dans l'horizon de surface), trois situations sont considérées.

- succession forêt → cultures maraîchères moyennement intensifiées : le changement d'affectation des terres s'est produit il y a 7 ans.

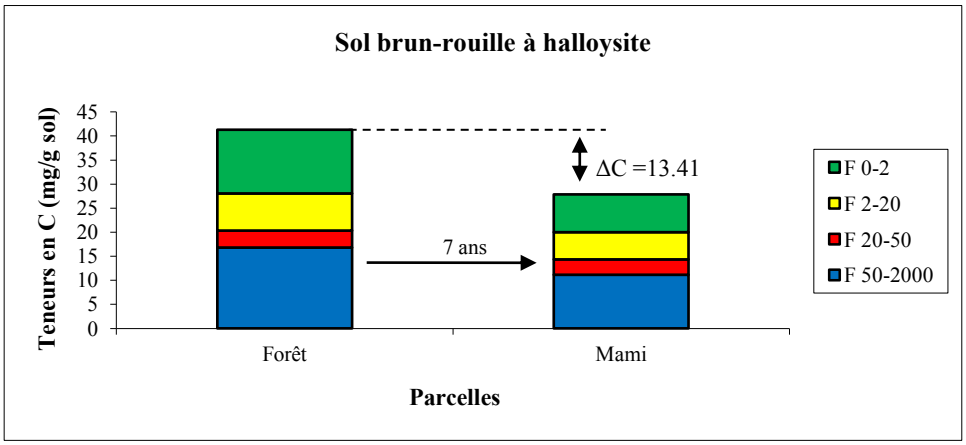


Figure 80
Cas d'une diminution du stock organique au cours d'une succession forêt → cultures maraîchères moyennement intensifiées

La mise en cultures maraîchères se traduit par une diminution de 13,41 gC/kg sol de la teneur en carbone du sol à 0-10 cm : la fraction organique sableuse (50-2000 µm) a perdu de 42 % de son contenu d'origine, la fraction 20-50 µm est restée quasiment stable avec 2 % de perte, la fraction 2-20 µm a diminué d'environ 15 % et la fraction argileuse a enregistré 40 % de perte de son contenu organique.

- succession forêt → cultures maraîchères fortement intensifiées : le changement d'utilisation des terres a eu lieu, il y a 7 ans.

La mise en cultures maraîchères a conduit à une perte en carbone de 19,12 gC/kg sol de la teneur en carbone du sol de l'horizon de surface : la fraction grossière (50-2000 µm) a perdu de 44 % de son contenu, la fraction 20-50 µm est restée stable avec moins de 1 % de perte, la fraction 2-20 µm a diminué d'environ 18 % et la fraction argileuse a enregistré 36 % de perte de son contenu organique.

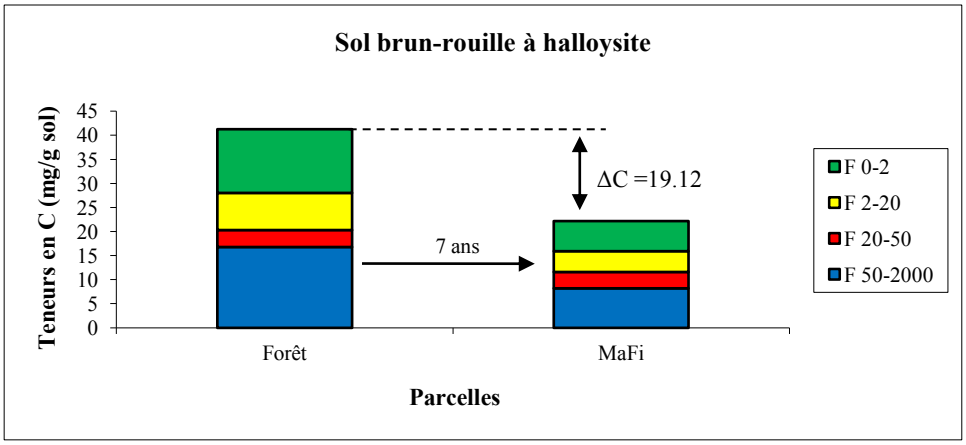


Figure 81
Cas d'une diminution du stock organique au cours d'une succession forêt → cultures maraîchères fortement intensifiées

- succession forêt → cultures vivrières moyennement intensifiées : la mise en culture s'est produite, il y a 30 ans.

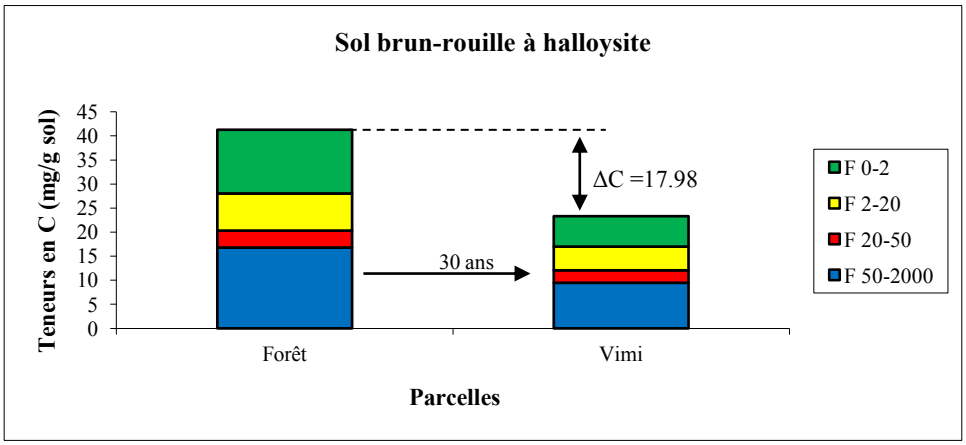


Figure 82
Cas d'une diminution du stock organique au cours d'une succession forêt → cultures vivrières moyennement intensifiées

La mise en culture a entraîné une diminution de 17,98 gC/kg sol de la teneur en carbone de l'horizon 0-10 cm. Cette diminution est de 40 % dans la fraction grossière (50-2000 µm), de 5 % dans la fraction 20-50 µm, de 15 % dans la fraction 2-20 µm et de 38 % dans la fraction argileuse a enregistré.

IV.4.1.2 Cas de successions prairie → culture

Trois situations sont considérées ici :

- succession prairie → cultures maraîchères et vivrières fortement intensifiées, sur sols brun-rouille à halloysite (45 à 60 % d'argiles dans l'horizon de surface). Le changement d'affectation des terres a lieu, il y a 5 ans.

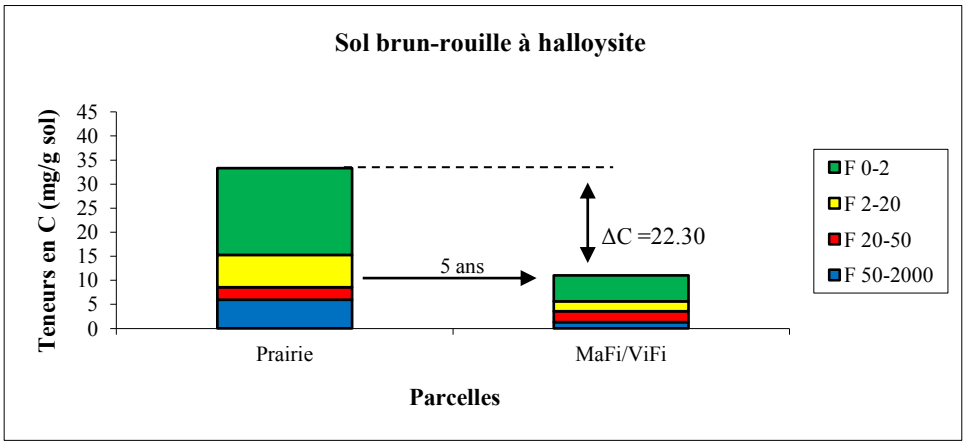


Figure 83
Cas d'une diminution du stock organique au cours d'une succession prairie → cultures maraîchères et vivrières fortement intensifiées

La mise en culture a conduit à une diminution de 22,30 gC/kg sol de la teneur en carbone de l'horizon de surface. Cette diminution est de 21 % dans la fraction grossière (50-2000 µm), d'environ 2 % dans la fraction 20-50 µm, de 20 % dans la fraction 2-20 µm et de 57 % dans la fraction argileuse a enregistré.

- succession prairie → canne à sucre sur vertisols (55 à 65 % d'agiles dans l'horizon de surface) : le changement d'utilisation des terres s'est produit, il y 5 ans.

La mise en culture s'est traduite par une diminution de 2,46 gC/kg sol de la teneur en carbone de l'horizon 0-10 cm. La fraction grossière (50-2000 µm) a perdu de 9 % de son contenu, les fractions (2-20 et 20-50 µm) ont varié d'environ 3%. En revanche, l'essentiel des pertes en matière organique s'est produit dans la fraction argileuse qui a perdu 90 % de son contenu organique d'origine.

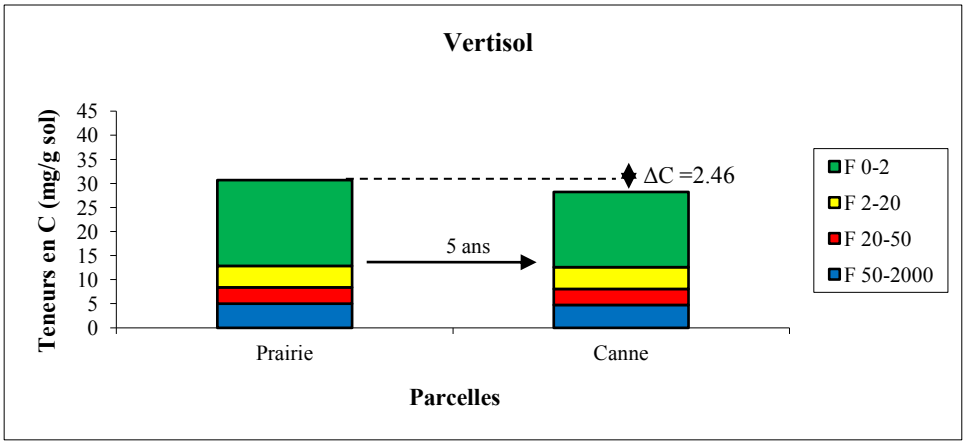


Figure 84
Cas d'une diminution du stock organique au cours d'une succession prairie → canne à sucre

- succession prairie → cultures maraîchères fortement intensifiées sur vertisols (plus de 60 % d'argiles dans l'horizon de surface) : la mise en culture a eu lieu, il y a 13 ans.

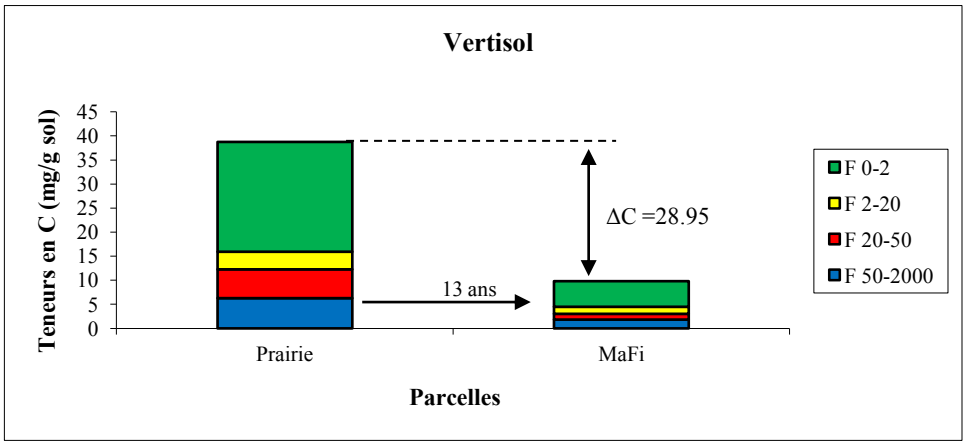


Figure 85
Cas d'une diminution du stock organique au cours d'une succession prairie → cultures maraîchères fortement intensifiées

Le changement d'utilisation des terres a conduit à une diminution de 28,95 gC/kg sol de la teneur en carbone de l'horizon 0-10 cm. Cette diminution est de 15 % dans la fraction sableuse, de 16 % dans la fraction 20-50 µm, de 7 % dans la fraction 2-20 µm et, de plus de 60 % du contenu organique d'origine dans la fraction argileuse.

IV.4.1.3 Cas de successions culture → culture

Sur ferrisols (40 à 60 % d'argiles dans l'horizon de surface), on étudie deux cas de figure :

- succession canne → banane : le changement d'utilisation des terres s'est produit, il y a 5 ans.

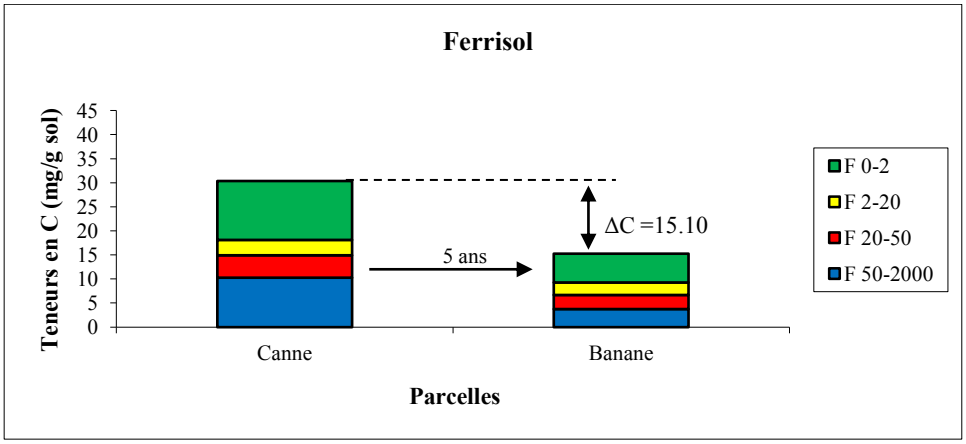


Figure 86
Cas d'une diminution du stock organique au cours d'une succession canne → banane

L'installation de la bananeraie a conduit à une diminution de 15,10 gC/kg sol de la teneur en carbone du sol de l'horizon de surface. Cette diminution se traduit par une perte de 43 % du contenu organique dans la fraction sableuse, de 11 % dans la fraction 20-50 µm, de 3 % dans la fraction 2-20 µm et, de 41 % dans la fraction argileuse.

- succession canne avec brûlis → banane : la mise en place de la bananeraie s'est produite, il y a 11 ans.

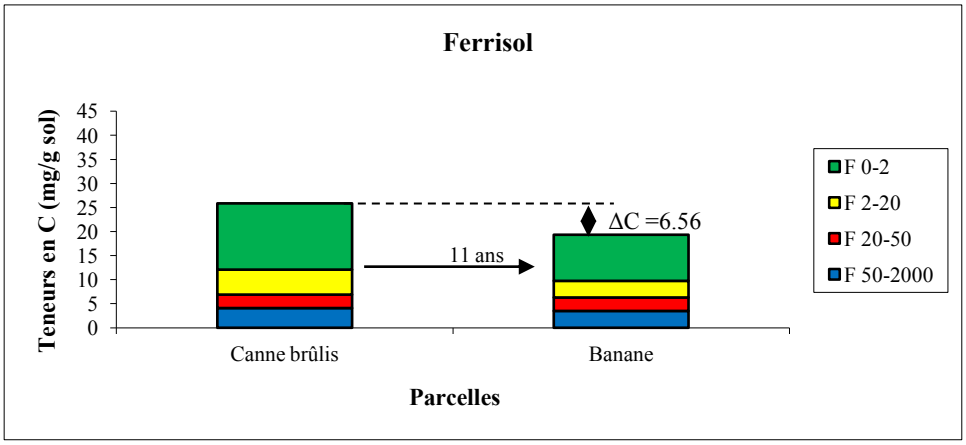


Figure 87
Cas d'une diminution du stock organique au cours d'une succession canne avec brûlis → banane

Le changement d'utilisation des terres, entraîne une diminution de 6,56 gC/kg sol de la teneur en carbone du sol de l'horizon 0-10 cm. La fraction grossière (50-2000 µm) a perdu un peu plus de 8 % de son contenu, la fraction 20-50 µm est restée quasiment stable avec moins de 1 % de perte, la fraction 2-20 µm a diminué de 20 %, et, la fraction argileuse a supporté l'essentiel des pertes avec la disparition de 64 % de son contenu d'origine.

IV.4.2 Cas d'une augmentation des stocks organiques

IV.4.2.1 Cas de successions culture → forêt

On étudie une succession culture de canne à sucre → forêt sur vertisols (plus de 60 % d'argiles dans l'horizon de surface) : le changement d'affectation des terres s'est produit, il y a 30 ans.

Le reboisement conduit à une augmentation de 14,10 gC/kg sol de la teneur en carbone du sol dans l'horizon 0-10 cm. Cette augmentation est de 21 % dans la fraction sableuse, de 26 % dans la fraction 20-50 µm et, d'environ 11 % dans la fraction 2-20 µm. En revanche, la fraction argileuse enregistre une variation de 63 % de son contenu organique.

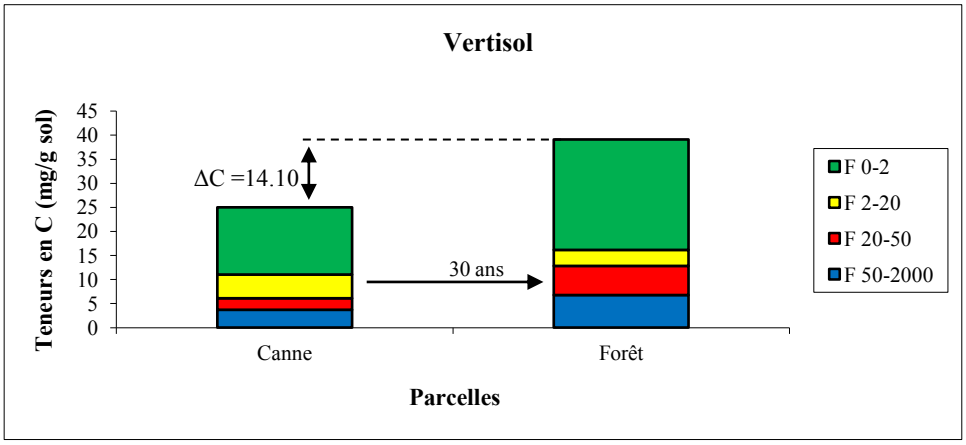


Figure 88
Cas d'une augmentation du stock organique au cours d'une succession culture → forêt

IV.4.2.2 Cas de successions culture – prairie

Huit situations sont considérées ici.

- succession cultures maraîchères fortement intensifiées → prairie installée sur sols jeunes sur cendres et ponces (moins de 10 % d'argiles dans l'horizon de surface) : le changement d'utilisation des terres a eu lieu, il y a 10 ans.

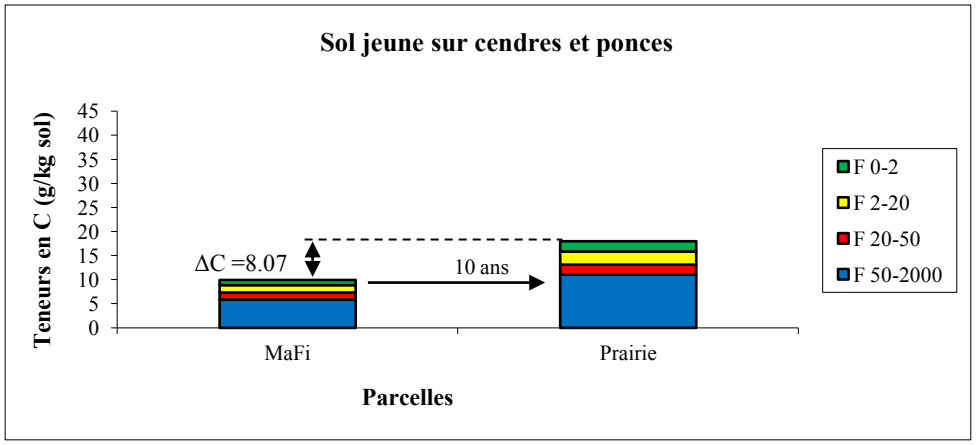


Figure 89
Cas d'une augmentation du stock organique au cours d'une succession cultures maraîchères fortement intensifiées → prairie

La mise en prairie se traduit par une augmentation de 8,07 gC/kg sol de la teneur en carbone du sol dans l'horizon de surface. Cette augmentation se traduit par 64 % de gain par rapport au contenu organique d'origine dans la fraction sableuse, par 7 % de gain dans la fraction 20-50 µm, par 15 % de gain dans la fraction 2-20 µm et, par 13 % de gain dans la fraction argileuse.

- succession bananeraie → prairie sur sols jeunes sur cendres et ponces : le changement d'utilisation des terres s'est produit, il y a 9 ans.

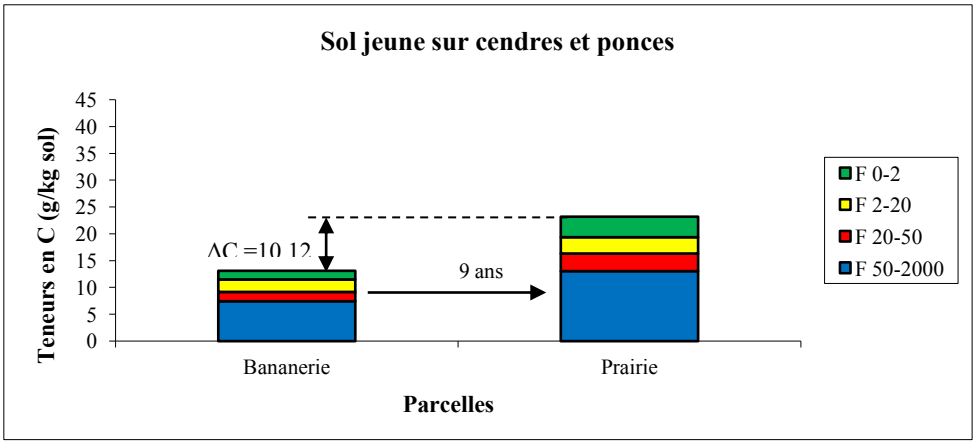


Figure 90
Cas d'une augmentation du stock organique au cours d'une succession culture → prairie

La mise en prairie se traduit par une augmentation de 10,12 gC/kg sol de la teneur en carbone de l'horizon 0-10 cm. Cette augmentation est de plus de 55 % du contenu organique

d'origine dans la fraction sableuse, de 7 % dans la fraction 20-50 µm, de 15 % dans la fraction 2-20 µm et, de 21 % dans la fraction argileuse.

- succession canne avec brûlis → prairie sur sols brun-rouille à halloysite (55 à 65 % d'agiles dans l'horizon de surface) : le changement d'affectation des terres a eu lieu, il y a 5 ans.

La mise en prairie se traduit par une augmentation de 18,34 gC/kg sol de la teneur en carbone de l'horizon 0-10 cm. Cette augmentation est de 33 % du contenu organique d'origine dans la fraction sableuse, de 7 % dans la fraction 20-50 µm, de 12 % dans la fraction 2-20 µm et, d'environ 47 % dans la fraction argileuse.

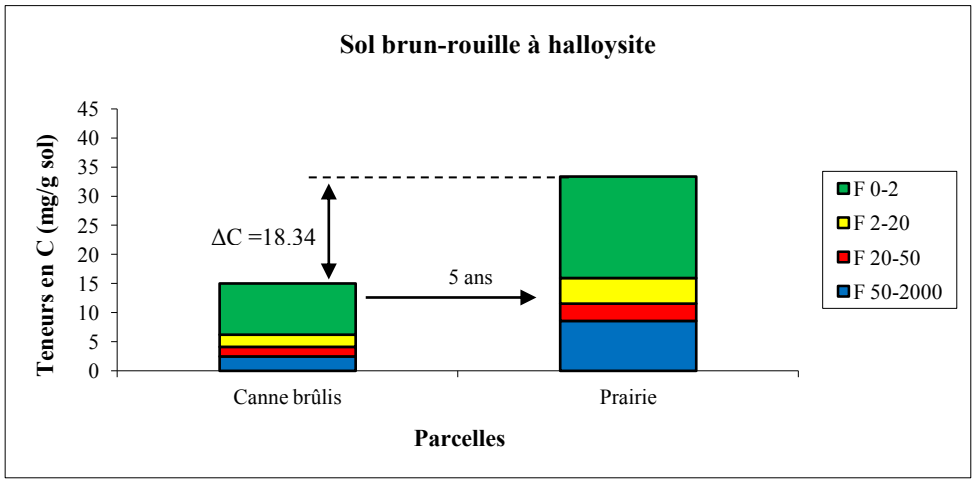


Figure 91
Cas d'une augmentation du stock organique au cours d'une succession culture → prairie

- succession cultures maraîchères moyennement intensifiées → prairie, également installée sur sols brun-rouille à halloysite (45 à 55 % d'argiles dans l'horizon de surface). Le changement d'usage des terres a eu lieu, il y a 10 ans.

L'installation de la prairie se traduit par une augmentation de 7,24 gC/kg sol du contenu en carbone du sol dans l'horizon 0-10 cm. Cette augmentation est de 39 % du contenu organique d'origine dans la fraction sableuse et, de plus de 57 % dans la fraction argileuse ; les fractions limoneuses (2-20 et 20-50 µm) restent quasiment stables avec 1 à 2 % environ des gains en carbone.

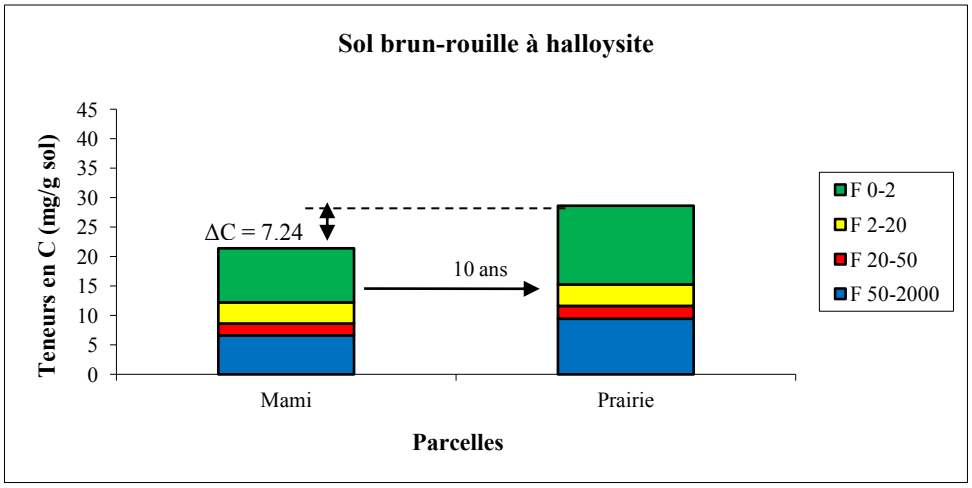


Figure 92
Cas d'une augmentation du stock organique au cours d'une succession cultures maraîchères moyennement intensifiées → prairie

- succession cultures maraîchères moyennement intensifiées → prairie, installée sur vertisols (60 % d'argiles en moyenne dans l'horizon de surface) : le changement d'utilisation des terres s'est déroulé, il y a 3 ans.

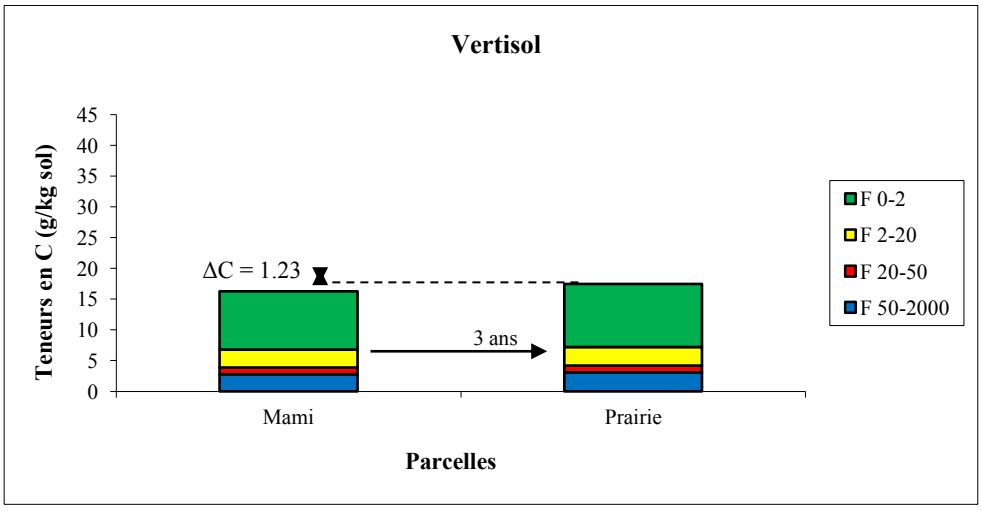


Figure 93
Cas d'une augmentation du stock organique au cours d'une succession cultures maraîchères moyennement intensifiées → prairie

L'installation de la prairie conduit à une augmentation de 1,23 gC/kg sol de la teneur en carbone du sol dans les 10 premiers centimètres. Cette augmentation est due pour l'essentiel à la fraction argileuse (65 % des gains en carbone) et secondairement à la fraction sableuse (26 % des gains en carbone), les fractions limoneuses (2-20 et 20-50 µm) variant peu, avec 1 à 7 % des gains en carbone.

- succession canne à sucre → prairie située sur vertisols (plus de 60 % d'argiles dans l'horizon 0-10 cm) : le changement d'utilisation des terres est survenu il y a 10 ans.

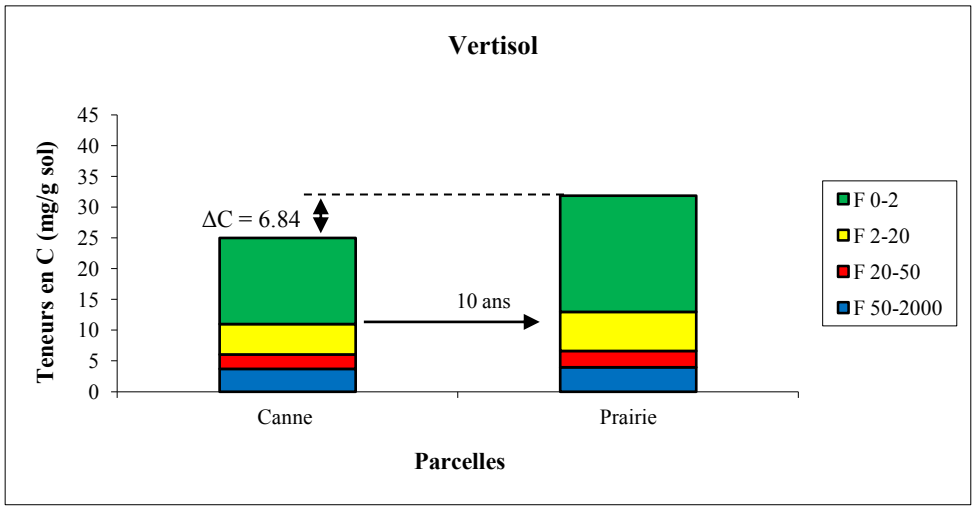


Figure 94
Cas d'une augmentation du stock organique au cours d'une succession culture → prairie

La mise en prairie se traduit par une augmentation de 6,84 gC/kg sol de la teneur en carbone de l'horizon 0-10 cm. Cette augmentation est due essentiellement aux fractions inférieures à 20 µm, avec 20 % des gains en carbone dans la fraction 2-20 µm et 71 % dans la fraction argileuse (0-2 µm) ; les fractions grossières > 20 µm restent quasiment stables avec près de 4 % des gains en carbone.

- succession canne → prairie sur vertisols (plus de 65 % d'argiles dans les 10 premiers centimètres de sol) : le changement d'affectation des terres a eu lieu, il y a 30 ans.

L'installation de la prairie se traduit par une augmentation de 13,74 gC/kg sol de la teneur en carbone du sol dans l'horizon de surface. Cette augmentation est de 19 % du contenu organique d'origine dans la fraction sableuse, de 26 % dans la fraction 20-50 µm et, de plus de 64 % dans la fraction argileuse. En revanche, la fraction 2-20 µm enregistre une variation de son contenu d'environ 9 %.

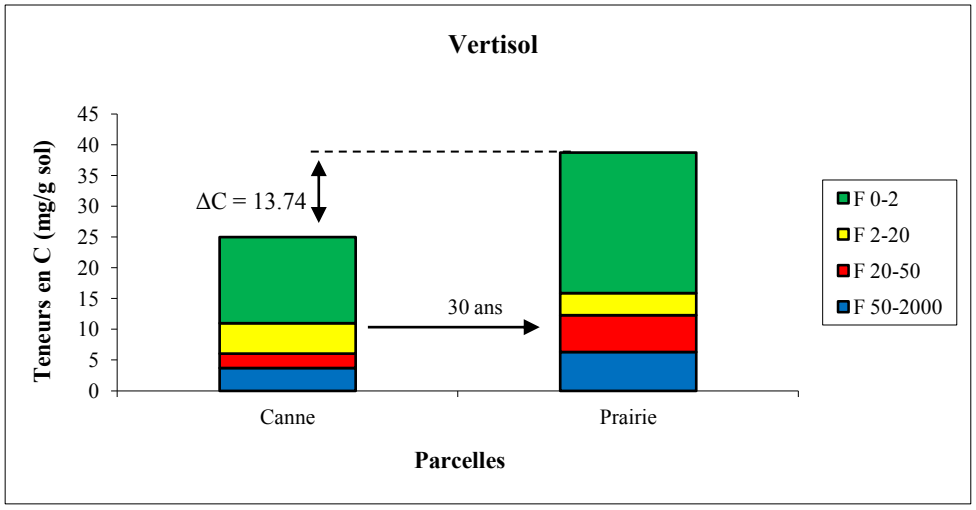


Figure 95
Cas d'une augmentation du stock organique au cours d'une succession culture → prairie

- succession canne à sucre → prairie sur sols rouges à montmorillonite (62 % d'argiles dans l'horizon de surface) : le changement d'utilisation des terres s'est déroulé, il y a 23 ans.

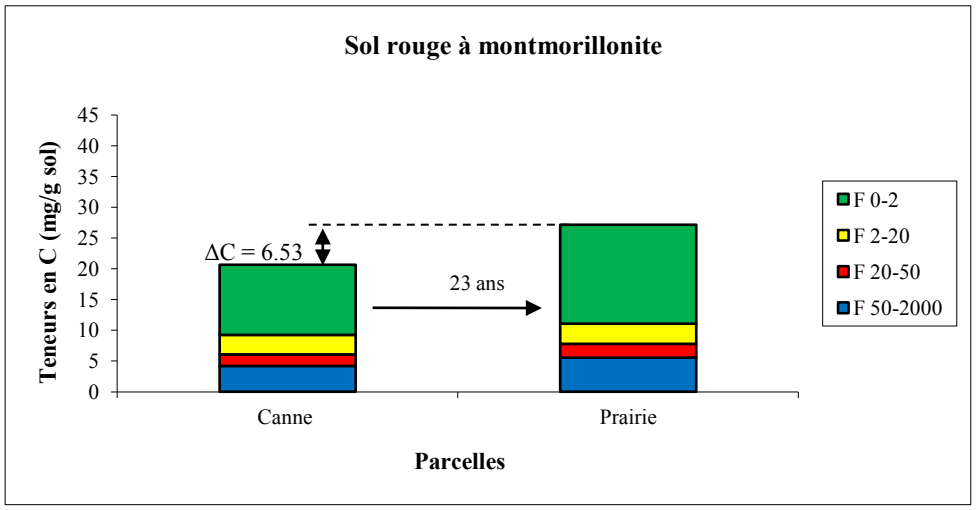


Figure 96
Cas d'une augmentation du stock organique au cours d'une succession culture → prairie

La mise en prairie se traduit par une augmentation de 6,53 gC/kg sol de la teneur en carbone du sol dans l'horizon 0-10 cm. Cette augmentation est due pour l'essentiel, à la fraction argileuse (71 % des gains en carbone) et secondairement à la fraction sableuse (20 % des gains en carbone) ; les fractions limoneuses (2-20 et 20-50 µm) restent quasiment stables avec 1 à 5 % environ des gains en carbone.

IV.4.2.3 Cas de successions culture → culture

Quatre situations sont considérées ici.

- succession bananeraie → jardin créole installée sur sols jeunes sur cendres et ponces (moins de 10 % d'argiles dans l'horizon de surface) : le changement d'utilisation des terres a eu lieu, il y a 9 ans.

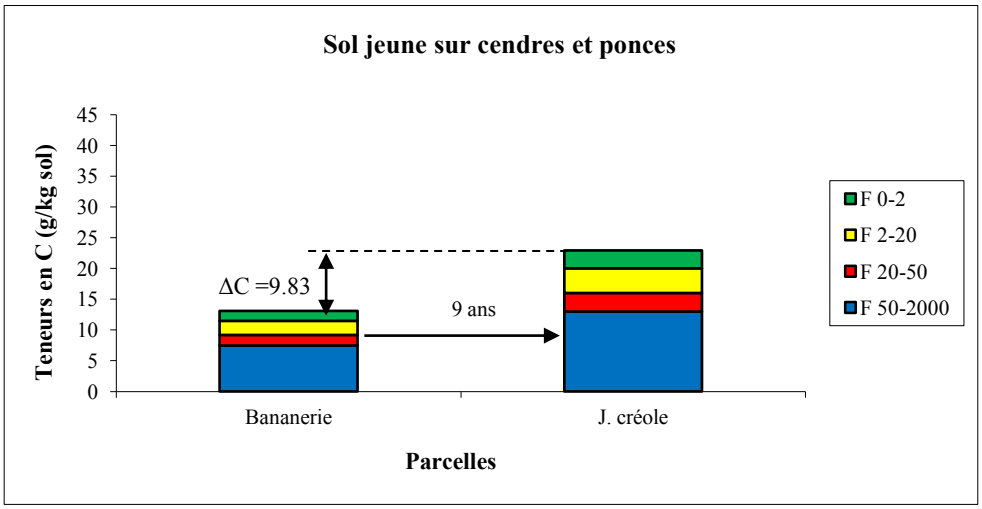


Figure 97
Cas d'une augmentation du stock organique au cours d'une succession culture → culture

L'installation du jardin créole a conduit à une augmentation de 9,83 gC/kg sol de la teneur en carbone du sol dans l'horizon de surface. Les variations du contenu en carbone sont dues pour l'essentiel, à la fraction sableuse (56 % des gains en carbone) ; on observe une augmentation des contenus en carbone d'environ 13 à 17 % dans les fractions limoneuses (2-20 et 20-50 µm) et argileuses (0-20 µm).

- succession bananeraie → cultures maraîchères faiblement intensifiées, installée également sur sols jeunes sur cendres et ponces : le changement d'affectation des terres s'est déroulé, il y a 9 ans.

La mise en place de ce système de culture faiblement intensifiée se traduit par une augmentation de 11,51 gC/kg de la teneur en carbone du sol de la bananeraie initiale. Cette augmentation est due pour l'essentiel, à la fraction sableuse (71 % des gains en carbone) et

secondairement à la fraction 20-50 µm (environ 15 % des gains en carbone) ; les fractions fines (< 20 µm) restent quasiment stables avec 6 à 7 % environ des gains en carbone.

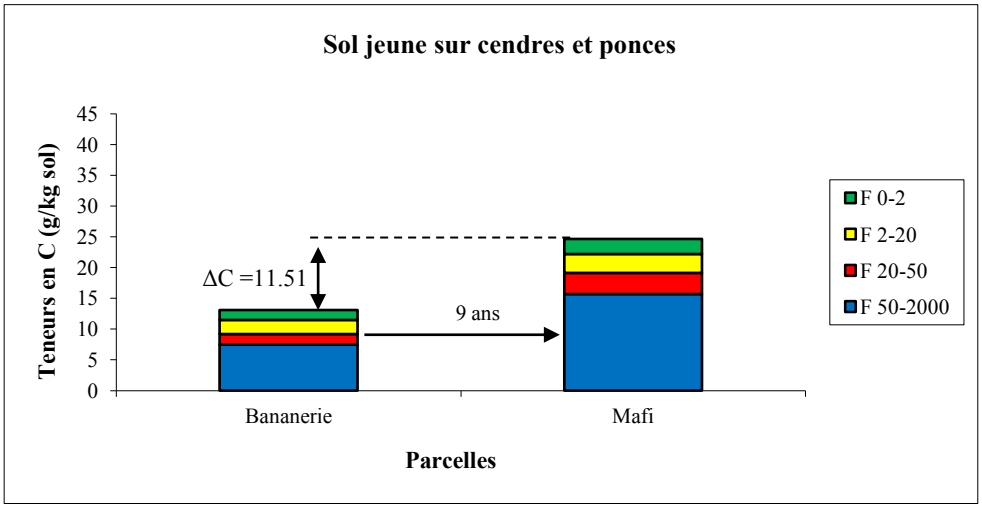


Figure 98
Cas d'une augmentation du stock organique au cours d'une succession culture → cultures maraîchères faiblement intensifiées

- succession canne avec brûlis → bananeraie sur sols brun-rouille à halloysite (50 à 60 % d'argiles dans l'horizon de surface) : l'installation de la bananeraie s'est produite, il y a 5 ans.

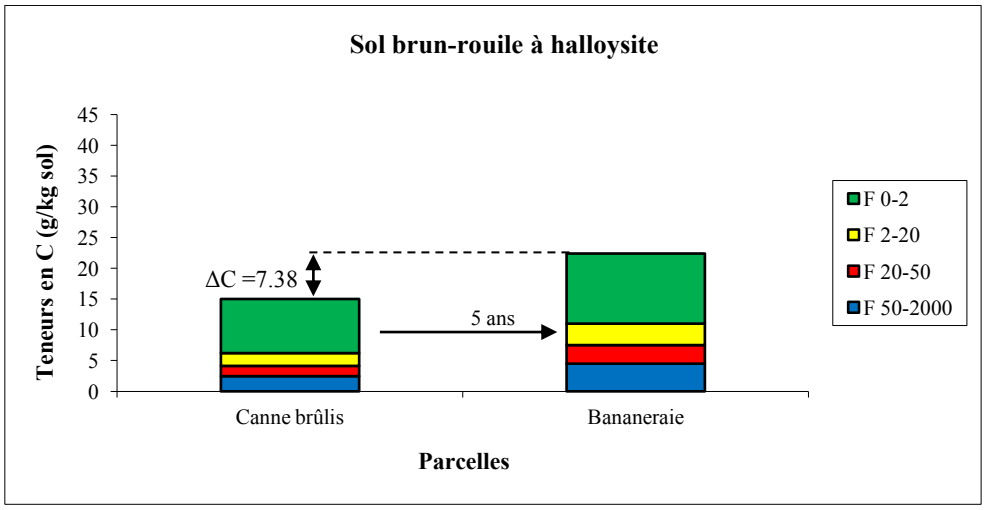


Figure 99
Cas d'une augmentation du stock organique au cours d'une succession culture → culture

Le changement d'utilisation des terres a conduit à une augmentation de 7,38 gC/kg sol de la teneur en carbone du sol dans l'horizon de surface. Cette augmentation est de 27 % du

contenu organique d'origine dans la fraction sableuse, de 18 % dans les fractions limoneuses (2-20 et 20-50 µm) et de 35 % dans la fraction argileuse.

- succession cultures maraîchères fortement intensifiées → bananeraie en agriculture biologique sur vertisols (plus de 60 % d'argiles dans les 10 premiers centimètres du sol) : l'installation de la bananeraie s'est produite, il y a 5 ans.

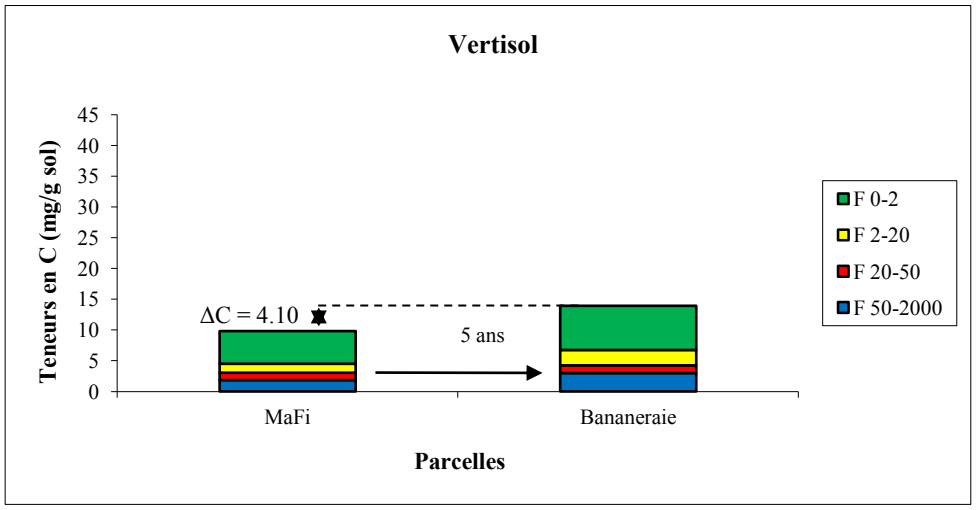


Figure 100
Cas d'une augmentation du stock organique au cours d'une succession cultures maraîchères fortement intensifiées → culture

Le changement d'utilisation des terres se traduit par une augmentation de 4,10 gC/kg du contenu en carbone du sol de la culture maraîchère initiale. Cette augmentation est due principalement, à la fraction argileuse (48 % des gains en carbone) et secondairement à la fraction sableuse (28 % des gains en carbone) et à la fraction 2-20 µm (25 % des gaines en carbone) ; les fractions limoneuse 20-50 µm reste stable avec moins de 2 % des gains en carbone.

IV.4.3 Discussion

La diminution des stocks organiques, après défrichement et mise en culture, dans le cas de sols sablo-argileux, est due essentiellement à la fraction sableuse (50-2000 µm) et secondairement à la fraction argileuse (0-2 µm). A l'inverse, dans les sols argileux la baisse du stock en carbone est due pour l'essentiel à la fraction argileuse et secondairement à la fraction sableuse.

Ces variations, dans les sols sableux, de la teneur en carbone après défrichement et mise en culture, se rapprochent d'observations effectuées par DJEGUI et al. (1992) sur des sols rouges ferrallitiques appauvris en argiles du Bénin qui mettent en évidence une diminution des matières organiques contenues dans les fractions grossières (> 50 µm) et, secondairement, celles des fractions 2-50 µm.

De même, STEMMER et al. (1999) pour des sols d'Europe mettent en évidence une minéralisation de la matière organique affectant principalement le carbone de la fraction supérieure à 200 µm qui perd ainsi près de 50 à 70 % de son contenu en carbone. On peut également citer les travaux d'HUSSAIN et al. (1999) qui notent, pour des sols d'Amérique du Nord, que les fractions de la matière organique supérieures à 53 µm, sont les plus sensibles au labour.

BESNARD et al. (1996), pour des sols des Pyrénées, précisent que la perte de carbone provient surtout des matières organiques particulaires externes aux agrégats ; en revanche, les matières organiques particulaires piégées dans les microagrégats diminuent seulement après 7 ans de culture, ce qu'ils expliquent, soit par la *« nature chimique récalcitrante »*, soit par *« une protection physique contre la biodégration »* de ces fractions organiques. En fait, cette perte en matière organique lors de la mise en culture, concernerait d'abord les fractions grossières (ce qu'ils appellent matières organiques particulaires externes aux agrégats), puis après quelques années les fractions organiques fines (ou matières organiques particulaires piégées dans les microagrégats), la matière organique n'étant plus protégée après destruction des agrégats.

L'augmentation des stocks organiques, après changement du mode de gestion des terres (cultures extensives, mise en prairie, voire reforestation) dans le cas de sols à texture sableuse, est due essentiellement à la fraction grossière (50-2000 µm) et secondairement aux fractions inférieures à 20 µm. Dans les sols à texture argileuse, l'augmentation des stocks en carbone est essentiellement due à la fraction argileuse (0-2 µm) et secondairement à la fraction sableuse (50-2000 µm), les fractions limoneuses intervenant peu en général.

Ces résultats sont en accord avec des travaux d'ALBRECHT (1988), CHOTTE (1988) et FELLER (1988), qui observent pour des sols argileux des Petites Antilles, des variations du contenu en carbone essentiellement dans les fractions supérieures à 50 µm et dans la fraction

organo-minérale inférieure à 5 µm. On peut également citer les travaux de RAZAFIMBELO (2002) sur des sols ferrallitiques du Brésil où les variations de contenus en carbone concernent essentiellement la fraction argileuse. De même, les variations observées sur sols sableux, concordent avec des travaux d'HASSINK et al. (1997) effectués sur des sols sableux des Pays-Bas, où ils notent que, l'accumulation de carbone se concentre dans la fraction supérieure à 20 µm.

Toutefois, SIX et al. (2002b) ont déterminé *« quatre réservoirs mesurables »* de la matière organique du sol :

- *« un réservoir en carbone protégé biochimiquement »* qui se renouvelle très lentement et dont la composition chimique complexe inhibe la décomposition,
- un réservoir en carbone protégé dans les argiles et les sables, ce carbone *« est protégé par association avec les particules minérales (...). La taille de ce réservoir dépend de la proportion en argiles et en sables dans le sol (...). Lors de la mise en culture, le carbone protégé dans les sables et les argiles est perdu (...) »*,
- un réservoir en carbone protégé dans les microagrégats (la protection physique de la matière organique du sol exercée au niveau des microagrégats, disparaît lors de la mise en culture avec la destruction de ces agrégats),
- et un réservoir en carbone non protégé *« isolé comme LF (Fraction Légère) ou POM (Matière Organique Particulaire) qui n'est pas emboîté dans les microagrégats (...). Le réservoir en carbone non protégé est labile, est une importante source en nutriments et est très sensible aux modes de gestion »*.

Par ailleurs, SIX et al. (2002b) dont remarquer qu'il peut y avoir *« un certain chevauchement dans les mécanismes de stabilisation entre les différents réservoirs. Par exemple, il est concevable que la fraction non hydrolysable soit non seulement stabilisée biochimiquement, mais aussi soit stabilisée partiellement par association avec les particules d'argiles et de sables ou que le réservoir protégé dans les sables et les argiles soit aussi en partie stabilisé par incorporation dans les microagrégats »*.

IV.5 CONCLUSION

Dans les sols sableux, à faibles teneurs en matière organique, les matières organiques sont principalement associées aux fractions sableuses. Dans les sols argileux,

plus riches en matières organiques, 50 à 60 % de la matière organique sont associées à la fraction argileuse.

La dynamique de la matière organique dépend de la texture du sol :

- **dans les sols sableux, les variations des stocks organiques sont essentiellement dues à la perte ou à l'accumulation en carbone de la fraction sableuse ;**
- **dans les sols argileux, la fraction argileuse participe de manière prépondérante aux variations des stocks organiques de ces sols lors de leur mise en culture ou en prairie ;**
- **les sols sablo-argileux ont un comportement intermédiaire entre ces deux pôles.**

CHAPITRE V
RELATIONS ENTRE TENEURS EN CARBONE ET STABILITE STRUCTURALE

V.1 METHODOLOGIE

La méthode utilisée est dérivée de celle décrite par LE BISSONNAIS et LE SOUDER (1995). Bien que ce test soit adapté aux sols limoneux humiques sensibles à la battance (LE BISSONNAIS, 1996 ; LE BISSONNAIS et ARROUAYS, 1997), il est simple, facilement applicable et a déjà été utilisé à la Martinique, sur du sol brun-rouille à halloysite (KHAMSOUK, 2001).

Des échantillons de sol prélevés dans l'horizon 0-10 cm sont séchés à l'air libre puis, passés au tamis. Les agrégats compris entre 2 et 5 mm sont récupérés. Juste avant le test, les agrégats sont mis à l'étuve à 40°C pendant 24 heures pour supprimer d'éventuelles variations d'humidité et uniformiser les conditions de traitement.

***Traitement 1 : humectation rapide par immersion**

5g d'agrégats de 2 à 5 mm sont brutalement immergés dans un bêcher dans lequel on a préalablement versé 50 ml d'eau distillée. La solution est laissée au repos pendant 10 minutes, puis l'excès d'eau est évacué par pipetage. Les agrégats sont alors transférés, à l'aide d'une pissette d'éthanol, sur un tamis de 50 µm immergé dans de l'éthanol.

Ce traitement permet de tester le comportement de sols secs soumis à des humectations brutales et reproduit l'éclatement des agrégats provoqué par une irrigation par submersion ou par une pluie intense après une période sèche.

***Traitement 2 : humectation lente par capillarité**

5g d'agrégats de 2 à 5 mm sont disposés sur un papier filtre, lui-même posé sur une table à succion avec une dépression de 3 cm. Les agrégats sont alors réhumectés par capillarité pendant 30 minutes puis transférés délicatement, à l'aide d'une pissette d'éthanol, sur un tamis de 50 µm immergé dans de l'éthanol.

Ce traitement reproduit le comportement de sols secs ou peu humides soumis à des pluies modérées et moins destructices, permet de discriminer des sols très peu stables.

***Traitement 3 : désagrégation mécanique par agitation après réhumectation**

5 g d'agrégats de 2 à 5 mm sont immergés dans 50 ml d'éthanol pendant 30 minutes, puis l'excès d'éthanol est évacué par pipetage. Les agrégats sont alors transférés, à l'aide d'une pissette d'eau distillée, dans un erlenmeyer contenant 50 ml d'eau distillée. Le niveau de l'eau distillée est ensuite ajusté à 250 ml. L'erlenmeyer est agité manuellement, en effectuant 10 retournements, puis laissé au repos pendant 30 minutes. L'excès d'eau est ensuite évacué par pipetage et les agrégats transférés, à l'aide d'une pissette d'éthanol, sur un tamis de 50 µm immergé dans de l'éthanol.

Ce traitement permet de tester la résistance du sol humide (cohésion dans l'eau) aux contraintes mécaniques : l'éclatement des agrégats, lors de la réhumectation préalable, est évité par leur immersion dans l'alcool (solvant non polaire et miscible à l'eau).

***Mesure de la distribution de la taille de particules résultantes**

La procédure qui suit est identique pour les trois traitements :

Un mouvement hélicoïdal est appliqué cinq fois au tamis de 50 µm immergé dans l'éthanol, sur lequel est disposé l'échantillon désagrégé. La fraction inférieure à 50 µm est récupérée, à l'aide d'une pissette d'éthanol, dans une coupelle en verre, séchée à 105°C pendant 48 heures, puis pesée.

Après séchage à l'étuve, la fraction supérieure à 50 µm est passée à travers une colonne de 6 tamis de 2000 µm, 1000 µm, 500 µm, 200 µm, 100 µm et 50 µm. Le refus de chaque tamis est pesé et le pourcentage de chaque fraction par rapport au poids initial est ensuite calculé.

Le résultat obtenu s'exprime soit sous forme d'histogrammes de distribution de la taille des particules soit sous forme de diamètres médians pondéraux Mean Weight Diameter (MWD ou DMP) calculés d'après la formule :

DMP (mm) = Σi (Pi *Di)

Avec Pi = effectif (poids sec de la classe d'agrégats / poids sec échantillon initial) de la classe d'agrégats de diamètre D (%)

Di = diamètre médian de la classe d'agrégats (mm)

Tableau 17
Classes de stabilité, battance et érosion en fonction du diamètre moyen pondéral après désagrégation (d'après LE BISSONNAIS et LE SOUDER, 1995).

MWD	Stabilité	Battance	Ruissellement et érosion diffuse
< 0,4 mm	Très instable	Systématique	Risque important et permanent en toutes conditions typographiques
0,4 - 0,8 mm	Instable	Très fréquente	Risque fréquent en toute situation
0,8 - 1,3 mm	Moyennement stable	Fréquente	Risque variable en fonction des paramètres climatiques et topographiques
1,3 - 2,0 mm	Stable	Occasionnelle	Risque limité
> 2,0 mm	Très stable	Très rare	Risque très faible

V.2 RESULTATS OBTENUS

Les résultats de la stabilité structurale des échantillons de surface (0-10 cm) sont présentés dans l'Annexe VI. Le bilan des traitements est réalisé par comparaison des masses des fractions dans l'échantillon de sol fractionné avec celles du sol non fractionné (horizon 0-10 cm de la fosse principale ou des répétitions) ; les résultats sont exprimés en %. Pour chaque traitement, les résultats sont détaillés sous forme de DMP calculés pour chacun de ces traitements, en % d'agrégats stables à l'eau (> 2 mm de Ø) et en % de particules résultantes. Sur l'ensemble des échantillons fractionnés, les bilans de masses des fractions varient de 99,04 à 100,91 % et sont donc considérés comme satisfaisants.

La parcelle Trinité Ca 2, qui présente de nombreuses particules de charbon dans l'horizon de surface à l'origine de teneurs en matière organique particulièrement élevées observées dans cette parcelle, ne sera pas prise en compte.

V.2.1 Humectation rapide

Tous échantillons confondus, le DMP moyen est de 1,76 mm. Cependant, sur l'ensemble des échantillons fractionnés, l'étendue des diamètres médians mesurés est très grande et varie de 0,20 à 3,06 mm. Les diamètres médians varient de 0,70 à 1,16 mm dans les sols à alluvions sableuses (sols As), de 0,82 à 3,06 dans les sols jeunes sur cendres et ponces (sols J), de 1,58 à 2,99 mm dans sols à allophanes (sols P et T), de 0,82 à 2,91 dans les sols brun-rouille à halloysite (sols H), de 0,95 à 2,62 mm dans les ferrisols (sols G), de 0,20 à 2,28 mm dans les vertisols (sols V) et de 0,59 à 2,07 mm dans les sols à montmorillonite (sols I).

On constate que des parcelles où les agrégats sont instables (DMP ≤ 0,8 mm) s'observent aussi bien dans les sols à texture sableuse que dans les sols à texture argileuse. On

remarque également que tous modes d'occupation confondus, les sols à allophanes sont stables (diamètre médian pondéral > 1,5 mm).

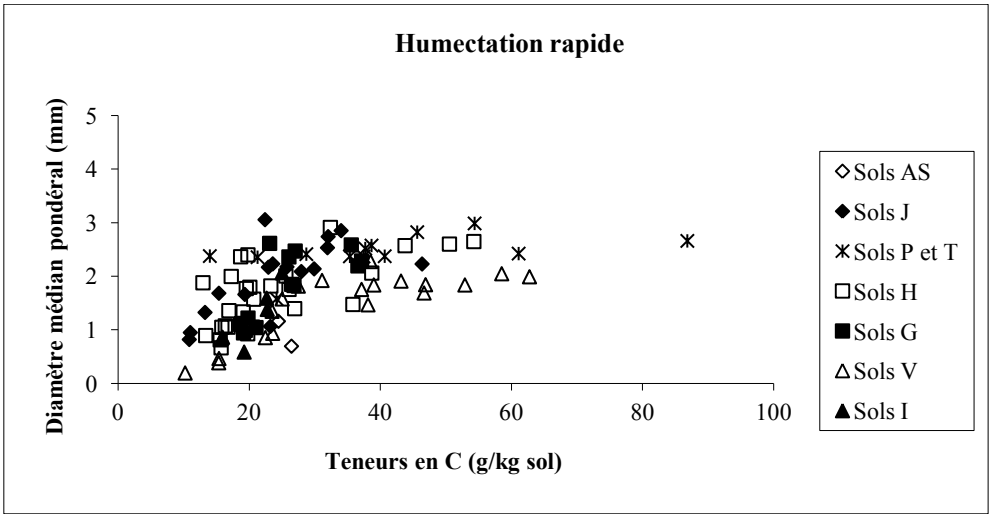


Figure 101
Relations entre le DMP et la teneur en carbone du sol (horizon 0-1à cm), en fonction du type de sol sous humectation rapide

V.2.2 Humectation lente

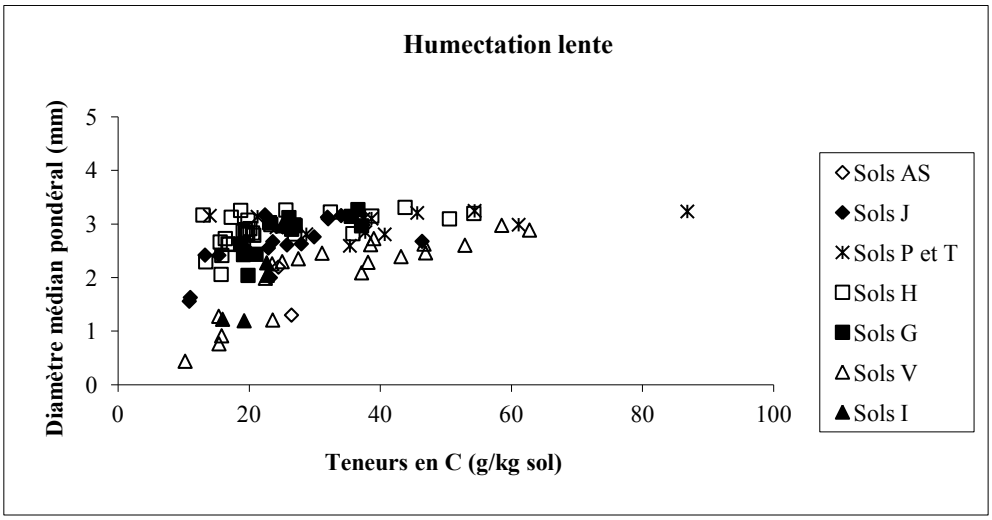


Figure 102
Relations entre le DMP et la teneur en carbone du sol (horizon 0-10 cm), en fonction du type de sol sous humectation lente

Tous échantillons confondus, le DMP moyen est de 2,60 mm. Toutefois, sur l'ensemble des échantillons, les stabilités structurales mesurées sont très variables et sont comprises entre 0,44 et 3,31 mm. Les diamètres médians varient de 1,30 à 2,20 mm dans les sols à alluvions, de 1,56 à 3,17 mm dans les sols jeunes sur cendres et ponces, de 2,81 à 3,24 mm dans les sols à allophanes, de 2,06 à 3,31 mm dans les sols brun-rouille à halloysite, de

2,04 à 3,27 mm dans les ferrisols, de 0,44 à 2,98 mm dans les vertisols et de 1,19 à 2,97 mm dans les sols rouges à montmorillonite.

On remarque sous humectation lente, que les parcelles étudiées sont généralement stables à très stables, aussi bien sur sols à texture sableuse que sur sols à texture argileuse, à l'exception toutefois, d'un certain nombre de parcelles sur vertisols ou sur sols rouges à montmorillonite.

V.2.3 Désagrégation mécanique

Tous échantillons confondus, le DMP moyen est de 2,31 mm. Sur l'ensemble des échantillons cependant, les diamètres médians mesurés sont compris entre 0,30 et 3,18 mm.

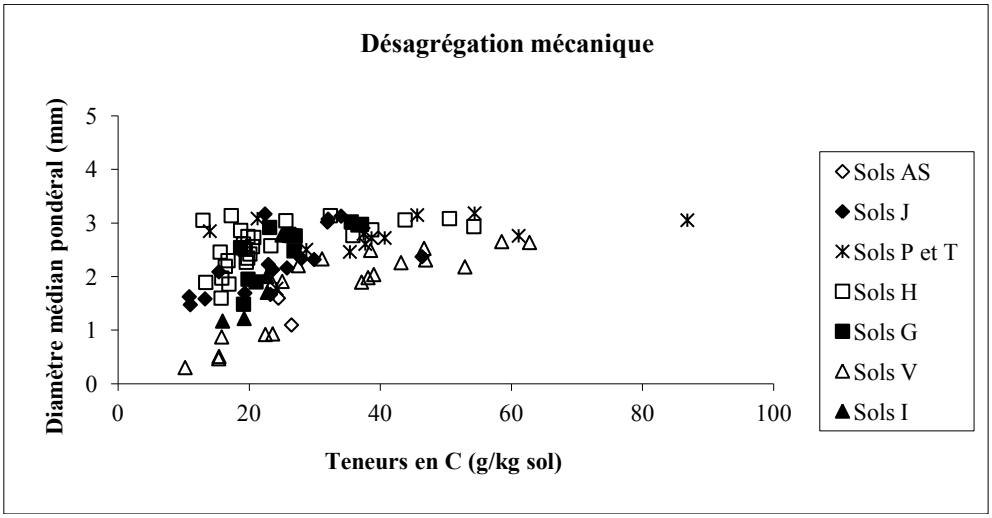


Figure 103
Relations entre le DMP et la teneur en carbone du sol (horizon 0-10 cm), en fonction du type de sol sous désagrégation mécanique

Les diamètres médians varient de 1,10 à 1,60 mm dans les sols à alluvions, de 1,47 à 3,17 mm dans les sols jeunes sur cendres et ponces, de 1,77 à 3,18 mm dans les sols à allophanes, de 1,60 à 3,14 mm dans les sols brun-rouille à halloysite, de 1,48 à 3,02 mm dans les ferrisols, de 0,30 à 2,65 mm dans les vertisols et de 1,17 à 2,77 mm dans les sols rouges à montmorillonite.

On remarque que les parcelles étudiées sont généralement stables à très stables, aussi bien sur sols à texture sableuse que sur sols à texture argileuse. Toutefois, on constate qu'un certain nombre de parcelles sur vertisols se révèlent instables à très instables (DMP $\leq$ 0,8 mm).

V.3 LA STABILITE STRUCTURALE ET SES RELATIONS AVEC LES DIFFERENTS PARAMETRES DU MILIEU

V.3.1 Minéralogie

A partir des teneurs en carbone (gC/kg sol)) et des diamètres médians (mm) mesurés dans les 10 premiers centimètres du sol, on analyse les relations existant entre la carbone organique, la minéralogie et la stabilité structurale des sols :

V.3.1.1 Humectation rapide

Dans les sols à allophanes la stabilité structurale est élevée (DMP > 1,50 mm) et augmente avec la teneur en carbone. Cependant, ces variations de la stabilité semblent indépendantes de la teneur en carbone des andosols (corrélation positive, mais non significative).

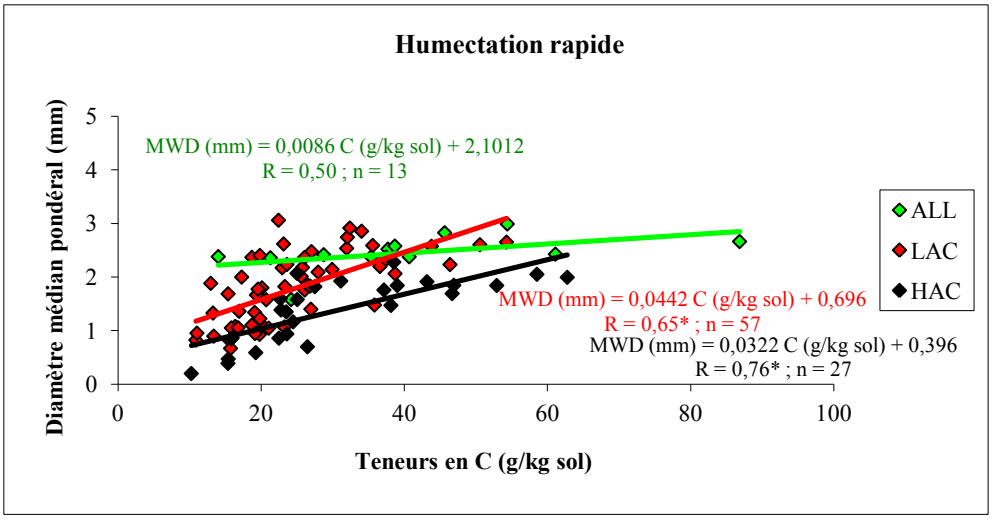


Figure 104
Relations entre le DMP et la teneur en carbone total en fonction de la minéralogie, sous humectation rapide

Dans les sols LAC (sols jeunes sur cendres et ponces, sols brun-rouille à halloysite et ferrisols) la stabilité structurale augmente avec la teneur en carbone : ces variations de la stabilité du sol sont corrélées positivement avec la teneur en carbone de ces sols à argiles 1/1 (R = 0,65).

Dans les sols HAC (sols à alluvions sableuses, vertisols et sols rouges à montmorillonite) la stabilité structurale augmente avec la teneur en carbone : ces variations de la stabilité du sol sont fortement corrélées avec la teneur en carbone de ces sols à argiles 2/1 (R = 0,76).

V.3.1.2 Humectation lente

Dans les sols à allophanes la stabilité structurale est élevée et reste quasiment inchangée et ce quelle que soit la teneur en carbone (diamètre médian pondéral > 2,80 mm) : ces variations de la stabilité semblent indépendantes de la teneur en carbone des andosols.

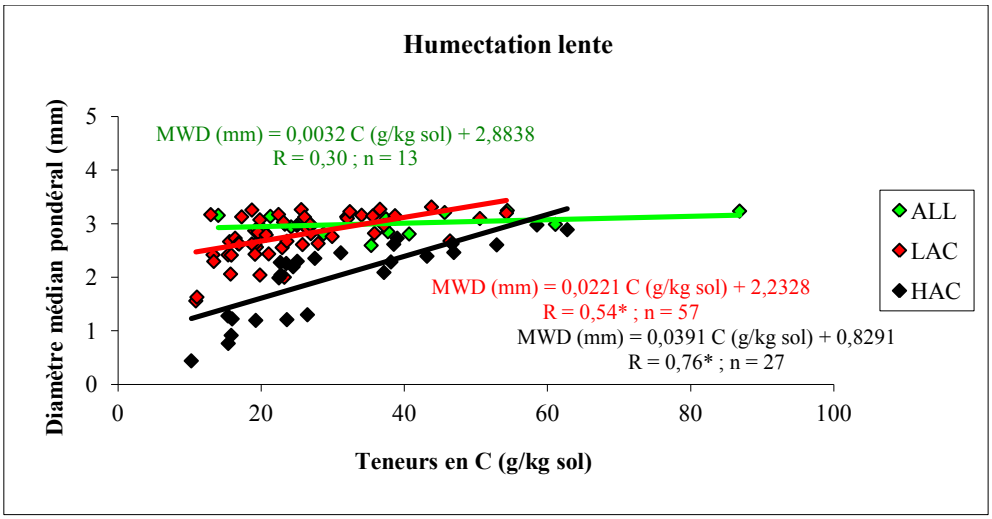


Figure 105
Relations entre le DMP et la teneur en carbone total en fonction de la minéralogie, sous humectation lente

Dans les sols LAC, la stabilité structurale est élevée (DMP > 1,50 mm) et augmente avec la teneur en carbone : ces variations de la stabilité du sol sont corrélées positivement avec la teneur en carbone de ces sols à argiles 1/1 (R = 0,54).

Dans les sols HAC la stabilité structurale augmente avec la teneur en carbone : ces variations de la stabilité du sol sont fortement corrélées avec la teneur en carbone de ces sols à argiles 2/1 (R = 0,76).

V.3.1.3 Désagrégation mécanique

Dans les sols à allophanes la stabilité structurale reste élevée (DMP > 1,70 mm) et ce quelle que soit la teneur en carbone : ces variations de la stabilité semblent indépendantes de la teneur en carbone dans les andosols.

Dans les sols LAC la stabilité structurale augmente avec la teneur en carbone : ces variations de la stabilité du sol sont corrélées positivement avec la teneur en carbone de ces sols à argiles 1/1 (R = 0,56).

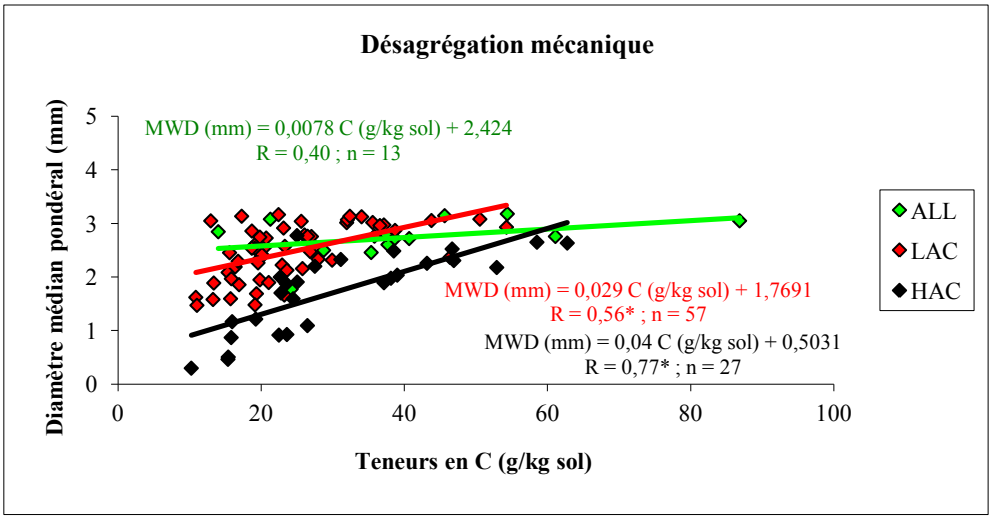


Figure 106
Relations entre le DMP et la teneur en carbone total en fonction de la minéralogie, sous désagrégation mécanique

Dans les sols HAC la stabilité structurale augmente avec la teneur en carbone : ces variations de la stabilité du sol sont fortement corrélées avec la teneur en carbone de ces sols à argiles 2/1 (R = 0,77).

V.3.2 Texture

A partir de la texture (teneurs en éléments fins) et des diamètres médians (mm) mesurés dans les 10 premiers centimètres du sol, on analyse les relations existant entre la texture et la stabilité structurale des sols :

V.3.2.1 Humectation rapide

Dans les sols à allophanes la stabilité structurale est élevée (DMP > 1,50 mm) et augmente légèrement avec la teneur en éléments fins : ces variations de la stabilité semblent indépendantes de la texture des andosols (corrélation positive, mais non significative).

Dans les sols LAC la stabilité structurale diminue faiblement avec la teneur en éléments fins. Toutefois, ces variations de la stabilité du sol sont indépendantes par rapport à la teneur en éléments fins de ces sols à argiles 1/1 (coefficient de corrélation non significatif, R = -0.06).

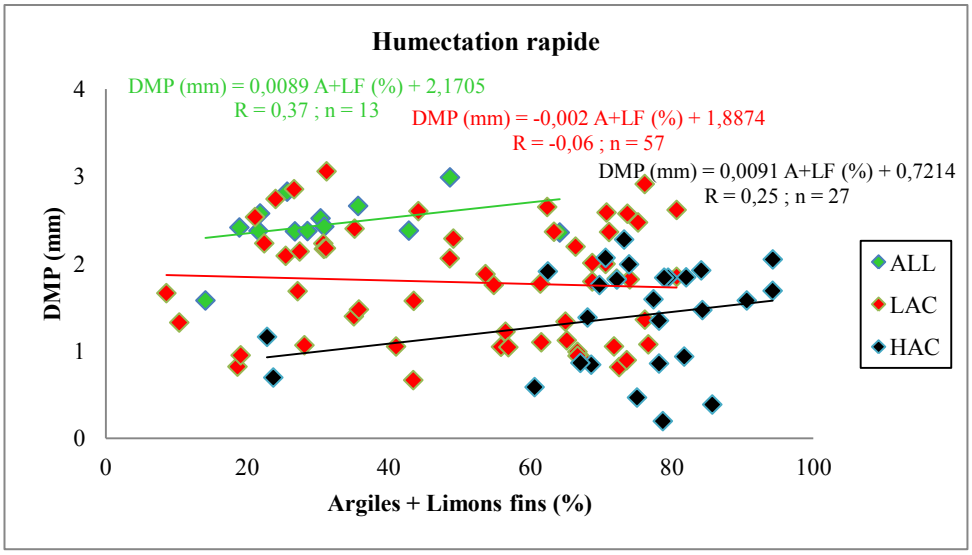


Figure 107
Relations entre le DMP et la texture en fonction de la minéralogie, sous désagrégation mécanique

Dans les sols HAC, la stabilité structurale augmente faiblement avec la texture : il n'y a pas de relations significatives entre stabilité et texture dans ces sols à argiles 2/1 (R = 0,25).

V.3.2.2 Humectation lente

Dans les sols à allophanes la stabilité structurale est élevée et reste quasiment inchangée : ces variations de la stabilité semblent indépendantes de la teneur en éléments fins des andosols (corrélation positive, mais non significative).

Dans les sols LAC, la stabilité structurale est élevée (DMP > 1,50 mm) et augmente avec la teneur en éléments fins : ces variations de la stabilité du sol sont corrélées positivement avec la teneur en éléments fins de ces sols à argiles 1/1 (R = 0,38).

Dans les sols HAC la stabilité structurale augmente faiblement avec la teneur en éléments fins : ces variations de la stabilité du sol sont indépendantes de la teneur en éléments fins de ces sols à argiles 2/1 (R = 0,23).

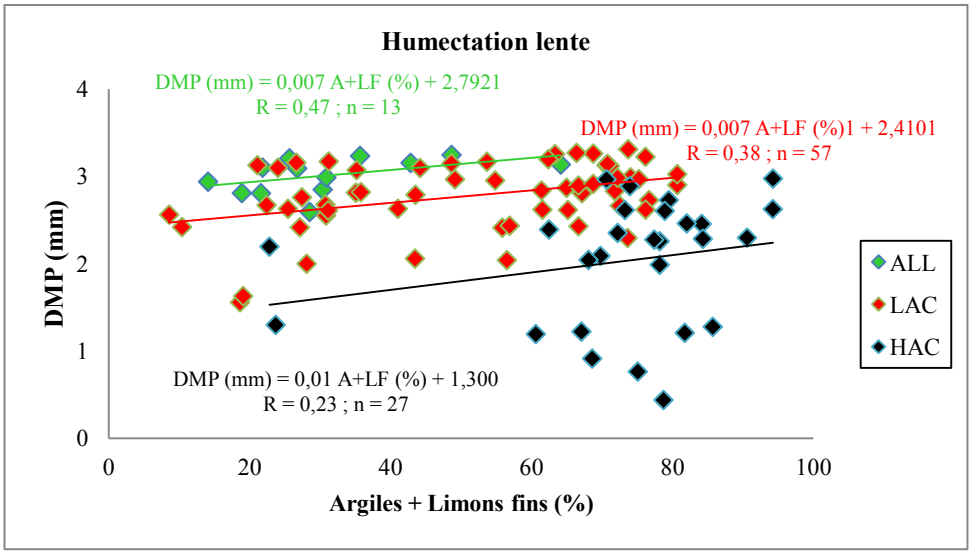


Figure 108
Relations entre le DMP la texture en fonction de la minéralogie, sous humectation lente

V.3.3.3 Désagrégation mécanique

Dans les sols à allophanes la stabilité structurale est (DMP > 1,70 mm) et augmente avec la teneur en éléments fins : on observe une corrélation positive et significative entre stabilité structurale et teneur en éléments fins dans les andosols (R = 0.65).

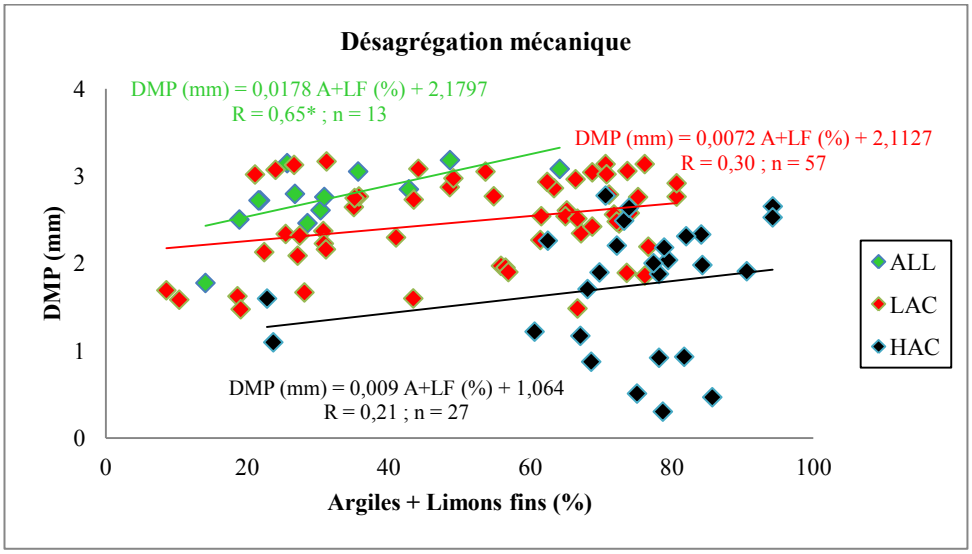


Figure 109
Relations entre le DMP et la texture en fonction de la minéralogie, sous désagrégation mécanique

Dans les sols LAC la stabilité structurale augmente avec la teneur en éléments fins : ces variations de la stabilité du sol sont corrélées positivement et de façon significative avec la teneur en éléments fins de ces sols à argiles 1/1 (R = 0,30).

Dans les sols HAC la stabilité structurale augmente faiblement avec la teneur en carbone : ces variations de la stabilité semblent indépendantes de la teneur en éléments fins des sols à argiles 2/1 (corrélation positive, mais non significative).

V.3.3 Effet du mode d'occupation des terres sur la stabilité structurale

A partir des teneurs en carbone (gC/kg sol)) et des diamètres médians (mm) mesurés dans les 10 premiers centimètres du sol, on analyse les relations existant entre le mode de gestion des terres et la stabilité structurale des sols à argiles cristallisées (LAC + HAC). Toutefois, vu le faible nombre d'échantillons pour certains modes d'occupation, il est assez difficile d'interpréter ces résultats.

V.3.3.1 Humectation rapide

Tout mode d'occupation confondu, les DMP relevés sur sols HAC sont plus faibles que sols LAC.

Sous végétation naturelle, la stabilité structurale est élevée. Sous cultures, les DMP sont élevés sous canne, et peuvent égaler voire dépasser, celles mesurées sous prairies et sous forêts. Les sols en cultures maraîchères et vivrières présentent les DMP les plus basses ; les sols en banane présentent des DMP intermédiaires entre les valeurs relevées en canne et en maraîcher et vivrier.

En outre, on observe, pour tous les modes d'utilisation des terres, une augmentation de la stabilité structurale avec la teneur en carbone.

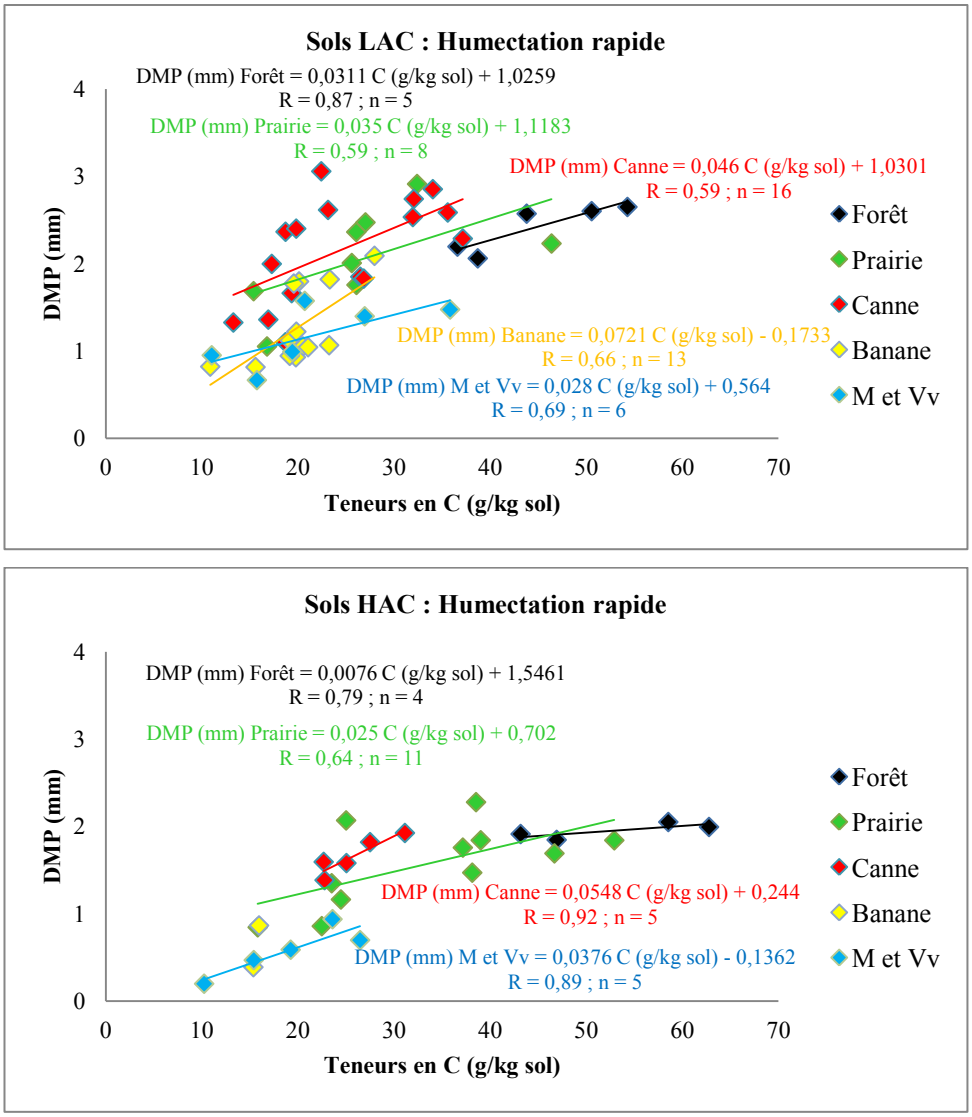


Figure 110
Relations entre le DMP et la teneur en carbone total, dans les sols LAC+HAC, en fonction du mode d'occupation, sous humectation rapide

V.3.3.2 Humectation lente

Tous modes d'occupations confondus, les DMP sont élevés dans les sols LAC ; la stabilité structurale est manifestement peu affectée par la mise en culture.

Les sols HAC, quelque soit le mode de gestion des terres, considéré, présentent des DMP plus faibles que ceux observés sur sols LAC. Sous cultures, les DMP sont élevés sous canne, faibles sous cultures maraîchères et vivrières.

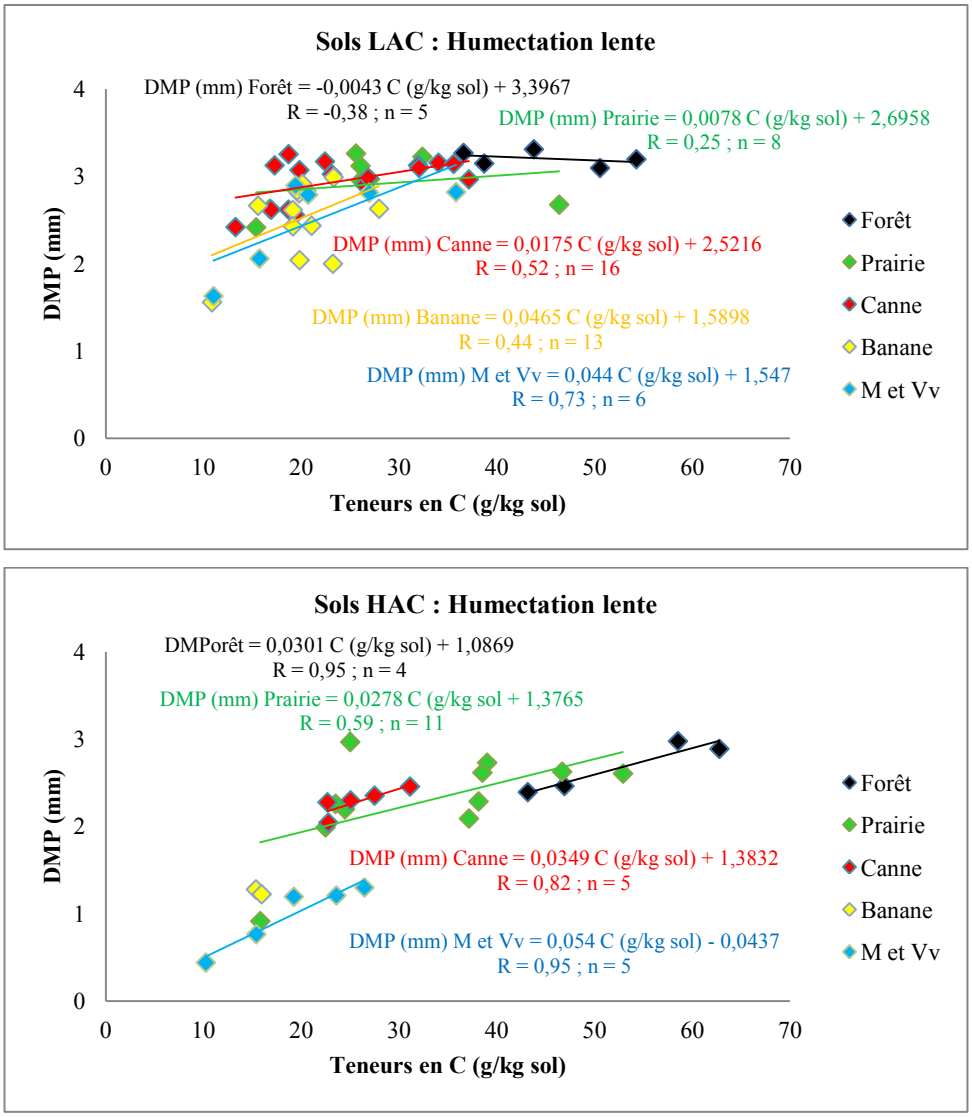


Figure 111
Relations entre le DMP et la teneur en carbone total, dans les sols LAC+HAC, en fonction du mode d'occupation, sous humectation lente

V.3.3.3 Désagrégation mécanique

Tous modes d'occupations confondus, les DMP relevés sur sols HAC sont plus faibles que sur sols LAC.

Sous végétation naturelle, la stabilité structurale est élevée. Sous cultures, les DMP observés sous canne, dépassent parfois largement, ceux mesurés sous prairies et sous forêts. Les sols en cultures maraîchères et vivrières présentent les DMP les plus basses ; les sols en banane présentent des DMP intermédiaires entre les valeurs relevées en canne et en maraîcher et vivrier.

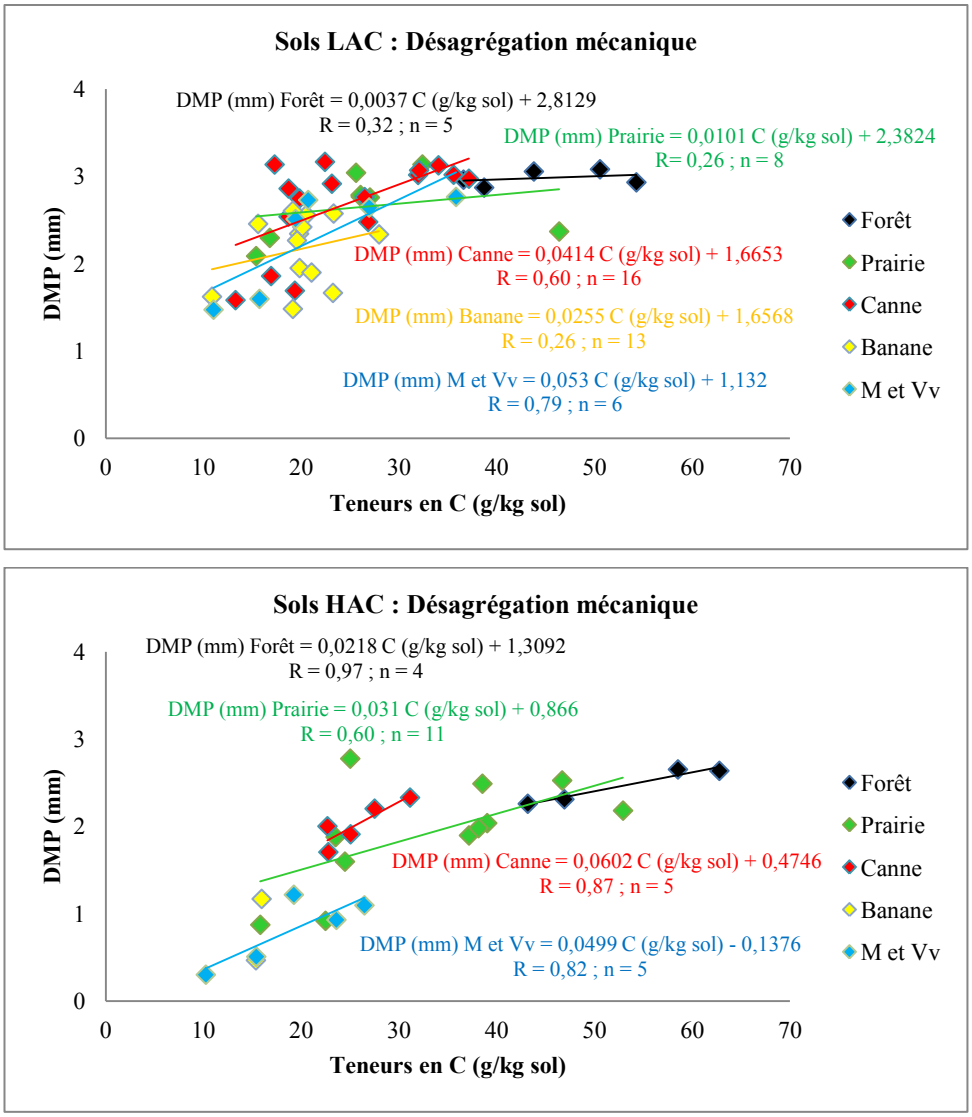


Figure 112
Relations entre le DMP et la teneur en carbone total, dans les sols LAC+HAC, en fonction du mode d'occupation, sous désagrégation mécanique

V.3.4 Discussion

Dans les sols ALL, les variations de la stabilité sont indépendantes de la teneur en carbone. De plus, tous types de traitement confondus, la stabilité de l'agrégation est très élevée dans ces andosols. Ces résultats se rapprochent d'observations effectuées par RODRIGUEZ et al. (2002) qui mettent en évidence un haut degré d'agrégation et de stabilité dans ces sols, du à la présence d'allophanes et à leur association particulière avec les composés organiques. Toutefois, KHAMSOUK et al. (2002) ont observé des phénomènes d'érosion des andosols cultivés de Martinique et d'Equateur, mais uniquement quand ceux-ci ont été mis à nus et compactés par la mise en culture et desséchés par le soleil.

Dans les sols LAC et HAC la stabilité structurale est liée à la teneur en carbone organique des sols. Ces observations convergent avec des travaux d'ALBRECHT et al. (1992), FELLER et BEARE (1997), LE BISSONNAIS et ARROUAYS (1997), CASTRO FILHO et al. (2002), RAZAFIMBELO (2002) et SIX et al. (2002a) qui mettent en évidence des relations entre teneurs en matière organique et agrégation du sol.

Dans les sols à argiles cristallisées, tous types de traitement confondus, la stabilité de l'agrégation est plus élevée dans les sols à argiles 1/1 ; les valeurs les plus faibles sont généralement observées dans les parcelles sur sols à argiles 2/1. Ces résultats concordent avec les travaux d'ALBRECHT et al. (1992) et de SIX et al. (2002a) qui mettent en exergue le rôle agrégeant des oxyhydroxydes de fer et d'aluminium présents dans les sols à argiles 1/1 ainsi que le rôle dispersant des cations Mg^{+} et Na^{++} dans les sols à argiles 2/1 (principalement dans les vertisols de Martinique).

Dans les sols à argiles cristallisées, la mise en culture se traduit généralement par une diminution de la stabilité de l'agrégation. On remarque également, que les valeurs les plus faibles sont généralement observées sous des systèmes de cultures fortement intensifiées (ici, cultures maraîchères et vivrières) et plus particulièrement sur les sols à argiles 2/1. Ces observations rejoignent celles de RACHMAN et al. (2003) qui notent que des labours moins fréquents et des systèmes culturaux moins intensifs, favorisent la protection de la surface du sol de l'impact des gouttes de pluie et l'accumulation de matière organique, et, augmentent la stabilité des agrégats du sol, la résistance du sol nu et la résistance à l'éclatement par aspersion.

V.4 CONCLUSION

Dans les sols tropicaux la stabilité structurale est liée à la teneur en carbone organique des sols. Cependant, dans les sols à argiles cristallisées, la stabilité de l'agrégation est plus élevée dans les sols à argiles 1/1 (ou LAC) ; les valeurs les plus faibles sont généralement observées dans les parcelles sur sols à argiles 2/1 (ou HAC).

Les andosols (ou ALL) présentent un haut degré d'agrégation et de stabilité, du à la présence d'allophanes et à leur association particulière avec les composés organiques.

La mise en culture se traduit généralement par une diminution de la stabilité de l'agrégation. L'intensification des cultures (labours fréquents, faibles restitutions de matière organique au sol, etc.) accentue la perte de la stabilité de l'agrégation provoquée par la mise en culture, en particulier dans les parcelles sur sols à argiles 2/1 (ou HAC).

CONCLUSIONS GENERALES

I Rappel de la problématique

De nombreuses incertitudes existent encore sur le rôle des sols en termes de source ou puits de carbone (SCHLESINGER, 1984 ; SCHLESINGER, 1986 ; BOUWMANN, 1989 ; POST et al., 1993), et sur l'impact des actions humaines, particulièrement en milieu tropical ou subtropical (DETWILER, 1986, LUGO & BROWN, 1993 ; BERNOUX et al., 1998). Le potentiel de stockage du carbone dans les sols est à la fois énorme (il pomperait un quart des émissions annuelles de carbone d'origine anthropique) et difficilement mesurable (il représenterait une augmentation annuelle de 1/1000 du réservoir du sol).

En effet, les stocks des éléments dans les sols, et en particulier ceux du carbone, sont en constante évolution sous l'effet de facteurs naturels (climat, végétation, effets de l'ensemble des processus pédogénétiques) et anthropiques (impacts locaux des utilisations des sols, effets diffus d'apports hydriques et atmosphériques). Toute modification de l'usage des terres et, même pour les systèmes agricoles à l'équilibre, induit des variations du stockage du carbone dans les sols. (BERNOUX et al., 2006).

Peu de données ont été recueillies systématiquement et sont actuellement disponibles pour une évaluation précise des possibilités de séquestration du carbone dans les sols selon le mode d'usage et la variabilité des conditions pédo-climatiques. En outre, les méthodes analytiques utilisées variant avec le temps et selon les laboratoires rendent les comparaisons difficiles à long terme.

Malgré sa faible superficie (1080 km^2) la Martinique possède à la fois une très grande diversité des sols (du fait de la variabilité de la pluviométrie et des formations géologiques : les trois grands modèles minéralogiques des sols tropicaux y sont représentés (Sols à allophanes (argiles non cristallisées), Sols à argiles 1/1 et Sols à argiles 2/1) et des modes d'usage du sol (forêts naturelles, prairies permanentes, jardins créoles, cultures de canne ou banane semi-pérennes, etc.) comportant des niveaux d'intensification très variables (profondeur de labours, durée de travail du sol, intrants minéraux, etc.).

Le premier objectif de ce travail a donc été d'évaluer la quantité de carbone stockée (possibilités de séquestration du carbone dans les sols) en fonction du type de sol (effets de la nature du sol) et du type de culture (effets du mode de gestion des terres).

Par ailleurs, des modifications de l'itinéraire technique peuvent induire des variations du stockage de carbone dans les sols, en modifiant vitesses de restitution et minéralisation. Le second objectif a été de connaître l'influence des différents systèmes de culture sur le devenir des stocks de carbone et d'en tirer des propositions d'alternatives de gestion des terres point de vue du stockage du carbone.

En outre, afin de préciser le rôle de la matière organique dans les propriétés des sols le troisième objectif a été consacré à l'étude des conséquences des changements d'usage et de gestion des terres sur les formes de matière organique dans le sol (fractionnement granulométrique de la matière organique) et sur les propriétés physiques des sols (stabilité structurale).

II Potentialités de séquestration du carbone dans les sols

Dans les sols à argiles cristallisées de Martinique (sols à argiles 1/1 [kaolinite et halloysite]) et sols à argiles 2/1 [smectites]), il existe une corrélation entre le niveau en carbone (teneur ou stock en carbone) et la texture (teneur en éléments fins). Cette corrélation s'observe aussi bien pour les situations non cultivées que pour les situations sous cultures. De plus, l'amplitude des variations (diminution) des stocks en carbone observées sous l'effet de différents modes de gestion des sols, dépend elle aussi de la texture. : dans l'horizon de surface (0-10 cm), la mise en culture se traduit par une diminution de 25 à 50 % des stocks en carbone des sols sous cultures par rapport aux stocks organiques des sols sous parcelles non cultivées ; dans l'horizon 0-30 cm, ces pertes varient de 10 à 25 % des stocks organiques des parcelles sous cultures par rapport aux stocks en carbone des parcelles non cultivées. En revanche, les sols à allophanes présentent des niveaux élevés de carbone malgré des textures à forte proportion en sables ou des modes de gestion différents : il y a un effet de la minéralogie sur la stabilisation des matières organiques, dans les sols à allophanes.

Ainsi, les potentialités de stockage de carbone (ΔC entre situations cultivées et situations séquestrantes [forêts, prairies]) sont nettement plus élevées pour les sols argileux et

représentent 2 à 3 fois le potentiel de séquestration observé pour les sols sableux ou sablo-argileux.

Les potentiels de séquestration de carbone (c'est-à-dire la différence entre stocks moyens de carbone de parcelles sous végétation permanente et sous cultures continues) ont été calculés pour les sols des Petites Antilles, dans l'horion 0-20 cm (FELLER et al. (2001). Ainsi, les sols à allophanes, bien qu'ils possèdent les stocks en carbone les plus élevés, présentent les potentialités de séquestration de carbone les plus faibles : les mêmes mécanismes qui permettent l'accumulation du carbone dans les andosols, le protégeraient également des micro-organismes.

Toutefois, ces auteurs ont observé des comportements différents selon le type de vertisols : les vertisols magnésiens ou sodiques ont un potentiel de séquestration assez proche de celui des sols à argiles 1/1, tandis que, les vertisols calciques présentent le potentiel de séquestration de carbone le plus élevé (environ 2 fois celui des vertisols magnéso-sodiques et 2,5 fois celui des sols à allophanes et des sols à argiles 1/1). Ils avancent les explications suivantes : dans les vertisols magnésiens ou sodiques (qui constituent la majorité des vertisols de Martinique), les fortes teneurs en Mg et Na dans le complexe d'échange, entraînent une forte dispersabilité des éléments fins. Ainsi, les niveaux plus faibles de carbone relevés dans ces sols (comparativement aux vertisols calciques) pourraient être dus en partie à des pertes par érosion.

III Alternatives de gestion des terres du point de vue du stockage du carbone.

Dans les Petites Antilles, les techniques de culture conventionnelle présentent dans de nombreux cas des risques de pollution (pollution par le chlordécone dans les bananeraies, envasement des baies liées à l'érosion, etc.). De nouvelles pratiques culturales ont été étudiées en vue de diminuer leur impact sur l'environnement ; quelques unes sont analysées ici, du point de vue du stockage du carbone.

Banane : effet des rotations culturales

Depuis plusieurs années, le CIRAD teste de nouveaux systèmes de culture en banane sur Nitisols (ou sols bruns andiques) : bananeraies pérennes, bananeraies intensives (avec replantations fréquentes), bananeraies en rotations avec canne à sucre ou ananas (mécanisé et

billonné ou planté à plat et paillé). Des stocks de carbone ont été mesurés sous bananeraies pérennes et au bout de 2 ans de rotations, avec canne à sucre ou ananas (Blanchart et al., 2001). Des parcelles d'érosion et des lysimètres ont été installés sur ces parcelles d'expérimentation, afin de suivre les pertes en carbone par érosion, ruissellement et drainage. Des bilans de carbone ont été ainsi calculés.

Les stocks de carbone ne varient pas significativement (une légère augmentation est observée sous canne à sucre) entre les traitements. Les bananeraies sont caractérisées par des pertes par érosion, relativement faibles, en sol et en carbone, tant que les sols sont paillés avec les résidus de cultures. Les rotations avec la canne à sucre ou l'ananas (que ce soit planté à plat et paillé ou intensivement labouré et billonné) induisent des changements dans les pertes en carbone. Pour les cultures de canne à sucre et d'ananas planté à plat et paillé, les pertes en carbone (sous forme solide et dissoute) diminuent comparées aux pertes sous cultures de banane. Inversement, les cultures d'ananas conventionnelles, intensivement labourées, induisent une forte augmentation des pertes en carbone (7 fois plus). Ceci peut principalement s'expliquer par le labour du sol et par l'absence de résidus de cultures sur la surface, dans ce système cultural (Figure 113).

A La Guadeloupe, Dorel et al. (2005) ont évalué l'effet de l'introduction de la canne à sucre dans un système de culture bananier intensif mécanisé sur andosols. Ils n'observent pas d'augmentation nette de la teneur en carbone organique de la couche 0-20 cm. Par contre, la culture de canne augmente le rapport C/N de la matière organique du sol, la teneur en carbone des fractions granulométriques grossières (>200 μm) et la biomasse microbienne.

Canne à sucre : effet du non - brûlis

Depuis environ dix ans, avec le développement de la mécanisation et surtout sous la pression des riverains souffrant des cendres de canne, le non brûlis de la canne tend à se généraliser en Martinique. Razafimbelo (2002) a étudié le rôle du non-brûlis sur les stocks de carbone en comparant deux parcelles de canne à sucre (l'une en récolte manuelle précédée d'un brûlis [50 ans], l'autre en récolte mécanisée avec paillis des résidus [6 ans]) installées sur un sol ferrallitique argileux du Brésil. La restitution des résidus de récolte par mulching (ou paillis organique) entraîne une augmentation de la teneur en carbone du sol de 4,1 $gC.kg^{-1}$ sol en 6 ans pour l'horizon 0-5 cm (25,2 $gC.kg^{-1}$ sol en non – brûlis et 21,0 $gC.kg^{-1}$ sol en brûlis dans l'horizon 0-5 cm). La différence se fait essentiellement dans les 5 premiers centimètres

du sol, le changement de pratique n'affecte pas les horizons sous-jacents.

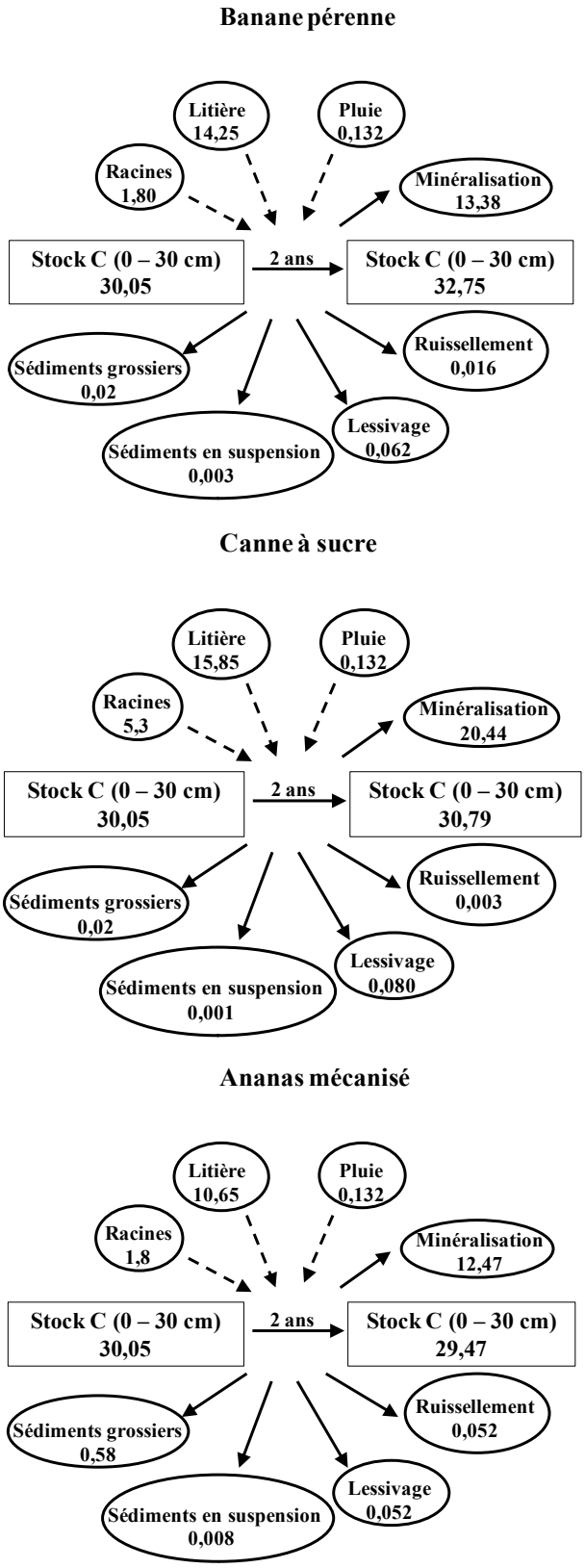


Figure 113

Bilans de carbone (en MgC.ha^{-1}) sous cultures de banane, canne et ananas mécanisé, montrant les changements sur deux ans, des entrées (racines, litière et pluie) et des sorties de carbone par érosion, lessivage et minéralisation (en MgC.ha^{-1}.2an^{-1}) *(d'après BLANCHART et al., 2001)*

Cultures maraîchères : effet de la profondeur de travail du sol

Ndandou (1998) a évalué les pertes en carbone après mise en cultures maraîchères d'une parcelle sur vertisol initialement en prairie. Cet auteur a montré qu'après deux cycles de culture, les pertes en carbone dépendent du mode de travail du sol : la diminution des teneurs en carbone de l'horizon 0-10 cm est importante, notamment lorsque la mise en culture maraîchère est faite de façon conventionnelle (labour à 40 cm, nombreuses reprises) : pertes de 28 % en 1 an et pertes de 37% en 2 ans. En revanche, la mise en culture maraîchère selon une technique conservatrice du sol (travail superficiel à la machine à bêcher) réduit ces diminutions des teneurs en carbone (23% en 2 ans). Ainsi, après deux ans de culture de melon, les stocks de carbone pour l'horizon 0-40 cm sont de 93,3 $MgC.ha^{-1}$ sous prairie, 82,6 $MgC.ha^{-1}$ sous culture maraîchère avec travail superficiel du sol et 71,1 $MgC.ha^{-1}$ sous culture maraîchère avec labour conventionnel.

Les variations du stock organique concernent essentiellement l'horizon 0-10 cm et seraient dues préférentiellement à des pertes par érosion pour le travail superficiel, et à des pertes par érosion mais associées à des pertes par minéralisation pour le travail profond. Ces pertes par minéralisation seraient liées à une dé-protection des MOS par suite des fortes diminutions des stabilités structurales dans l'horizon de surface.

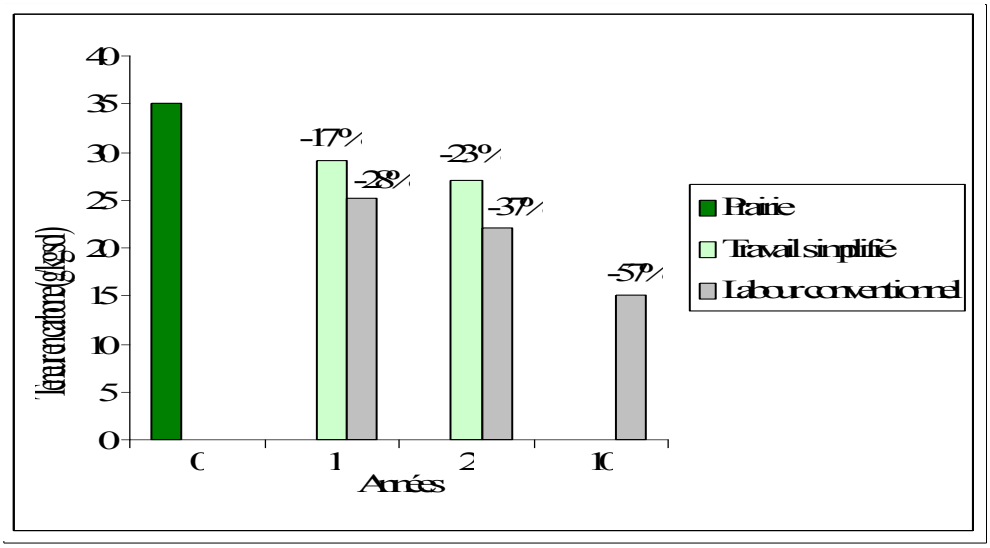


Figure 114
Evolution de la teneur en carbone dans l'horizon de surface (0-10 cm) après mise en culture d'un vertisol sous prairie selon deux modes de préparation du sol (labour à 40 cm et rotobêche à 10 cm), après un et deux cycles de culture de melon. Comparaison avec une prairie âgée et une culture maraîchère de 10 ans *(d'après HARTMANN et al., 1998)*

Mise en prairie

Chevallier et al. (2000, 2001, 2004) ont étudié la dynamique et les déterminants du stockage de carbone dans un vertisol auparavant cultivé en maraîchage et transformé en prairie sous conduite intensive (fertilisée, irriguée et pâturée). En 5 ans de prairie, l'entrée de carbone sous forme de racines et de litière a été estimée à 75 $MgC.ha^{-1}$. Sur ces 75 $MgC.ha^{-1}$, 11 $MgC.ha^{-1}$ sont stockés dans le sol en 5 ans tandis que 64 $MgC.ha^{-1}$ sont minéralisés ; à cela, s'ajoutent 5 $MgC.ha^{-1}$ résultant de la minéralisation de la matière organique ancienne (origine maraîchère). Le stockage sur 20 cm de profondeur est donc de 6 $Mg.ha^{-1}$ sur 5 ans (soit un stockage moyen de 1,2 $Mg.ha^{-1}.an^{-1}$).

Albrecht et al. (1992) ont également étudié, sur ces vertisols, la vitesse et l'intensité du stockage de carbone dans le sol pour une prairie de cinq ans installée sur un so1 «dégradé» après 15 ans de maraîchage intensif (teneur initiale en carbone de 12 à 16 tC ha-^{1} sur 0-10 cm / taux moyen de stockage annuel de carbone de 1,2 tC ha^{-1} an^{-1}) et pour des prairies de 7 à 10 ans après canne à sucre ou jachère herbacée (teneur initiale en carbone de 25,5 tC ha-^{1} sur 0-10 cm / taux moyen de stockage annuel de carbone de 1,6 tC ha^{-1} an^{-1}). Ainsi, le potentiel de séquestration du carbone d'une prairie dépendrait de l'état initial du sol avant mise en prairie. Albrecht et al. (1992) ont également défini une valeur-seuil de 20 gC kg^{-1} sol, sur l'horion 0-10 cm, en dessous de laquelle les phénomènes d'érosion sur vertisol deviennent importants, et en dessous de laquelle la restauration du stock de carbone du sol par la mise en prairie devient plus difficile.

Ces études montrent que la profondeur de travail du sol (travail superficiel du sol en cultures maraîchères sur vertisols, ananas planté à plat et paillé sur sols bruns andiques), les rotations de cultures (rotations banane pérenne / canne à sucre / ananas planté à plat et paillé sur sols bruns andiques ; rotations cultures maraîchères / prairie sur vertisols) et le maintien d'un paillis organique (canne à sucre en non-brûlis sur ferrisols) constituent des moyens de stocker ou de conserver les stocks de carbone des sols.

IV Conséquences des changements d'usage et de gestion des terres sur les formes de matière organique dans le sol et sur la stabilité structurale

Conséquences des changements d'usage des terres sur les formes de matière organique dans le sol

La distribution de la matière organique du sol, dans les différentes classes de fractions granulométriques, dépend largement de la texture du sol (FELLER et BEARE, 1997). Dans les sols sableux, à faibles teneurs en matière organique, les matières organiques sont principalement associées aux fractions sableuses. Dans les sols argileux, plus riches en matières organiques, 50 à 60 % de la matière organique sont associées à la fraction fine.

Après un changement du mode de gestion des terres, les variations des stocks organiques (augmentation ou baisse) dans les sols à argiles cristallisées (sols LAC+HAC), sont dues essentiellement à la fraction grossière (50-2000 µm) et secondairement aux fractions inférieures à 20 µm, dans le cas de sols à texture sableuse. Dans les sols à texture argileuse, les variations des stocks en carbone sont essentiellement dues à la fraction argileuse (0-2 µm) et secondairement à la fraction sableuse (50-2000 µm), les fractions limoneuses intervenant peu en général. SIX et al. (2002a et b) avancent les explications suivantes :

- Dans les sols sableux, la matière organique se trouve, habituellement, à l'état de matière organique grossière sous forme libre. Du fait de la faible teneur en argile, il y a peu ou pas d'agrégats stables dans ce type de sol et la matière organique du sol n'est pas protégée contre la décomposition microbienne. On observe un renouvellement rapide de la matière organique dans ces sols sableux, et donc de faibles variations de cette matière organique lorsque ces sols sableux sont perturbés par les labours.
- A l'inverse, dans les sols à forte teneur en argile, la matière organique se trouve principalement, à l'état de matière organique particulaire fine sous forme stabilisée par association avec les minéraux argileux et par protection physique à l'intérieur des agrégats. Ainsi, on observe un renouvellement lent de la matière organique dans ces sols argileux. Lorsque ces sols argileux sont perturbés par les labours, en altérant la structure du sol et en provoquant la désintégration physique des agrégats du sol, cette matière organique fine n'est donc plus protégée contre la décomposition microbienne.

Conséquences des changements d'usage des terres sur la stabilité structurale

Dans les sols à argiles cristallisées (sols LAC+HAC), la stabilité structurale dépend à la fois de la teneur en carbone organique des sols et de la minéralogie des argiles : SIX et al. (2002a) mettent en avant le rôle agrégeant (en plus de celui de la matière organique) des interactions entre oxydes de fer et d'aluminium et kaolinite, dans les sols à argiles 1/1, ainsi que le rôle dispersant des cations Mg+ et Na ++ dans les sols à argiles 2/1. La mise en culture, se traduit généralement, dans ces sols, par une diminution de la stabilité de l'agrégation.

Dans les andosols, la stabilité de l'agrégation dépend de la présence d'allophanes et de leur association particulière avec les composés organiques (RODRIGUEZ et al., 2002). La mise en culture de ces sols peut, malgré leur haut degré de stabilité, engendrer l'apparition de phénomènes d'érosion, mais seulement lorsque ces sols ont fortement été dégradé par ces cultures (KHAMSOUK et al., 2002).

V Limites et perspectives de ce travail

Les méthodes d'analyse utilisées dans cette étude ont montré certaines limites :

- Pour mieux cerner l'effet du mode de gestion des terres sur les teneurs en carbone, il serait nécessaire d'effectuer un plus brand nombre d'échantillonnages sous certains modes d'usage tels que vergers, jardins créoles, ananas, etc. ;

- Les données bibliographiques que nous avons utilisées, remontent pour certaines jusqu'aux années 1970. Ainsi, certaines des pratiques culturales mises en place il y a 40 ans, ont parfois énormément altéré le fonctionnement des sols ainsi cultivés (remodelage des terres agricoles, etc.) ;

- La spatialisation des stocks organiques a permis de dresser la carte des stocks de carbone pour une situation moyenne entre 1970 et 1980. Il serait intéressant d'établir la carte des stocks de carbone pour une période plus récente et/ou d'exploiter les données de la statistique agricole, ou encore de réaliser les cartes des stocks de carbone des îles voisines ;

- Concernant le fractionnement granulométrique de la matière organique du sol, ce travail n'aura pas permis de déterminer les vitesses relatives auxquelles sont détruites ou son reconstituées les différentes fractions granulométriques de la matière organique des sols, lors d'un changement d'utilisation des terres. Ainsi, les stocks organiques des sols à texture sableuse, lors d'un changement du mode gestion des terres, varient certainement beaucoup plus rapidement que ceux des sols à texture argileuse ;

- Pour la stabilité structurale, faute d'un nombre d'échantillons suffisant, nous n'avons pas pu analyser correctement les relations existant entre le mode de gestion des terres, la minéralogie et la stabilité structurale des sols à argiles cristallisées.

- Quelques études ont déjà été réalisées afin de fournir une estimation des coûts, pour les exploitations agricoles, du passage d'un travail conventionnel à un travail superficiel du sol ou à leur conversion du maraîchage à l'élevage (HARTMANN, 1998 ; CHEVALLIER, 1999). Toutefois, seuls les coûts directs pour les exploitants ont jusqu'ici été évalués. Pour les alternatives de gestion envisagées, il faudrait, également estimer les coûts de mise en œuvre et de contrôle par les pouvoirs publics, les coûts sociaux en termes de pertes et de créations d'emplois, et les coûts directs environnementaux.

- Par ailleurs, BERNOUX et al. (2006) font le constat que le terme séquestration de carbone « *est (trop) souvent employé uniquement pour traduire une augmentation des stocks de carbone du sol* ». Or, en plus du CO_2, les sols sont concernés par les flux de méthane et N_2O. (…) [Ils proposent] donc de distinguer la notion de « stockage de carbone » dans la plante ou dans le sol (carbone qui est le carbone organique, provenant en autres du CO_2 atmosphérique) de la notion de "séquestration de carbone" qui est le bilan complet exprimé en équivalent C-CO_2, de l'ensemble des flux de gaz à effet de serre (stockage de carbone provenant du CO_2 atmosphérique + flux de CH_4 et N_2O). En effet, « *il est nécessaire de poursuivre les recherches pour préciser et quantifier les interactions entre le travail du sol, le niveau et le mode d'application des engrais et les rotations culturales, et les conséquences, non seulement sur le stockage du C dans le sol, mais aussi sur les flux de CH_4 et N20, particulièrement pour les sols tropicaux pour lesquels l'on manque de données sur ce sujet* ».

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ADELAIDE-MERLANDE (J.).- Histoire générale des Antilles et des Guyanes : des Précolombiens à nos jours.- Editions Caribéennes ; 1994.- 329 p.

AGRESTE – Recensement agricole 2000 : L'essentiel Martinique ; 2001.- 88 p.

AGRESTE Martinique : Spécial Recensement Agricole 2000, n°2 ; Avril 2002.- Ed. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche.

AGRESTE Martinique : Mémento agricole 2008 (Résultats 2007) ; Novembre 2008.- Ed. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche.

AGRESTE Martinique : Enquête sur la structure des exploitations agricoles en 2007, N°6 ; Novembre 2008.- Ed. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche. Disponible sur http://agreste.agriculture.gouv.fr/en-region/martinique/

ALBRECHT (A.), BROSSARD (M.), CHOTTE (J.L.) & FELLER (C.).- Les stocks organiques des principaux sols cultivés de la Martinique (Petites Antilles).- Cahier ORSTOM, Série Pédologie, volume XXVII, n°1 ; 1992a.- p. 23-36.

ALBRECHT (A.), RANGON (L.) et BARRET (P.).- Effets de la matière organique sur la stabilité structurale et la détachabilité d'un vertisol et d'un ferrisol (Martinique).- Cahier ORSTOM, Série Pédologie, volume XXVII, n°1 ; 1992b.- p. 121-133.

ALBRECHT (A.).- Influence du système de culture sur l'agrégation d'un vertisol et d'un sol ferrallitique (Antilles).- Cahier ORSTOM, Série Pédologie, volume XXIV, n°4 ; 1988.- pp. 351-353.

ANDREIEFF (P.), BOUYSSE (P.), WESTERCAMP (D.).- Géologie de l'arc insulaire des Petites Antilles, évolution géodynamique de l'Est-Caraïbe.- Thèse de doctorat d'état ès sciences ; 1987.

ARROUAYS (D.).- Estimations publiées des stocks actuels de carbone dans les sols agricoles français.- In Stocker du carbone dans les sols agricoles de France?.-Rapport d'expertise, INRA ; 2002.- pp. 69-75.

AROUAYS (D.) & PELISSIER (Ph.).- Changes in carbon storage in temperate humic loamy soils after forest clearing and continuous corn cropping in France.- Plant Soil.- n°160 ; 1994.- p. 215-223.

ARROUAYS (D.), KICIN (J.L.), PELISSIER (Ph.) & VION (I.).- Evolution des stocks de carbone des sols après déforestation : Analyse spatio-temporelle à l'échelle d'un paysage pédologique.- Etude et Gestion des Sols.- n°2 ; 1994.- p. 29-38.

ARROUAYS (D.), DESLAIS (W.), DAROUSSIN (J.), BALESDENT (J.), GAILLARD (J.), DUPOUEY (J.-L.), NYS (C.), BADEAU (V.) & BELKACEM (S.).- Stocks de carbone dans les sols de France : Quelles estimations?.- Comptes-rendus de l'Académie d'Agriculture de France.- Volume 85, n°6 ; 1999.- p. 278-292.

ARROUAYS (D.), BALESDENT (J.), GERMON (J.C.), JAYET (P.A.), SOUSSANA (J.F.) et STENGEL (P.).- Contribution à la lutte contre l'effet de serre. Stocker du carbone dans les sols agricoles de France ? .-Rapport d'expertise, INRA ; 2002.- 330 p.

ASSOULINE (S.), TAVARES-FILHO (J.) & TESSIER (D.).- Effect of compaction on soil physical properties : experimental results and modeling.- Soil Science Society of America Journal.- volume 61 ; 1997.- p. 390-398.

AUBERT (G.).- La classification pédologique française.- Cahier ORSTOM, Série Pédologie, volume 3 ; 1962.- p. 1-7.

BALESDENT (J.).- Un point sur l'évolution des réserves organiques des sols en France.- Etude et Gestion des sols. Volume III, n°4 ; 1996.- p. 245-260.

BALESDENT (J.), CHENU (C.) et BALADANE (M.).- Relationship of soil organic matter dynamics to physical protection and tillage. Soil & Tillage Research, n°53 ; 2000.- pp. 215-230.

BALESDENT (J.), SOUSSANA (J.F.), CIAIS (P.) et ARROUAYS (D.).- Cycle du carbone. In Stocker du carbone dans les sols agricoles?. Rapport d'expertise, INRA ; 2002.- pp. 45-56.

BARON (H.) et MARIE-SAINTE (E.).- Evolution des variétés de canne à sucre en Martinique : de la canne créole aux hybrides modernes.- Le sucre, de l'Antiquité à son destin antillais. Comité des travaux historiques et scientifiques, Editions du CTHS ; 2000.- p. 55-75.

BARRET (P.), CADET (P.), FELLER (C.) et ALBRECHT (A.).- (1991) Le remodelage des terres à la Martinique. 2. Variabilité intra-parcellaire du remodelage en relation avec la productivité végétale. Cahier ORSTOM, Série Pédologie, n° 26 ; 1991.- pp. 105-113.

BARTHES (B.), AZONTONDE (A.), BOLI (B.Z.), PRAT (C.) et ROOSE (E.).- Field-scale run-off and erosion in relation to topsoil aggregate stability in three tropical regions (Benin, Cameroon, Mexico). European Journal of Soil Science, n°51 ; 2000.- p. 485-495.

BATJES (N.H.).- Total carbon and nitrogen in the soils of the world. European Journal of Soil Science, n°47 ; 1996.- p. 151-163.

BAYER (C.), MARTIN-NETO (L.), MIELNICZUK (J.), PILLON (C.N.) and SANGOI (L.).- Changes in soil organic matter fractions under subtropical no-till cropping systems. Soil Science Society of America Journal, n°65 ; 2001.- p. 1473-1478.

BERNOUX (M.), ARROUAYS (D.), CERRI (C.), De ALENCASTRO GRAÇA (P.M.), VOLKOFF (B.) & TRICHET (J.).- Estimation des stocks de carbone des sols du Rondônia (Amazonie Brésilienne). Etude et Gestion des Sols, n°5 ; 1998.- p. 31-42.

BERNOUX (M.), FELLER (C.), ESCHENBRENNER (V.), CERRI (C.) & CERRI (C.E.P.).- Soil Carbon Sequestration. Soil erosion and carbon dynamics.- CRC Press Taylor & Francis Group ; 2006.- p. 13-21.

BESNARD (E.), CHENU (C.), BALESDENT (J.), PUGET (P.) & ARROUAYS (D.).- Fate of particulate organic matter in soil aggregates during cultivation. European Journal of Soil Science, n°47 ; 1996.- p. 495-503.

BLANADET (R.).- Du sucre aux actuelles spéculations bananières : la percée réussie mais fragile d'une nouvelle économie de plantation en Martinique.- Le sucre, de l'Antiquité à son destin antillais.- Comité des travaux historiques et scientifiques, Editions du CTHS ; 2000.- p. 265-281.

BLANCHART (E.) & LANGLAIS (Ch.).- Matière organique et agriculture.- Les Cahiers du PRAM.- n°1 ; 2001.- p. 13-16.

BLANCHART (E.), ACHOUAK (W.), ALBRECHT (A.), BELLIER (G.), CABIDOCHE (Y.M.), HARTMANN (C.), HEULIN (T.), LARRE-LARROUY (C.), LAURENT (J.Y.), MAHIEU (M.), THOMAS (F.), VILLEMIN (G.), WATTEAU (F.).- Déterminants biologiques de l'agrégation dans les vertisols des Petites Antilles : Conséquences sur l'érodibilité. Etude et Gestion des Sols, volume 7, n°4 ; 2000.- p. 309-328.

BLANCHART (E.), ROOSE (E.) et KHAMSOUK (B.).- Carbone (C) losses by erosion and leaching, and C stock changes after two years in banana cropping systems with differents practices (Nitisol, Martinique, West Indies). - 2001 20 p.

BLERALD (A.).- De l'économie primitive à l'économie marchande d'exportation.- Historial Antillais, volume II ; 1980.- p. 139-159.

BONNIOL (J.L.).- Les jardins créoles et le petit élevage.- Historial Antillais, volume I ; 1980.- p. 366-376.

BOSSUYT (H.), SIX (J.) et HENDRIX (P.F.).- Aggregate-protected carbon in no-tillage and conventional tillage agroecosystems using carbon-14 labelled plant residue. Soil Science Society of America Journal, n°66 ; 2002.- pp. 1965-1973.

BOUWMANN (A.F.).- Soils and the greenhouse effect. John Wiley, New York ; 1989.

BOYER (M.).- Statut organique des sols et monocultures en Martinique : Cas des sols colluvio-alluviaux cultivés en canne à sucre et banane. DUT Biologie appliquée Option Agronomie, Villeurbanne ; 1985.- 36 p. + Annexes.

BROSSARD (M.) et LAURENT (J.Y.).- Le phosphore dans les vertisols de la Martinique (Petites Antilles) : Relations avec la matière organique.- Cahier ORSTOM, Série Pédologie, volume XXVII, n°1 ; 1992.- p. 109-119.

BURAC (M.).- Les productions agricoles secondaires.- Atlas des départements français d'Outre Mer. volume II : La Martinique.- Paris : CNRS-IGN (Eds) ; 1977.- p. 1-2.

CABIDOCHE (Y.M.), BENOIT (M.), BLANCHART (E.), FOURNET (J.), LHOSTE (P.), GAUTRONNEAU (Y.), LANGLAIS (C.), TAUPIER-LETAGE (B.) & TORIBIO (A.).- Faisabilité technique de l'agriculture biologique en Martinique : aspects généraux.- Expertise Collégiale : Agriculture biologique en Martinique ; 2005.- 304 p + CD-ROM.

CABIDOCHE (Y.M.), GUILLAUME (P.), HARTMANN (C.), RUY (S.), BLANCHART (E.), ALBRECHT (A.), MAHIEU (M.), ACHOUAK (W.), HEULIN (T.), VILLEMIN (G.), WATTEAU (F.) et BELLIER (G.).- Déterminants biologiques du système poral des vertisols cultivés des Petites Antilles. Conséquences sur la disponibilité de l'eau du sol pour les plantes. Etude et Gestion des Sols, n° 7 ; 1999.- pp. 329-352.

CADET (P.) et ALBRECHT (A.). Le remodelage des terres à la Martinique. 3. Effet sur le peuplement de nématodes parasites de la canne à sucre en relation avec la croissance végétale. Cahier ORSTOM, Série Pédologie, n° 27 ; 1992.- pp. 49-58.

CARON (J.), ESPINDOLA (C.R .) et ANGERS (D.A.).- Soil structural stability during rapid wetting : influence of land use on some aggragte properties. Soil Science Society of America Journal, n°60 ; 1996.- pp. 901-908.

CASTIGLIONE (S.).- Impact des macro-organismes (racines, vers de terre) sur le porosité d'un vertisols de la Martinique.- Rapport de stage Ecole Supérieure d'Ingénieurs et de Techniciens Pour l'Agriculture ; 1996.- 21 p. + Annexes.

CASTRO FILHO (C.), LOURENÇO (A.), DE F. GUIMARÃES (M.) et FONSECA (I.C.B.).- Aggregate stability under soil management systems in a red latosol in the state of Parana, Brazil. Soil & Tillage Research, n°65 ; 2002.- pp. 45-51.

CHAMBRE D'AGRICULTURE DE LA GUADELOUPE, CHAMBRE D'AGRICULTURE DE LA MARTINIQUE.- L'igname, poto mitan des cultures vivrières. Manuel du planteur. Caraïb Ediprint ; 2003.- 106 p.

CHENU (C.), LE BISSONNAIS (Y.) et ARROUAYS (D.).- Organic matter influence on clay wettability and soil aggregate stability. Soil Science Society of America Journal, n°64 ; 2000.- pp. 1479-1486.

CHEVALLIER (T.).- Reconstitution à court terme du stock organique et du peuplement de vers de terre (*Polypheretima elongata*) d'un vertisol (Martinique) sous prairie plantée (*Digitaria decumbens*).- Mémoire de DEA Science du sol.- ENSA Montpellier-ORSTOM ; 1996.- 45 p.

CHEVALLIER (T.).- Dynamique et déterminants du stockage du carbone dans un vertisol sous prairie (Martinique).- Thèse de Doctorat. Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier ; 2000.- 142 p. + Annexes.

CHEVALLIER (T.), VOLTZ (M.), BLANCHART (E.), CHOTTE (J.L.), ESCHENBRENNER (V.), MAHIEU (M.), ALBREHT (A.).- Spatial and temporal changes of soil C after establishment of a pasture on a long-term cultivated vertisol (Martinique).- Geoderma, n°94 ; 2000.- pp. 43-58.

CHEVALLIER (T.), BLANCHART (E.), GIRARDIN (C.), MARIOTTI (A.), ALBRECHT (A.), FELLER (C.).- The role of biological activity (roots, earthworms) in medium-term C dynamics in vertisol under a Digitaria decumbens (Gramineae) pasture.- Applied Soil Ecology, volume 16 ; 2001.- p. 11-21.

CHEVIGNARD (T.).- Etude de la formation actuelle d'horizons humifères en milieu tropical. Cas des sols de culture « remodelés » de la Martinique.- Thèse de doctorat 3e cycle. Université Nancy I ; 1985.- 83p.

CHEVIGNARD (T.), FARDEAU (J.C.), DOULBEAU-PIASCO (S.), FELLER (C.), TURENNE (J.F.) et VALLERIE (M.).- Effets du remodelage parcellaire sur la fixation des phosphates en divers types de sols des Antilles. Agronomie, n°6 ; 1986.- pp. 149-156.

CHEVIGNARD (T.), FELLER (C.), ANDREUX (F.) et QUANTIN (P.).- Le "remodelage" des terres en Martinique : modification des propriétés de "ferrisols" et d'andosols cultivés en canne à sucre. Cahier ORSTOM, Série Pédologie, n°23 ; 1987.- pp. 223-236.

CHOTTE (J.L.).- Importance de l'activité rhizosphérique dans la dynamique de reconstitution du stock organique des sols (vertisol, Martinique). Traçage isotopique ^{15}N. Cahier ORSTOM, Série Pédologie, volume XXIV, n°4 ; 1988.- p. 345-346.

COCU (N.).- La carte des sols de Martinique comme support pour le cadrage de sites et la gestion agronomique. Mémoire de fin d'études. Faculté Universitaire des sciences agronomiques de Gembloux ; 1999.- 2 volumes.

COINTEPAS (J.-P.) & MAKILO (R.).- Bilan de l'évolution des sols sous culture intensive dans une station expérimentale en milieu tropical humide.- Cahier ORSTOM, Série Pédologie.- Volume XIX, n°3 ; 1982.- p. 271-282.

COLMET-DAAGE (F.) & LAGACHE (P.).- Caractéristiques de quelques groupes de sols dérivés de roches volcaniques aux Antilles françaises.- Cahier ORSTOM, Série Pédologie.- n°3 ; 1965.- p. 91-121.

COLMET-DAAGE (F.).- Légende de la carte des sols des Antilles à 1/20000 : Guadeloupe (partie volcanique) - Martinique.- ORSTOM Antilles ; 1969.

COLMET-DAAGE (F.), GAUTHEYROU (J.) et GAUTHEYROU (M.).- Sélection de profils des Antilles avec rattachement à la classification des sols des Antilles au 1/20.000 (1960-1967). (A) MARTINIQUE : volcanisme ancien et récent. ORSTOM - Centre des Antilles ; 1970.

COLMET-DAAGE (F.), GAUTHEYROU (J.) et GAUTHEYROU (M.).- Sélection de profils des Antilles avec rattachement à la classification des sols des Antilles au 1/20.000 (1960-1967). (B) MARTINIQUE : volcanisme ancien et récent. ORSTOM - Centre des Antilles ; 1970.

COLMET-DAAGE (F.), GAUTHEYROU (J.) et GAUTHEYROU (M.).- Sélection de profils des Antilles avec rattachement à la classification des sols des Antilles au 1/20.000 (1960-1967). (C) MARTINIQUE : volcanisme ancien et récent. ORSTOM - Centre des Antilles ; 1970.

COLMET-DAAGE (F.), GAUTHEYROU(J.) et GAUTHEYROU (M.).- Sélection de profils des Antilles avec rattachement à la classification des sols des Antilles au 1/20.000 (1960-1967). (D) MARTINIQUE : volcanisme ancien et récent. ORSTOM - Centre des Antilles ; 1970.

Compte-rendu de la Sixième Conférence des Parties de la Convention Cadre sur les changements climatiques.- Bulletin des Négociations de la Terre, IIDD (Institut International du Développement Durable).- Volume XII, n°163 ; 2000.- 19 p.

DAF.- Principaux résultats Recensement Général de l'Agriculture 2000 à la Martinique, Service de la statistique agricole, D.A.F département Martinique ; 2001.

DELVAUX (B.) et GUYOT (Ph.).- Caractérisation de l'enracinement du bananier au champ. Incidences sur les relations sol-plante dans les bananeraies intensives de la Martinique.- Fruits, volume 44, n°12 ; 1989.- p. 633-646.

DETWILER (R.P.).- Land use change and the global carbon cycle : the rôle of tropicals soils. Biogeochemistry, n° 2 ; 1986.- p. 67-93.

DJEGUI (N.), de BOISSEZON (P.) et GAVINELLI (E.).- Statut organique d'un sol ferrallitique du Sud-Bénin sous forêt et différents systèmes de cultures. Cahier ORSTOM, Série Pédologie, volume XXVII, n°1 ; 1992.- p. 5-22.

DOREL (M.).- Problème de préparation des sols en bananeraie. Cas des sols à halloysite.- Fruits, volume 46, n°4 ; 1991.- p. 419-427.

DOREL (M.), LOMBARD (K.) et OLIVER (R.).- Azote minéralisable et statut organique des Andosols de Guadeloupe.- Etude et Gestion des Sols, volume 12, n°4 ; 2005.- p. 267-280.

DOUMENGE (F.) et MONNIER (Y.).- Les Antilles françaises. Collection Que Sais-Je ?. Editions Presses Universitaires de France ; 1989, Paris.- 124 p.

DOUMENGE (J-P.).- L'outre-mer français (DOM, P-TOM, CTR). Editions Armand Colin ; 2000, Paris.- 224 p.

DUBOISSET (A.).- Interactions existant entre *Polypheretima elongata* (Oligochaeta Megascolecidae) et les propriétés physico-chimiques des vertisols calco-magnéso-sodiques du sud'est de la Martinique suivant le mode d'anthropisation.- Mémoire de stage, MST Génie et gestion de l'environnement ; 1er mai – 15 août 1995.- 32 p. + Annexes.

DUCHAUFOUR (P.).- Pédologie. Tome I. Pédogenèse et classification. Masson ; 1983.

DUCHAUFOUR (P.).- Pédologie. Sol, végétation, environnement. Masson ; 1995.- 324 p.

DUGAS (W.A.), HEUER (M.L.) and MAYEUX (H.S.).- Carbon dioxide fluxes over bermudagrass, native prairie, and sortghum.- Agricultural and Forest Meteorology 93,2 ; 1999.- p. 121-139.

DULCIRE (M.) et CATTAN (Ph.).- Monoculture d'exportation et développement agricole durable : cas de la banane en Guadeloupe.- Cahiers d'études et de recherches francophones /

Agricultures, volume 11, n°5 ; 2002.- pp. 313-321.

FAO.- Evaluation des resources forestières mondiales 2010 : Résultats principaux. Food and Agriculture Organization of the United Nations ; 2010.- 12 p. Disponible sur http://www.fao.org/forestry/fra2010.

FEARNSIDE (P.M.) and BARBOSA (R.I.).- Soil carbon changes from conversion of forest to pasture in Brazilian Amazonia.- Forest Ecology and Management, n°108 ; 1998.- pp. 147-166.

FELLER (Ch.).- Effet de différents systèmes de culture sur les stocks organiques de sols argileux tropicaux des Petites Antilles. Cahier ORSTOM, Série Pédologie, volume XXIV, n°4 ; 1988.- pp. 341-343.

FELLER (Ch.).- La matière organique dans les sols tropicaux à argile 1 :1 : Recherche de compartiments organiques fonctionnels. Une approche granulométrique.- ORSTOM Editions, Thèses et documents : Paris ; 1995.- 393 p. + Annexes.

FELLER (Ch.), ALBRECHT (A.), BLANCHART (E.), CABIDOCHE (Y.M.), CHEVALLIER (T.), HARTMANN (Ch.), ESCHENBRENNER (V.), LARRE-LARROUY (M.C.) & NDANDOU (J.F.).- Soil organic carbon sequestration in tropical areas. General considerations and analysis of some edaphic determinants for Lesser Antilles soils. Nutrients Cycling in Agroecosystems, n° 61 ; 2001.- pp. 19-31.

FELLER (Ch.), BALESDENT (J.), CHEVIGNARD (T.) et LACOEUILHE (J.J.).- Préparation d'échantillons de sols riches en ponces volcaniques en vue de l'étude de leur stock organique. Application à des sols cultivés en ananas (Martinique). Fruits, volume 44, n°7-8 ; 1989.- p. 385-391.

FELLER (Ch.), BEARE (M.H.).- Physical control of soil organic matter dynamics in the tropics. Geoderma, n°79 ; 1997.- p. 69-116.

FELLER (Ch.), FRITSCH (E.), POSS (R.) et VALENTIN (C.).- Effet de la texture sur le stockage et la dynamique des matières organiques dans quelques sols ferrugineux et ferrallitiques (Afrique de l'Ouest, en particulier). Cahier ORSTOM, Série Pédologie, volume XXVI, n°1 ; 1991.- p. 25-36.

FERRE (J.F.).- La canne à sucre.- Atlas des départements français d'Outre Mer. volume II : La Martinique.- Paris : CNRS-IGN (Eds) ; 1977.- p. 1-4.

Fertilité des sols dans les agricultures paysannes caribéennes : Effet des restitutions organiques.- Rapport final.- Projet CEE-ORSTOM n°TSAD-0178 F ; 1987.- 131 p.+ Annexes.

FILIN (Y.).- Les exploitations arboricoles fruitières de la Martinique. Mémoire de DESS Développement Agricole. Institut d'Etude du Développement Economique et Social, Université Paris I Panthéon Sorbonne ; 2001.- 165 pages + Annexes.

FONTAINE (S.) et DELVAUX (B.).- Propriétés d'échange ionique de sols volcaniques de la Martinique. Application à la programmation de la fumure potassique.- Fruits, volume 44, n°3 ; 1989.- p. 123-133.

De FREITAS (P.L.), BLANCANEAUX (Ph.) & MOREAU (R.).- Caractérisation structurale de sols des Cerrados brésiliens (savanes) sous différents modes d'utilisation agricole.- Etude et Gestion des sols.- volume 5, n°2 ; 1998.- p. 93-105.

FREIXO (A.A.), De A. MACHADO (P.L.O.), Dos SANTOS (H.P.), SILVA (C.A.) & De S. FADIGAS (F.).- Soil organic carbon and fractions of a Rhodic Ferralsol under the influence of tillage and crop rotation systems in southern Brazil.- Soil & Tillage Research.- n°64 ; 2002.- p. 221-230.

GAUDI (G.).- L'agriculture à la Martinique après la départementalisation.- Historial Antillais, volume VI ; 1980.- p. 361-435.

GEBHART (D.L.), JOHNSON (H.B.), MAYEUX (H.S.) and POLLEY (H.W.).- The CRP Increases Soil Organic carbon.- Journal of Soil and Water Conservation, volume 49, n°5 ; 1994.- p. 488-492.

GIACOTTINO (J.C.).- Végétation de la Martinique.- Atlas des départements français d'Outre Mer. volume II : La Martinique.- Paris : CNRS-IGN (Eds) ; 1977.- p. 1-2.

GIEC.- Second Assessement Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Second Rapport d'Evaluation du Groupe Intergouvernemental sur l'Evolution des Climats).- UNEP & WMO ; 1995.- 3 tomes.

GIEC.- Utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie. Résumé à l'attention des décideurs.- Rapport spécial du GIEC ; 2000.- 24p.

GIEC, 2001a. Bilan 2001 des changements climatiques : Les éléments scientifiques. 90 p. disponible sur http://www.ipcc.ch.

GIEC, 2001b. Bilan 2001 des changements climatiques : Conséquences, adaptation et vulnérabilité. 96 p. disponible sur http://www.ipcc.ch.

GIEC, 2001c. Bilan 2001 des changements climatiques : Mesures d'atténuation. 89 p. disponible sur http://www.ipcc.ch.

GODEFROY (J.) et JACQUIN (F.).- Relation entre la stabilité structurale des sols cultivés et les apports organiques en conditions tropicales ; comparaison avec les sols forestiers. Fruits, volume 30, n°10 ; 1975.- pp. 595-612.

GODEFROY (J.) et DORMOY (M.).- Dynamique des éléments fertilisants minéraux dans les sols des bananeraies martiniquaises. Première partie. Fruits, volume 38, n°5 ; 1983.- pp.373-387.

GOLCHIN (A.), CLARKE (P.), OADES (J.M.) & SKJEMSTAD (J.O.).- The effects of cultivation on the composition of organic matter and structural stability of soils.- Australian Journal of Soil Research, n°33 ; 1995.- p. 975-993.

GRIBBIN (J.).- La Terre Serre.- Collection « la Fontaine des Sciences ».- Editions ROBERT LAFFON ; 1992.- 329 p.

GRIMALDI (M.), SARRAZIN (A.), CHAUVEL (F.), LUIZAO (N.), NUNES (M.), ROSARION (L. R.) de, AMBLARD (P.), TESSIER (D.).- Effet de la déforestation et des cultures sur la structure des sols argileux d'Amazonie brésilienne.- Cahiers Agricultures.- volume 2 ; 1993.- p. 36-47.

GUGGENBERGER (G.), CHRISTENSEN (B.T.) & ZECH (W.).- Land-use effects on the composition of organic matter in particle-size separates of soil : I. Lignin and carbohydrate signature. European Journal of Soil Science, n°45 ; 1994.- p. 449-458.

GUERIF (J.).- Influence des matières organiques sur quelques propriétés physiques des sols. Programme Interdisciplinaire de Recherche sur l'Environnement « Matières Organiques dans les sols » ; Réunion de 12-13 Mars 1986.- 3 p.

HARTMANN (Ch.), BLANCHART (E.), ALBRECHT (A.), BONNETON (A.), PARFAIT (F.), MAHIEU (M.), GAULIER (C.), NDANDOU (J.F.).- Nouvelles techniques de préparation des vertisols en culture maraîchère à la Martinique : incidences pédologiques et agro-économiques.- Agriculture et Développement.- n° 18 ; Juin 1998.- p. 81-89.

HASSINK (J.), WHITEMORE (A.P.), KUBAT (J.).- Size and density fractionation of soil organic matter and the physical capacity of soils to protect organic matter. European Journal of Agronomy, n°7 ; 1997.- p. 189-199.

HOUGHTON (R.A.).- Why are estimates of the terrestrial carbon balance so different?. Global Change Biology, n°9 ; 2003.- p. 500-509.

HUSSAIN (L.), OLSON (K.R.) and EBELHAR (S.A.).- Long-term tillage effects on soil chemical properties and organic matter fractions. Soil Science Society of America Journal, n°63 ; 1999.- p. 1335-1341.

IEDOM Martinique Rapport annuel 2007. Disponible sur http://www.iedom.fr/martinique/publications-47/rapports-annuels-117/

IEDOM Martinique Rapport annuel 2008. Disponible sur http://www.iedom.fr/martinique/publications-47/rapports-annuels-117/

IFN.- Inventaire par cartographie des espaces forestiers et naturels de la Martinique ; Septembre 2008.- 8p.

L'IF.- Changements d'occupation et d'utilisation des terres dans les départements d'outre-mer. Inventaire Forestier National ; n°23 ; 3e trimestre 2009.- 8p.

Influence de la profondeur de travail sur la dégradation des vertisols.- Compte-rendu de la réunion de travail organisée par le Conseil Général de la Martinique et L'ORSTOM à la Station d'Essais en Cultures Irriguées ; 31 janvier 1996.

INRA.- Stocker du carbone dans les sols agricoles de France? Contribution à la lutte contre l'effet de serre. Expertise Scientifique Collective ; 2002.- 332 p.

IPCC.- Third Assessement Report : Climate Change 2001. Disponible sur http://www.ipcc.ch

JOSEPH (P.).- Dynamique, écophysiologie végétales en bioclimat sec à la Martinique. Thèse de Doctorat, Université des Antilles et de la Guyane ; 1997.- 941 p. + Annexes.

JOSEPH (P.).- Les monuments naturels : objets opératoires dans l'aménagement de l'écosystème Martinique. Les Antilles, terres à risques, Terres d'Amérique n°2 ; 1999.- pp. 209-242.

KANDEL (R.).- Bilan radiatif de la Terre.- Dictionnaire des Sciences de la Terre : continents, océans, atmosphère.- Paris : Encyclopaedia Universalis – Albin Michel ; 1998.- p.59-66.

KHAMSOUK (B.), DE NONI (G.) et ROOSE (E.).- New data concerning erosion processes and soil managment on Andosols from Ecuador and Martinique. Proceedings of the 12th ISCO Conference, II ; 2002.- pp. 73-79.

KHAMSOUK (B.).- Impact de la culture bananière sur l'environnement. Influence des systèmes de cultures bananières sur l'érosion, le bilan hydrique et les pertes en nutriments sur un sol volcanique en Marinique (cas du sol brun-rouille à halloysite). Thèse de Doctorat de l'ENSA-Montpellier ; 2001.- 174 p. + Annexes.

KHAMSOUK (B.) et ROOSE (E.).- Ruissellement et érosion d'un sol volcanique tropical cultivé en systèmes intensifs en Martinique. Cahiers Agriculture, n°12 ; 2003.- pp. 145-151.

KOUAKOUA (E.).- La matière organique et la stabilité structurale d'horizons de surface de sols ferrallitiques argileux : Effet du mode de gestion des terres.- Thèse de Doctorat.- Université HENRI POINCARE NANCY 1 ; 1994.- 221 p.

KULESZA (V.).- Evolution de la structure des vertisols du Sud-Est de la Martinique en fonction du système de culture.- Mémoire de fin d'études, ISTOM ; 1994.- 58 p. + Annexes.

KUSHWAHA (C.P.), TRIPATHI (S.K.) et SINGH (K.P.).- Soil organic matter and water-stable aggregates une der different tillage and residue conditions in a tropical dryland agroecosystem. Applied Soil Ecology, n°16 ; 2001.- pp. 229-241.

LE BISSONNAIS (Y.).- Aggregate stability and assessment of soil crustability and erodibility : I. Theory and methodology. European Journal of Soil Science, n°47 ; 1996.- p. 425-437.

LE BISSONNAIS (Y.) et ARROUYAIS (D.).- Aggregate stability and assessment of soil crustability and erodibility : II. Application to humic loamy soils with various organic carbon contents. European Journal of Soil Science, n°48 ; 1997.- p. 39-48.

LE COENT (Ph.).- Quel avenir pour l'agriculture biologique en Martinique ? : la vision des agriculteurs. Mémoire DAA Agro-environnement PVD : Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier ; 2002.- 56 p.

LEFUR (A.).- Erodibilité et dispersabilité de vertisols de la Martinique : Rôles de la matière organique et de la garniture ionique. Mémoire de fin d'études, Diplôme d'Agronomie Approfondie – Génie de l'Environnement ENSAR ; Septembre 1994.- 48 p. + Annexes.

LOUVRIER (M.).- Ananlyse des pratiques culturales sur tomate en Martinique.- Paris INA P-G ; 1998.- 36 p.

LOZET (J.) et MATHIEU (C.).- Dictionnaire de science du sol. Coll. Technique et Documentation. Lavoisier, 1990.

LUGO (A.E.) & BROWN (S.).- Management of tropical soils as sinks or sources of atmospheric carbon.- Plant and Soil, n°149 ; 1993.- p. 27-41.

MAILLARD (J.C.).- Utilisation du sol.- Atlas des départements français d'Outre Mer. volume II : La Martinique.- Paris : CNRS-IGN (Eds) ; 1977.- p. 1-2.

MARTIN (G.) 1963. Dégradation de la structure des sols sous culture mécanisée dans la vallée du Niari.- Cahier ORSTOM, Série Pédologie.- volume 2 ; 1963.- p. 8-14.

NATIVEL (M.).- Caractères de la matière organique du sol dans trois compartiments de l'écosystème insulaire antillais ; 1980.- 15 p. + Annexes.

NDANDOU (J.F.).- Variations du stock organique et des propriétés physiques d'un vertisol sous prairie après mise en culture maraîchère. Effet du mode de travail du sol. Thèse de Doctorat, Université de Montpellier, France ; 1998.

NJOH ELLONG (D.C.A.).- Etude de pâturages artificiels de la Martinique : Effets des cultures fourragères sur quelques propriétés du sol, comparaison avec le maraîchage / Effets à cour terme du niveau de fertilisation azotée sur le fourrage).- Mémoire de DESS Productions Animales et Technologies Agro-Alimentaires en Régions Chaudes ; Mai-Octobre 1984.- 48 p. + Annexes.

OADES (J.M.).- Soil organic matter and structural stability : mecanims and implications for management. Plant and Soil.-76 ; 1984.- p. 183-200.

OUDIN (P.).- Essai de productivité de l'herbe de Guinée. Contrôles pédologiques ; 1979.- 1 p.

PANSU (M.), GAUTHEYROU (J.) & LOYER (J.Y.).- L'analyse du sol : échantillonnage, instrumentation et contrôle.- Masson Paris Milan Barcelone ; 1998.- 512 p.

PERCIVAL (H.J.), PARFITT (R.L.) and SCOTT (N.A.).- Factors controlling soil carbon levels in New Zealand grasslands : is clay content important ?. Soil Science Society of America Journal, n°64 ; 2000.- pp. 1623-1630.

PETIT JEAN ROGET (B.).- Aperçu sur l'évolution économique de la Martinique au début de XX^{ème} siècle.- Historial Antillais, volume V ; 1980.- p. 115-153.

PORTECOP (J.).- Végétation de la Martinique.- Atlas des départements français d'Outre Mer. volume II : La Martinique.- Paris : CNRS-IGN (Eds) ; 1977.- pp. 1-2.
POST (W.M.), EMMANUEL (W.R.), ZINKE (P.J.) & STANGENBERGER (A.G.).- Soil carbon pools and world life zones.- Nature, n°298 ; 1993.- p. 156-159.

Précédents culturaux et travaux sur les sorghos fourrages. Station d'Essais en Cultures Irriguées de Sainte Anne. ORSTOM ; 1977.- 40 p.

QUANTIN (P.).- Hypothèses sur la genèse des andosols en climat tropical : Evolution de la « pédogenèse initiale » en milieu bien drainé, sur roches volcaniques. Cahier ORSTOM, Série Pédologie, volume XII, n°1 ; 1974.- pp. 3-12.

QUANTIN (P.), BALESDENT (J.), BOULEAU (A.), DELAUNE (M.) et FELLER (Ch.).- Premiers stades d'altération de ponces volcaniques en climat tropical humide (Montagne Pelée, Martinique). Geoderma, n°50 ; 1991.- pp. 125-148.

QUÉNÉHÉRVÉ (P.), DAO (J.C.), DUCELIER (D.), LANGLAIS (C.), LASSOUDIERE (A.), LHOSTE (P.), MBOLIDI-BARON (H.), SOLER (A.), TAUPIER-LETAGE (B.), TORIBIO (A.).- Faisabilité technique de l'agriculture biologique en Martinique : productions.- Expertise Collégiale : Agriculture biologique en Martinique ; 2005.- 304 p + CD-ROM.

RACHMAN (A.), ANDERSON (S.H.), GANTZER (C.J.) et THOMPSON (A.L.).- Influence of long-term cropping systems on soil physical properties related to soil erodibility. Soil Science Society of America Journal, n°67 ; 2003.- pp. 637-644.

RAVAIL (D.).- Les éléments du climat martiniquais.- Atlas des départements français d'Outre Mer. Volume II : La Martinique.- Paris : CNRS-IGN (Eds) ; 1977.- pp. 1-6.

RAZAFIMBELO (T.).- Effet du non brûlis de la canne à sucre sur la séquestration de carbone dans un sol ferrallitique argileux (Brésil). Mémoire de DEA National de Science du Sol ; 2002.- 22 p.

REFERENTIEL PEDOLOGIQUE 1995.- BAIZE D. et GIRARD M.C. (Coordonnateurs) et coll. INRA Editions.- 332 p.

Résultats d'analyses – Année 1979 : Acidité pH, matière organique. Station d'Essais en Cultures Irriguées. ORSTOM-DDA.-12 p.

Résultats d'analyses – Convention ORSTOM 1981. Station d'Essais en Culture Irriguée.- 23 p.

RHINO (B.).- Statut organique des sols et monocultures en Martinique : cas des sols sur dépôts volcaniques récents (N.E. Martinique).- Rapport de stage ; 1985.- 24 p. + Annexes.

RHOTON (F.E.), SHIPITALO (M.J.) et LINDBO (D.L.).- Runoff and soil loss from midwestern and southeastern US silt loam soils as affected by tillage practice and soil organic matter content. Soil & Tillage Research, n°66 ; 2002.- p. 1-11.

ROBERT (M.).- Le sol interface dans l'environnement ressource pour le développement.- Coll. Sciences de l'environnement. Masson ; 1996.

RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ (A.), GUERRA (J.A.), GORRÍN (S.P.), ARBELO (C.D.) et MORA (J.L.).- Aggregates stability and water erosion in andosols of the canary islands. Land Degradation & Developpement, n°13 ; 2002.- pp. 515-523.

ROOSE (E.).- Ruissellement et érosion avant et après défrichement en fonction du type de culture en Afrique occidentale. Cahier ORSTOM, Série Pédologie, volume XX, n°4 1983.- pp. 327-339.

ROOSE (E.).- Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES). Bulletin Pédologique de la FAO, n° 70, Rome ; 1994.- 420 p.

SADOURNY (R.).- Le climat de la Terre.- Collection Dominos, Flammarion ; 1994.- 126 p.

SAFFACHE (P.), HARTMANN (C.), BLANCHART (E.) et ALBRECHT (A.).- L'avancée du trait de côte de la Baie du Marin (Martinique) : conséquences de l'activité antrhopique sur les bassins-versants alentour. Compte-Rendu de l'Académie des Sciences, n° 328, Paris ; 1999.- p. 739-744.

SCHLESINGER (W.H.).- Soil organic matter : a source of atmospheric CO2. In WOODWELL G.M. (ed) The rôle of terrestrial vegetation in the global carbon cycle : measurement by remote sensing. John Wiley & Sons, Londres ; 1984.- p. 11-27.

SCHLESINGER (W.H.).- Changes in soil storage and associated properties with disturbance and recovery. In TRABALKA J.R. & De REICHLE (eds) The changing carbon cycle : a global analysis. Springer Verlag, New York ; 1986.- p. 194-200.

SCURLOCK (J.) et HALL (D.).- The carbon cycle.- New Scientist, n°51 ; 2 November 1991.- 4 p.

SELS (F.).- Contribution à la définition d'unités pédo-paysagères à la Martinique : Illustration, explication et confrontation des documents existants sur le cadre physique.- Mémoire de fin d'études, Faculté Universitaire des sciences agronomiques de Gembloux ; 1999.- 83 p. + Annexes.

SIX (J.), PAUSTIAN (E.T.) et COMBRINK (C.).- Soil structure and organic matter : I. Distribution of aggregate-size classes and aggregate-associated carbon. Soil Science Society of America Journal, n°64 ; 2000.- pp. 681-689.

SIX (J.), ELLIOT (E.T.) et PAUSTIAN (K.).- Soil structure and organic matter : II. A normalized stability index and the effect of mineralogy. Soil Science Society of America Journal, n°64 ; 2000.- pp. 1042-1049.

SIX (J.), FELLER (Ch.), DENEF (K.), OGLE (S.M.), DE MORAES SA (J.C.) et ALBRECHT (A.).- Soil organic matter, biota and aggregation in temperate and tropical soils – Effects of no-tillage. Agronomie, n°22 ; 2002a.- pp. 755-775.

SIX (J.), CONANT (R.T.), PAUL (E.A.), OGLE (S.M.) & KAUSTIAN (K.).- Stabilization mechanisms of soil organic matter : Implications for C-saturation of soils. Plant and Soils, n°241 ; 2002b.- pp. 155-176.

STEMMER (M.), VON LÜTZOW (M.), KANDELER (E.), PICHLMAYER (F.) & GERZABEK (M.H.).- The effect of maize straw placement on mineralization of C and N in soil particle size fractions. European Journal of Soil Science, n°50 ; 1999.- p. 73-85.

TAVARES-FILHO (J.).- Organisation et comportement de Latosols du Parana (Brésil). Inflence de leur mise en culture.- Thèse Docteur Université de Nancy I ; 1995.- 229 p.

TAVARES-FILHO (J.) & TESSIER (D.).- Influence des pratiques culturales sur le comportement et les propriétés de sols du Parana (Brésil).- Etude et Gestion des sols.- volume 5, n°1 ; 1998.- p. 61-71.

TERNISIEN (E.) et MELIN (P.).- Etude des rotations culturales en bananeraie. I : Bilan des cultures de rotation.- Fruits.- volume 44, n° 7-8 ; 1989.- p. 373-383.

TERNISIEN (E.) et GANRY (J.).- Rotations culturales en culture bananière intensive.- Fruits.- volume 45, n° spécial ; 1990.- p. 98-102.

TURENNE (J.F.).- Dynamique de la matière organique en sols cultivés : Effet d'une culture intercalaire de sorgho en vertisols irrigués.- Cahier ORSTOM, Série Pédologie.- volume XIV, n°3 ; 1976.- p. 193-205.

TURENNE (J.F.).- Soil structure stability and the organic system in heavy montmorillonite clays.- Tropical Agriculture.- volume 59, n°2 ; April 1982.- p. 157-161.

TURNER (D.P.), WINJUM (J.K.), KOLCHUGINA (T.P.) & CAIRNS (M.A.).- Accounting for biological and anthropogenic factors in national land-base carbon budgets. Ambio, n°26 ; 1997.- p. 220-226.

TYBURN (P.).- Effet de l'intensification en cultures maraîchères et prairiales sur les propriétés de vertisols et ferrisols de la Martinique.- Rapport de stage ISTOM-Rouen.- Rapp. mult. IRAT-ORSTOM Martinique ; 1986.

UNFCCC.- Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement climatique ; 1992.- 31 p. disponible sur htttp:/www.unfccc.de.

UNFCCC.- Le Protocole de Kyoto ; 1997.- 24 p. disponible sur htttp:/www.unfccc.de.

UNFCCC.- Inventaire des émissions de gaz à effet de serre en France de 1990 à 2001 au titre de la Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement climatique ; 2002. disponible sur http://www.effet-de-serre.gouv.fr.

VENKATAPEN (C.).- Protection physique de la matière organique contre la minéralisation dans les agrégats provenant d'un vertisol sous prairie (Martinique). Relation avec la stabilité à l'eau des agrégats.- Rapport de Maitrise de Biologie des Populations et des Ecosystèmes, Université des Antilles et de la Guyane ; 1998.- 21 p.

VENKATAPEN (C.).- Distribution géographique des sols brun-rouille à halloysite à la Martinique et évolution de leurs propriétés physiques sous culture.- Rapport de DEA Caraïbes, Amériques latines et du Nord, Discipline : Géographie, Université des Antilles et de la Guyane ; 1999.- 37 p.

WATTEL-KOEKKOEK (E.J.W.), VAN GENUCHTEN (P.P.L.), BUURMAN (P.) & VAN LAGEN (B.).- Amount and composition of clay-associated soil organic matter in a range of kaolinitic and smectitic soils.- Geoderma, n°99 ; 2001.- pp. 27-49.

WESTERCAMP (D.), ANDREIEFF (P.).- Notice explicative de la carte géologique à 1/50000 de la Martinique.- BRGM ; 1989.

ZEBUS (M.F.).- La diversification agricole, un archipel dans « l'océan des cannes » ? Développement agricole et industrie sucrière en Guadeloupe.- Le sucre, de l'Antiquité à son destin antillais.- Comité des travaux historiques et scientifiques, Editions du CTHS ; 2000.- p. 283-300.

ANNEXES

TABLE DES ANNEXES

ANNEXES I : Caractères généraux des parcelles étudiées **1**

ANNEXES II : Caractères généraux des parcelles répertoriées dans la bibliographie **5**

ANNEXES III : Compositions granulométriques des situations étudiées **15**

ANNEXES IV : Densités apparentes, Teneurs et Stocks en carbone des parcelles étudiées **41**

ANNEXES V : Fractionnements granulométriques et contenus organiques des différentes parcelles étudiées **84**

ANNEXES VI : Agrégations et diamètre médian pondéral des parcelles étudiées (horizon 0 – 10 cm) **94**

Annexes I
Caractères généraux des parcelles étudiées

Echantillons	Classification Colmet-Daage	Classification retenue	Observations terrain						
			Description Sol	Altitude (m)	Topographie	Pluviométrie (mm/an)	Mode d'occupation	Coordonnées (UTM) X	Coordonnées (UTM) Y
Macouba Ba	$P^{4c}ah$	Sols jeunes à allophanes	Sol sableux, de 50 à 60 cm d'épaisseur, riche en ponces	225	pentes faibles inférieures à 5 %	3000	bananeraie	698890	1642775
Basse-Pointe Ba1	Pak	Sols jeunes à allophanes	Sol sableux, riche en ponces	160	pentes faibles inférieures à 5 %	2800	bananeraie	703393	1640580
Ajoupa-Bouillon P	Pbch	Sols jeunes à allophanes	Sol sableux, onctueux au toucher, de 50 à 60 cm d'épaisseur, riche en ponces	310	replat en pente très faible	3250	prairie	701943	1639025
Ajoupa-Bouillon Vimi	Pbch	Sols jeunes à allophanes	Sol sableux, onctueux au toucher, de 50 à 60 cm d'épaisseur, riche en ponces	310	replat en pente très faible	3250	c.vivrières	701943	1639000
Ajoupa-Bouillon F	Pa	Sols jeunes à allophanes	Sol sableux, onctueux au toucher, riche en ponces	90	replat en pente très faible	3100	forêt	701843	1640275
Saint Pierre Ca3	Pahi-Jc	Sols jeunes à allophanes	Sol sableux, riche en ponces. A peine onctueux au toucher, mais présentant des mottes cohérentes	220	versant doucement pentu	2300	canne	697870	1633475
Morne Vert F	Pc-H^ca	Sols jeunes à allophanes	Sol sablo-argileux, de coloration brun-rouille, riche ponces altérée, onctueux au toucher	510	versant modérément escarpé	3800	forêt	701593	1626370
Morne Vert P	Pc-H^ca	Sols jeunes à allophanes	Sol sablo-argileux, de coloration brun-rouille, riche ponces altérée, onctueux au toucher	495	versant doucement pentu	3800	prairie	701368	1626575
Morne Vert MaFi	Pc-H^ca	Sols jeunes à allophanes	Sol sablo-argileux, de coloration brun-rouille, riche ponces altérée, onctueux au toucher	490	versant doucement pentu	3800	c.maraîchères	701385	1626525
Morne Vert Fleur	Pc-H^ca	Sols jeunes à allophanes	Sol sablo-argileux, de coloration brun-rouille, riche ponces altérée, onctueux au toucher	480	versant doucement pentu	3800	c.horticoles	701305	1626505
Gros-Morne Ba	Tb	Andosols sur tufs	Sol limoneux, foncé en surface, rouge jaunâtre en profondeur, savonneux au toucher	100	versant doucement pentu	2400	bananeraie	713475	1624350
Gros-Morne F	Tb	Andosols sur tufs	Sol limoneux, foncé en surface, rouge jaunâtre en profondeur, savonneux au toucher	90	versant doucement pentu	2400	forêt	713825	1624613
Ste Marie P2	Ta-H^5c	Andosols sur tufs	Sol argileux, de coloration brun foncé sur 60 cm d'épaisseur, devenant savonneux au toucher en profondeur	105	versant doucement pentu	2500	prairie	713413	1634950
Macouba Ca1	J^{2c}-Pa	Sols jeunes sur cendres	Sol sableux, riche en ponces	280	pentes faibles inférieures à 5 %	3000	canne	698238	1643325
Macouba Ca2	J^{3c}k	Sols jeunes sur cendres	Sol sableux, riche en ponces	215	pentes modérées de 5 à 12 %	3000	canne	699400	1643158
Macouba Ca 3	J^{2c}k	Sols jeunes sur cendres	Sol sableux, riche en ponces	112	pentes faibles inférieures à 5 %	3000	canne	699900	1643683
Macouba An	J^{3c}k	Sols jeunes sur cendres	Sol sableux, de 40 à 50 cm d'épaisseur, riche en ponces	185	pentes modérées de 5 à 12 %	3000	ananas	699420	1643795
Basse-Pointe Ba2	J^{2v}k	Sols jeunes sur cendres	Sol sableux, riche en ponces	55	pentes faibles inférieures à 5 %	2400	bananeraie	704763	1641843
Basse-Pointe An	J^{3v}	Sols jeunes sur cendres	Sol sableux, riche en ponces	65	pentes faibles inférieures à 5 %	2400	ananas	702755	1643600
Basse-Pointe Ca	J^{2v}k	Sols jeunes sur cendres	Sol sableux, riche en ponces	35	pentes faibles inférieures à 5 %	2400	canne	703820	1643680
Carbet Ba1	Jdh	Sols jeunes sur cendres	Sol sableux, riche en ponces	100	versant doucement pentu à pentu	1300	bananeraie	695683	1627638
Carbet Ba2	Jdl	Sols jeunes sur cendres	Sol sableux, riche en ponces	150	versant doucement pentu à pentu	1300	bananeraie	696250	1627575
Carbet P	Jdh	Sols jeunes sur cendres	Sol sableux, riche en ponces	110	versant doucement pentu à pentu	1300	prairie	696163	1627875
Carbet MaFi	Jdh	Sols jeunes sur cendres	Sol sableux, riche en ponces	120	versant doucement pentu à pentu	1300	c.maraîchères	696200	1627800
Saint Pierre Ca1	Jc	Sols jeunes sur cendres	Sol sableux, riche en ponces	50	versant doucement pentu	1900	canne	695880	1631980
Saint Pierre Ca2	Jc	Sols jeunes sur cendres	Sol sableux, riche en ponces	50	versant doucement pentu	1900	canne	695830	1632070
Saint Pierre P	Jh-Pa	Sols jeunes sur cendres	Sol sableux, riche en ponces	285	versant doucement pentu à pentu	2500	prairie	698228	1630830
Saint Pierre J.C.	Jh-Hca	Sols jeunes sur cendres	Sol sablo-argileux, de coloration brun-rouille	200	versant modérément escarpé	2300	jardin créole	697663	1630925
Saint Pierre Mafi	Jh-Hca	Sols jeunes sur cendres	Sol sablo-argileux, de coloration brun-rouille	220	versant doucement pentu à pentu	2300	c.maraîchères	697788	1631020
Fonds St Denis Vimi	Jh-H^ca/H^cc	Sols brun-rouille à halloysite	Sol sablo-argileux, de coloration brun-rouille, avec des débris de ponces	240	versant modérément escarpé	3100	c.vivrières	699158	1629213
Fonds St Denis F	Jh-H^ca/H^cc	Sols brun-rouille à halloysite	Sol sablo-argileux, de coloration brun-rouille, avec des débris de ponces	240	versant modérément escarpé	3100	forêt	699090	1629170

Annexes I
Caractères généraux des parcelles étudiées

Echantillons	Classification Colmet-Daage	Classification retenue	Observations terrain						
			Description Sol	Altitude (m)	Topographie	Pluviométrie (mm/an)	Mode d'occupation	Coordonnées (UTM) X	Coordonnées (UTM) Y
Fonds St Denis MaFi	H^{c}a-Jh	Sols brun-rouille à halloysite	Sol sablo-argileux, de coloration brun-rouille, riche en ponces	460	versant modérément escarpé	3000	c.maraîchères	699138	1629750
Fonds St Denis Mami	H^{c}a-Jh	Sols brun-rouille à halloysite	Sol sablo-argileux, de coloration brun-rouille, riche en ponces	450	versant modérément escarpé	3000	c.maraîchères	699070	1629763
Carbet Ca	H^{c}a-J	Sols brun-rouille à halloysite	Sol sablo-argileux à halloysite, de coloration brun-rouille	240	versant doucement pentu	2300	canne	697513	1626913
Case-Pilote Mami	H^{k}a	Sols brun-rouille à halloysite	Sol argileux de coloration brun-rouille, avec des débris de ponces altérées, légèrement onctueux au toucher	500	versant doucement pentu	2500	c.maraîchères	701600	1622363
Case-Pilote P	H^{k}a	Sols brun-rouille à halloysite	Sol argileux, de coloration brun foncé sur 60 cm d'épaisseur, devenant onctueux au toucher en profondeur	510	versant doucement pentu	2500	prairie	701613	1622425
Case-Pilote F	H^{k}a	Sols brun-rouille à halloysite	Sol argileux de coloration brun-rouille, avec des débris de ponces altérées	520	versant modérément escarpé	2500	forêt	701525	1622488
Schoelcher Mami	H^{k}a	Sols brun-rouille à halloysite	Sol argileux de coloration brun-rouille	320	versant doucement pentu	2400	c.maraîchères	703063	1619950
Schoelcher P	H^{k}a	Sols brun-rouille à halloysite	Sol argileux de coloration brun-rouille	300	versant doucement pentu	2400	prairie	703100	1620038
Schoelcher F	H^{k}a	Sols brun-rouille à halloysite	Sol argileux de coloration brun-rouille	280	versant modérément escarpé	2400	forêt	702988	1619975
St Joseph Ba1	H^{s}a	Sols brun-rouille à halloysite	Sol argileux de coloration brun-rouille, avec des débris de ponces altérées	95	versant doucement pentu à pentu	2200	bananeraie	714875	1621500
St Joseph Ba2	H^{s}a	Sols brun-rouille à halloysite	Sol argileux de coloration brun-rouille, avec des débris de ponces altérées	105	versant doucement pentu à pentu	2200	bananeraie	714588	1621700
St Joseph Ba3	H^{s}a	Sols brun-rouille à halloysite	Sol argileux de coloration brun-rouille, avec des débris de ponces altérées	90	versant doucement pentu à pentu	2200	bananeraie	714588	1621625
St Joseph F	H^{s}a	Sols brun-rouille à halloysite	Sol argileux de coloration brun-rouille, avec des débris de ponces altérées	75	versant doucement pentu à pentu	2200	forêt	714638	1621425
St Joseph Ba4	H^{s}a	Sols brun-rouille à halloysite	Sol argileux de coloration brun-rouille, avec des débris de ponces altérées	78	versant doucement pentu à pentu	2200	bananeraie	714625	1621338
St Joseph Vg1	H^{s}a	Sols brun-rouille à halloysite	Sol argileux de coloration brun-rouille, avec des débris de ponces altérées	55	versant doucement pentu à pentu	2200	verger	715063	1621850
St Joseph Vg2	H^{s}a	Sols brun-rouille à halloysite	Sol argileux de coloration brun-rouille, avec des débris de ponces altérées	55	versant doucement pentu à pentu	2200	verger	715083	1621813
St Joseph Vg3	H^{s}a	Sols brun-rouille à halloysite	Sol argileux de coloration brun-rouille, avec des débris de ponces altérées	45	versant doucement pentu à pentu	2200	verger	715400	1621650
St Joseph Vg4	H^{s}a	Sols brun-rouille à halloysite	Sol argileux de coloration brun-rouille, avec des débris de ponces altérées	45	versant doucement pentu à pentu	2200	verger	715350	1621725
Trinité Ca4	H^{s}a-Ca	Sols brun-rouille à halloysite	Sol argileux , de coloration brun foncé	25	versant modérément escarpé	2000	canne	718500	1628163
Ste Marie Ba1	H^{b}b	Sols brun-rouille à halloysite	Sol argileux de coloration brun-rouille, avec des débris de ponces altérées	95	versant doucement pentu	2300	bananeraie	713750	1634588
Ste Marie P1	H^{b}b	Sols brun-rouille à halloysite	Sol argileux de coloration brun-rouille, avec des débris de ponces altérées	115	versant doucement pentu	2300	prairie	713900	1634588
Ste Marie Ba2	H^{b}b	Sols brun-rouille à halloysite	Sol argileux de coloration brun-rouille, avec des débris de ponces altérées	50	versant doucement pentu	2300	bananeraie	713913	1634475
Ste Marie Ba3	H^{b}b	Sols brun-rouille à halloysite	Sol argileux de coloration brun-rouille, avec des débris de ponces altérées	20	versant doucement pentu	2300	bananeraie	713900	1634400
Ste Marie Ca1	H^{s}a	Sols brun-rouille à halloysite	Sol argileux, uniformément brun-rouille	60	versant doucement pentu	2000	canne	714400	1635800
Ste Marie Ca2	H^{s}a	Sols brun-rouille à halloysite	Sol argileux, uniformément brun-rouille	30	versant doucement pentu	2000	canne	714250	1635100
Marigot P	H^{b}b-Pa	Sols brun-rouille à halloysite	Sol argileux de coloration brun-rouille, avec des débris de ponces altérées	160	versant doucement pentu à pentu	2800	prairie	710250	1638375

Annexes I
Caractères généraux des parcelles étudiées

Echantillons	Classification Colmet-Daage	Classification retenue	Observations terrain						
			Description Sol	Altitude (m)	Topographie	Pluviométrie (mm/an)	Mode d'occupation	Coordonnées (UTM) X	Coordonnées (UTM) Y
Marigot ViFi	H^1b-Pa	Sols brun-rouille à halloysite	Sol argileux de coloration brun-rouille, avec des débris de ponces altérées	150	versant doucement pentu à pentu	2800	c. vivrières	710338	1638463
Trinité Ca2	Abg	Ferrisols	Sol argileux, brunâtre, compact, avec des débris rocheux altérés	5	plaine alluviale presque horizontale	1900	canne	720525	1627875
Trinité Ba	Acg	Ferrisols	Sol argileux, brunâtre, compact, avec des débris rocheux altérés	6	plaine alluviale presque horizontale	1900	bananeraie	719875	1627850
Trinité Ca3	Ga	Ferrisols	Sol argileux, rouge, compact	55	versant modérément escarpé	2000	canne	719900	1627125
Lamentin P1	Gc	Ferrisols	Sol argileux, brun rougeâtre, compact	31	versant doucement pentu	2100	prairie	717500	1618975
Lamentin P2	Gc	Ferrisols	Sol argileux, brun rougeâtre, compact	20	versant doucement pentu	2100	prairie	717575	1618950
Lamentin Ca1	Abw	Ferrisols	Sol argileux, brunâtre, compact, avec des débris rocheux altérés	10	plaine alluviale en faible pente	2100	canne	717475	1617325
Lamentin Ca2	Abw	Ferrisols	Sol argileux, brunâtre, compact, avec des débris rocheux altérés	10	plaine alluviale en faible pente	2100	canne	717625	1617375
Lamentin Ca3	Ac	Ferrisols	Sol argileux, brunâtre, compact, avec des débris rocheux altérés	5	plaine alluviale en faible pente	2000	canne	716650	1614113
Lamentin Ba	Gc-Gi	Ferrisols	Sol argileux, brun rougeâtre, compact	120	versant doucement pentu	2100	bananeraie	711613	1619200
Lamentin Ca4	Gd	Ferrisols	Sol argileux, brun rougeâtre, compact	110	versant doucement pentu	2100	canne	711775	1619088
St Esprit Ba	Gh	Ferrisols	Sol argileux, rouge, compact	70	versant doucement pentu à pentu	1800	bananeraie	723085	1609455
St Esprit F	Gd	Ferrisols	Sol argileux, rouge, compact	70	versant modérément escarpé	1800	forêt	723105	1609135
Rivière-Pilote Ca1	Gd	Ferrisols	Sol argileux, brun rougeâtre, compact	30	plaine alluviale en faible pente	1950	canne	725650	1603913
Rivière Salée Ca	Vpt	Vertisols	Sol argileux, foncé en surface, beige en profondeur, avec fentes de retrait (présence de montmorillonite)	40	plaine alluviale en faible pente	1700	canne	718313	1605300
Rivière Salée P1	Vm	Vertisols	Sol argileux, foncé en surface, beige en profondeur, grumeleux, avec fentes de retrait	31	plaine alluviale en faible pente	1700	prairie	718138	1605330
Rivière Salée P2	Vpt	Vertisols	Sol argileux, foncé en surface, beige en profondeur, grumeleux, avec fentes de retrait	25	plaine alluviale en faible pente	1700	prairie	718213	1605468
Ste Luce Ca1	Aag	Vertisols	Sol argileux, grisâtre, avec fentes de retrait en surface, engorgé en profondeur	5	plaine alluviale en faible pente	1450	canne	718700	1601500
Ste Luce P	Vm	Vertisols	Sol argileux, noir, de 40 cm d'épaisseur, avec fentes de retrait (présence de montmorillonite)	35	versant doucement pentu	1450	prairie	717370	1602695
Ste Luce Ca2	V^2mw	Vertisols	Sol argileux, foncé en surface, beige en profondeur, de 50 cm d'épaisseur, riche en graviers, avec fentes de retrait	38	versant doucement pentu	1450	canne	717458	1602845
Ste Anne Mami	Vmct	Vertisols	Sol argileux, foncé en surface, beige en profondeur, avec fentes de retrait (présence de montmorillonite)	35	plaine alluviale en faible pente	1300	c.maraîchères	729800	1596870
Ste Anne P1	Vc	Vertisols	Sol argileux, noir, de 40 cm d'épaisseur, avec fentes de retrait (présence de montmorillonite)	80	versant doucement pentu	1300	prairie	730150	1596705
Ste Anne P2	Vpt	Vertisols	Sol argileux, foncé en surface, beige en profondeur, avec fentes de retrait (présence de montmorillonite)	25	versant doucement pentu	1300	prairie	729780	1596460
Ste Anne Ba	V^2mt	Vertisols	Sol argileux, foncé en surface, beige en profondeur, avec fentes de retrait (présence de montmorillonite)	25	plaine alluviale en faible pente	1200	bananeraie	730905	1595545
Ste Anne MaFi1	V^3cpt	Vertisols	Sol argileux, foncé en surface, beige en profondeur, avec fentes de retrait (présence de montmorillonite)	25	plaine alluviale en faible pente	1200	c.maraîchères	730795	1595430

Annexes I
Caractères généraux des parcelles étudiées

Echantillons	Classification Colmet-Daage	Classification retenue	Observations terrain						
			Description Sol	Altitude (m)	Topographie	Pluviométrie (mm/an)	Mode d'occupation	Coordonnées (UTM) X	Coordonnées (UTM) Y
Ste Anne F1	Vmt	Vertisols	Sol argileux, foncé en surface, beige en profondeur, grumeleux,	40	versant doucement pentu	1200	forêt	731038	1595805
Ste Anne P3	Vp	Vertisols	Sol argileux, foncé en surface, beige en profondeur, grumeleux, avec fentes de retrait	40	versant doucement pentu	1250	prairie	730200	1595758
Marin P1	V^3m-Vm	Vertisols calciques	Sol argileux, noir, riche en débris calcaires, avec fentes de retrait (présence de montmorillonite)	55	versant doucement pentu	1400	prairie	728713	1601875
Marin P2	V^3m-Nmc	Vertisols calciques	Sol argileux, noir, riche en débris calcaires, avec fentes de retrait (présence de montmorillonite)	35	versant doucement pentu	1400	prairie	728875	1601788
Marin F	V^3m-Vm	Vertisols calciques	Sol argileux, noir, grumeleux, riche en débris calcaires	40	versant doucement pentu	1400	forêt	728913	1601863
Marin P3	V^3m-Nmc	Vertisols calciques	Sol argileux, noir, riche en débris calcaires, avec fentes de retrait (présence de montmorillonite)	65	versant doucement pentu à pentu	1400	prairie	728775	1601600
Ste Anne MaFi2	V^cds	Vertisols calciques	Sol argileux foncé, riche en débris calcaires, avec fentes de retrait	25	versant doucement pentu	1250	c.maraîchères	727380	1594833
Ste Anne F2	V^{2c}tcs	Vertisols calciques	Sol argileux, foncé en surface, beige en profondeur, grumeleux, riche en débris calcaire	15	versant doucement pentu	1250	forêt	727250	1594863
Ste Anne F3	V^cds	Vertisols calciques	Sol argileux, foncé en surface, beige en profondeur, grumeleux, riche en débris calcaire	25	versant doucement pentu	1250	forêt	727463	1594725
Trinité Ca1	Ib-Ga	Sols rouges à montmorillonite	Sol argileux, rouge, compact, avec fentes de retrait (présence de montmorillonite)	17	versant doucement pentu à pentu	1900	canne	720875	1631325
Trinité P	Ib	Sols rouges à montmorillonite	Sol argileux, brun rougeâtre, compact, avec de fentes de retrait (présence de montmorillonite)	10	versant doucement pentu à pentu	1800	prairie	722150	1632100
François Mami	N-Id/Vmct	Sols rouges à montmorillonite	Sol argileux, brunâtre, compact, avec fentes de retrait (présence de montmorillonite)	40	versant doucement pentu à pentu	1500	c.maraîchères	727655	1613075
François Ba	N-Id/Vmt	Sols rouges à montmorillonite	Sol argileux, brunâtre, compact, avec fentes de retrait (présence de montmorillonite)	10	versant doucement pentu à pentu	1500	bananeraie	727828	1613078
Rivière-Pilote Ca2	Ib	Sols rouges à montmorillonite	Sol argileux, brun rougeâtre, compact, avec fentes de retrait (présence de montmorillonite)	30	plaine alluviale doucement pentu	1950	canne	725200	1604205
Bellefontaine P	Af	Sols à alluvions sableuses	Sol sablo-argileux, constitué de lits alternés de sable et de cailloux	40	plaine alluviale en faible pente	1200	prairie	698788	1622513
Bellefontaine Mami	Af	Sols à alluvions sableuses	Sol sablo-argileux, constitué de lits alternés de sable et de cailloux	40	plaine alluviale en faible pente	1200	c.maraîchères	698675	1622520

Annexes II
Caractères généraux des parcelles répertoriées dans la bibliographie

Echantillons	Classification Colmet-Daage		Classification retenue	Origines	Observations terrain				
	Faciès	Description Sol			Altitude (m)	Pluviométrie (mm/an)	Mode d'occupation	Coordonnées (UTM) X	Coordonnées (UTM) Y
Urion 1	Pc-H^{c}a	Sol sableux à argilo-sableux à halloysite, faiblement allophanique	Sols jeunes à allophanes	Venkatapen, 1999	510	3800	maraîchage	701525	1626238
Bernadette	Pc-H^{c}a	Sol sableux à argilo-sableux à halloysite, faiblement allophanique	Sols jeunes à allophanes	Venkatapen, 1999	510	3800	forêt	701582	1626377
Fontaine Didier	H^{k}b	Sol argilo-limoneux à halloysite, de coloration brun-rouille, relativement léger	Sols jeunes à allophanes	Venkatapen, 1999	260	2800	forêt	704963	1621938
FP2	P^{2c}ah	Sol sableux, faiblement allophanique	Sols jeunes à allophanes	Sels, 1999	150	3000	forêt	703525	1641013
Natível 3	Pb-H^{c}b	Sol sableux à argilo-sableux à halloysite, faiblement allophanique	Sols jeunes à allophanes	Natível, 1980	514	4000	prairie	700038	1625400
Natível 4	Pf	Sol sablo-limoneux à allophane, bien humifère, souvent spongieux, totalement désaturés en bases échangeables	Sols jeunes à allophanes	Natível, 1980	650	6000	prairie	704350	1628000
Natível 5	Pf	Sol sablo-limoneux à allophane, bien humifère, souvent spongieux, totalement désaturés en bases échangeables	Sols jeunes à allophanes	Natível, 1980	650	6000	forêt	704450	1628050
Eden-An	Pb	Sol sableux, faiblement allophanique	Sols jeunes à allophanes	Rhino, 1985	360	3300	ananas	701800	1638263
Eden-Ba	Pb	Sol sableux, faiblement allophanique	Sols jeunes à allophanes	Rhino, 1985	330	3300	bananeraie	701975	1638313
Bellevue-Ca	P^{3c}ak	Sol sableux, faiblement allophanique	Sols jeunes à allophanes	Rhino, 1985	210	3000	canne	699263	1643313
MR 52	Pc	Sol sableux, faiblement allophanique	Sols jeunes à allophanes	Colmet et al., 1970	460	5000	prairie	700900	1634480
S1	Hkb/Pc	Sol sablo-argileux, de coloration brun-rouille, riche ponces altérée, onctueux au toucher	Sols jeunes à allophanes	Colmet et al., 1970	500	2800	forêt	703800	1622370
S2	Hkb/Pc	Sol sablo-argileux, de coloration brun-rouille, riche ponces altérée, onctueux au toucher	Sols jeunes à allophanes	Colmet et al., 1970	600	3000	forêt	703750	1622940
SM 25	Pd	Sol sableux, onctueux au toucher, de 50 à 60 cm d'épaisseur, riche en ponces	Sols jeunes à allophanes	Colmet et al., 1970	550	4000	prairie	707200	1635380
Profil 74	J^{3c}	Sol sableux, riche en ponces	Sols jeunes à allophanes	Colmet et al., 1970	175	2000	canne	696340	1644430
Profil 6.121	P^{3vi}bh	Sol sableux, de 50 à 60 cm d'épaisseur, riche en ponces	Sols jeunes à allophanes	Colmet et al., 1970	400	3500	ananas	699460	1636270
Reculée1	Tb	Sol à allophane, déjà bien onctueux, à faible déssèchement temporaire de surface	Andosols sur tufs	Eschenbrener, non publié	350	3000	forêt	710205	1634375
Reculée2	Tb	Sol à allophane, déjà bien onctueux, à faible déssèchement temporaire de surface	Andosols sur tufs	Eschenbrener, non publié	350	3000	sylviculture	710038	1634975
Reculée3	Tb	Sol à allophane, déjà bien onctueux, à faible déssèchement temporaire de surface	Andosols sur tufs	Eschenbrener, non publié	350	3000	sylviculture	709725	1634188
Reculée4	Tb	Sol à allophane, déjà bien onctueux, à faible déssèchement temporaire de surface	Andosols sur tufs	Eschenbrener, non publié	350	3000	canne	710570	1634213
Reculée5	Tb	Sol à allophane, déjà bien onctueux, à faible déssèchement temporaire de surface	Andosols sur tufs	Eschenbrener, non publié	350	3000	vivrier	710700	1634405
Reculée6	Tb	Sol à allophane, déjà bien onctueux, à faible déssèchement temporaire de surface	Andosols sur tufs	Eschenbrener, non publié	350	3000	prairie	710725	1634430
Reculée7	Tb	Sol à allophane, déjà bien onctueux, à faible déssèchement temporaire de surface	Andosols sur tufs	Eschenbrener, non publié	350	3000	bananeraie	711330	1634250
FP1	Tc	Sol limoneux à allophane, bien onctueux, savonneux, généralement pauvre en bases échangeables	Andosols sur tufs	Sels, 1999	340	3000	forêt	710213	1634375
NPG1	Ta-H^{c}c	Sol argilo-limoneux à halloysite, allophanique en profondeur	Andosols sur tufs	Cocu, 1999	190	2700	prairie	716125	1625125
A1TN	Tb	Sol à allophane, déjà bien onctueux, à faible déssèchement temporaire de surface	Andosols sur tufs	Chevignard, 1985	100	2950	forêt	713338	1624875
A3TN	Tb	Sol limoneux à allophane, bien onctueux, savonneux, généralement pauvre en bases échangeables	Andosols sur tufs	Chevignard, 1985	350	3200	forêt	707375	1623750

Annexes II
Caractères généraux des parcelles répertoriées dans la bibliographie

Echantillons	Classification Colmet-Daage		Classification retenue	Origines	Observations terrain				
	Faciès	Description Sol			Altitude (m)	Pluviométrie (mm/an)	Mode d'occupation	Coordonnées (UTM) X	Coordonnées (UTM) Y
Concorde-Avoc	Ta-H^{s}c	Sol argilo-limoneux à halloysite, allophanique en profondeur	Andosols sur tufs	Rhino, 1985	60	2700	verger	714738	1632725
Concorde-Ba	Ta-H^{s}c	Sol argilo-limoneux à halloysite, allophanique en profondeur	Andosols sur tufs	Rhino, 1985	40	2700	bananeraie	714913	1632700
Pecoul-An	J^{2v}k	Sol sableux, appauvris en bases échangeables	Sols jeunes sur cendres	Rhino, 1985	80	3000	ananas	704163	1643525
Chalvet-An	J^{4e}l	Sol sableux, appauvris en bases échangeables	Sols jeunes sur cendres	Rhino, 1985	70	3000	ananas	704575	1643063
Pecoul-Ba	J^{2v}	Sol sableux, appauvris en bases échangeables	Sols jeunes sur cendres	Rhino, 1985	60	3000	bananeraie	704000	1642875
Jachère	J^{s}h	Sol sableux, gris-blanchatre, pauver en matières organiques, avec quelques graviers ponceux (cendres très récentes et très fines)	Sols jeunes sur cendres	Oudin, 1985	20	1200	prairie	691200	1636300
III	J^{s}h	Sol sableux, gris-blanchatre, pauver en matières organiques, avec quelques graviers ponceux (cendres très récentes et très fines)	Sols jeunes sur cendres	Oudin, 1985	30	1200	maraîchage	691250	1636325
IV	J^{s}h	Sol sableux, gris-blanchatre, pauver en matières organiques, avec quelques graviers ponceux (cendres très récentes et très fines)	Sols jeunes sur cendres	Oudin, 1985	30	1200	maraîchage	691275	1636350
Pépinière	J^{s}h	Sol sableux, gris-blanchatre, pauver en matières organiques, avec quelques graviers ponceux (cendres très récentes et très fines)	Sols jeunes sur cendres	Oudin, 1985	20	1200	forêt	691225	1636275
S 14	H^{c}l	Sol sableux à halloysite, avec présence d'un peu de montmorillonite	Sols jeunes sur cendres	Colmet et al., 1970	170	1200	c. vivrière	696950	1624430
S 15	H^{c}l	Sol sableux à halloysite, avec présence d'un peu de montmorillonite	Sols jeunes sur cendres	Colmet et al., 1970	120	1200	prairie	696650	1624170
S 28	Jdk	Sol sableux, riche en ponces	Sols jeunes sur cendres	Colmet et al., 1970	180	2060	bananeraie	697320	1628000
S 29	Jd	Sol sableux, riche en ponces	Sols jeunes sur cendres	Colmet et al., 1970	130	2060	bananeraie	696940	1628160
S 47	Jh	Sol sableux, riche en ponces	Sols jeunes sur cendres	Colmet et al., 1970	250	2000	prairie	698620	1630240
Profil 71	J^{2v}kf	Sol sableux, riche en ponces	Sols jeunes sur cendres	Colmet et al., 1970	30	2400	canne	705130	1640860
Profil 83	Jd	Sol sableux, riche en ponces	Sols jeunes sur cendres	Colmet et al., 1970	130	1300	canne	696490	1626660
Profil 86	H^{c}ajd	Sol sablo-argileux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols jeunes sur cendres	Colmet et al., 1970	180	1300	canne	696560	1626760
Profil 87	Jd	Sol sableux, riche en ponces	Sols jeunes sur cendres	Colmet et al., 1970	150	1300	canne	696820	1630790
Lacroix 1	H^{c}a	Sol argilo-sableux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	230	2300	bananeraie	697925	1628775
Lacroix 2	H^{c}a	Sol argilo-sableux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	230	2300	c. vivrière	697850	1628750
Habitation Lajus	H^{c}a	Sol argilo-sableux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	140	1100	jachère	696550	1626575
Godinot	H^{c}aj	Sol argilo-sableux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	230	2350	canne	697513	1626900
Lafayette	H^{c}l	Sol sableux à halloysite, avec présence d'un peu de montmorillonite	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	180	1350	maraîchage	697088	1624463
Mne Vert	H^{c}a/H^{c}aj	Sol argilo-sableux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	380	2800	Jachère	699600	1626538
L'Entonnoir	H^{c}a	Sol argilo-sableux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	570	2900	jachère	700575	1624613
Mne Covin	H^{c}a	Sol argilo-sableux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	620	3100	maraîchage	700688	1624225
Micolo	H^{c}aj	Sol argilo-sableux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	450	2100	jachère	699500	1623638
La Discorde	H^{k}a	Sol argileux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	520	2600	c. vivrière	701600	1622450
Morne Rose	H^{k}a	Sol argileux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	580	2900	forêt	701763	1622913
Morne des Bretons 1	H^{k}a	Sol argileux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	440	2600	maraîchage	703238	1621138
Morne des Bretons 2	H^{k}a	Sol argileux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	460	2600	forêt	703100	1621150
Morne des Bretons 3	H^{k}b	Sol argileux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	430	2600	jachère	702988	1620938
La Démarche	H^{k}a/H^{k}m	Sol argileux à halloysite, avec présence de montmorillonite	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	340	2500	jachère	703200	1620313

Annexes II
Caractères généraux des parcelles répertoriées dans la bibliographie

Echantillons	Classification Colmet-Daage		Classification retenue	Origines	Observations terrain				
	Faciès	Description Sol			Altitude (m)	Pluviométrie (mm/an)	Mode d'occupation	Coordonnées (UTM) X	Coordonnées (UTM) Y
Barème 1	H^{s}b	Sol argilo-limoneux à halloysite, de coloration brun-rouille, relativement léger	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	300	2700	jachère	706450	1621088
Barème 2	H^{s}b	Sol argilo-limoneux à halloysite, de coloration brun-rouille, relativement léger	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	350	2700	forêt	706075	1621213
Rivière L'Or	H^{s}c	Sol limoneux à halloysite, de coloration brun-rouille, allophanique en profondeur	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	250	2500	forêt	708075	1621775
Hon Rivière Monsieur	G-H^{s}a	Sol argileux à halloysite et kaolinite, de coloration brun-rouille, compact	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	160	2300	bananeraie	709900	1620875
L'Etang	H^{s}a	Sol argileux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	180	2300	bananeraie	710538	1620850
rte Bélème	H^{s}a	Sol argileux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	150	2300	jachère	712900	1622313
Hon Rivière Lézarde 1	H^{s}a	Sol argileux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	80	2200	bananeraie	714938	1621750
Hon Rivière Lézarde 2	H^{s}a	Sol argileux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	60	2200	verger	715088	1621763
Montéol	H^{s}a	Sol argileux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	70	2200	bananeraie	716600	1620950
Pelletier	H^{s}b/Gc-H^{s}a	Sol argileux à halloysite et kaolinite, de coloration brun-rouille, compact	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	80	2200	canne	716813	1621438
Becouya	H^{s}b	Sol argilo-limoneux à halloysite, de coloration brun-rouille, relativement léger	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	95	2200	jachère	716438	1621700
Désirade	H^{s}a	Sol argileux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	25	2200	bananeraie	715550	1622125
Plaisance	H^{s}a	Sol argileux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	70	2200	jachère	715775	1622663
La Tracée	H^{s}b	Sol argilo-limoneux à halloysite, de coloration brun-rouille, relativement léger	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	70	2100	jardin créole	716838	1627125
Dominant	H^{s}a	Sol argileux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	220	2100	forêt	717275	1626250
Café	H^{s}b	Sol argilo-limoneux à halloysite, de coloration brun-rouille, relativement léger	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	150	2000	bananeraie	719300	1626013
Duferret	H^{s}a-Gd	Sol argileux à halloysite et kaolinite, de coloration brun-rouille, compact	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	70	2300	canne	718038	1629275
Brin d'Amour	H^{s}a	Sol argilo-limoneux à halloysite, de coloration brun-rouille, relativement léger	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	120	2300	canne	717700	1629588
Foyer St Joseph	H^{s}b	Sol argilo-limoneux à halloysite, de coloration brun-rouille, relativement léger	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	170	2100	forêt	717563	1630513
Ressource	H^{s}a	Sol argileux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	50	2300	bananeraie	716813	1629400
Bocage	H^{s}a	Sol argileux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	130	2100	bananeraie	717488	1631600
Belle Etoile	H^{s}a	Sol argileux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	80	2000	jachère	716325	1633888
Hauts St Jacques	H^{s}a	Sol argileux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	80	2000	canne	714363	1636138
Rivière St Jacques	H^{s}b	Sol argilo-limoneux à halloysite, de coloration brun-rouille, relativement léger	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	60	2000	jachère	713063	1636313
La Philippe	H^{s}b	Sol argilo-limoneux à halloysite, de coloration brun-rouille, relativement léger	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	50	2000	forêt	714275	1637338
Morne Tringle 1	H^{s}b	Sol argilo-limoneux à halloysite, de coloration brun-rouille, relativement léger	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	80	2000	maraîchage	712988	1637163
Morne Tringle 2	H^{s}b	Sol argilo-limoneux à halloysite, de coloration brun-rouille, relativement léger	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	90	2000	bananeraie	712975	1637075
Hon Charpentier	H^{s}a	Sol argileux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	20	2000	bananeraie	712113	1637650
Hon Bellevue 1	H^{s}a	Sol argileux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	160	2100	verger	711775	1638363
Hon Bellevue 2	H^{s}a	Sol argileux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	170	2100	verger	711700	1638288
La Pointe	H^{l}jj	Sol sableux à halloysite	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	40	2000	jachère	711213	1640125
Bas Carabin	H^{l}c	Sol limoneux à halloysite, de transition vers les sols à allophane	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	60	2500	bananeraie	709350	1637875

Annexes II
Caractères généraux des parcelles répertoriées dans la bibliographie

Echantillons	Classification Colmet-Daage		Classification retenue	Origines	Observations terrain				
	Faciès	Description Sol			Altitude (m)	Pluviométrie (mm/an)	Mode d'occupation	Coordonnées (UTM) X	Coordonnées (UTM) Y
Le Vallon	$H^{h}b$	Sol limoneux à halloysite	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	120	2300	c. virière	709300	1639475
Chéneau	$H^{l}a$	Sol limono-argileux à argilo-sableux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	80	2300	bananeraie	708488	1640125
Durocher	$H^{l}aj$	Sol argilo-sableux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	60	2300	bananeraie	707713	1641425
Assier	$H^{l}a$	Sol limono-argileux à argilo-sableux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	90	2300	bananeraie	706788	1641013
Rivière Claire	$H^{h}b$	Sol limoneux à halloysite	Sols brun-rouille à halloysite	Venkatapen, 1999	50	2300	bananeraie	705975	1641188
FP16/NPG16	$H^{s}a$	Sol argileux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Sels/Cocu, 1999	30	2200	bananeraie	714975	1621725
Nativel 2	$H^{e}b$	Sol brun à halloysite	Sols brun-rouille à halloysite	Nativel, 1980	300	2500	prairie	699913	1623000
B1TN	$H^{s}b$	Sol argilo-limoneux à halloysite, de coloration brun-rouille, relativement léger	Sols brun-rouille à halloysite	Chevignard, 1985	50	2150	forêt	713925	1634925
Ponterre 1	$H^{s}a$	Sol argileux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Khamsouk, 2003		2100	bananeraie	715188	1621650
Derrière Morne 3	$H^{s}a$	Sol argileux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Khamsouk, 2003		2100	bananeraie	714800	1621575
Derrière Morne 2	$H^{s}a$	Sol argileux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Khamsouk, 2003		2100	bananeraie	714700	1621563
S5	$H^{k}b$	Sol argileux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Colmet et al., 1970	300	2200	prairie	703320	1620360
S6	$H^{k}m$	Sol argileux à halloysite, avec présence de montmorillonite	Sols brun-rouille à halloysite	Colmet et al., 1970	270	1900	prairie	702780	1619450
S12	$H^{k}a$	Sol argileux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Colmet et al., 1970	400	2600	prairie	704230	1621270
S16	$H^{s}a$	Sol argilo-sableux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Colmet et al., 1970	340	2000	prairie	698760	1625640
S17	$H^{c}aj$	Sol argilo-sableux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Colmet et al., 1970	40	2000	prairie	699250	1626190
S18	$H^{k}c$	Sol limoneux à halloysite, de coloration brun-rouille, allophanique en profondeur	Sols brun-rouille à halloysite	Colmet et al., 1970	260	2000	prairie	699220	1622060
S20	$H^{k}a$	Sol argileux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Colmet et al., 1970	420	2500	canne	701030	1621740
S21	$H^{k}m$-J	Sol argileux à halloysite, avec présence de montmorillonite	Sols brun-rouille à halloysite	Colmet et al., 1970	250	2000	prairie	700300	1621340
S23	$H^{k}m$	Sol argileux à halloysite, avec présence de montmorillonite	Sols brun-rouille à halloysite	Colmet et al., 1970	250	2000	jardin créole	701740	1621540
Profil 46	$H^{s}a$	Sol argileux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Colmet et al., 1970	40	2200	canne	714810	1636170
Profil 61	$H^{l}ajj$	Sol argilo-sableux à halloysite, de coloration brun-rouille	Sols brun-rouille à halloysite	Colmet et al., 1970	30	2300	canne	710230	1640780
Profil 62	$H^{h}b$	Sol limoneux à halloysite	Sols brun-rouille à halloysite	Colmet et al., 1970	30	2300	prairie	707530	1640050
LEZ 1	Gc	Sol argileux à kaolinite, brun foncé, compact	Ferrisols	Boyer, 1985	100	2100	canne	716975	1617588
LEZ 2	Gc	Sol argileux à kaolinite, brun foncé, compact	Ferrisols	Boyer, 1985	120	2100	bananeraie	716975	1617725
NGP9	Gc	Sol argileux à kaolinite, brun foncé, compact	Ferrisols	Sels/Cocu, 1999	30	2000	bananeraie	716000	1619500
NGP15	Gc	Sol argileux à kaolinite, brun foncé, compact	Ferrisols	Sels/Cocu, 1999	210	2000	bananeraie	719000	1616000
NGP12	Gc	Sol argileux à kaolinite, brun foncé, compact	Ferrisols	Sels/Cocu, 1999	100	2000	bananeraie	714625	1621000
Galion	Ga	Sol argileux à kaolinite, compact	Ferrisols	Kouakoua, 1994	120	1800	canne	717675	1627925
Fi6	Ga	Sol argileux à kaolinite, compact	Ferrisols	Feller, 1994	120	1800	canne	717675	1627925
Ferrisol maraich	Gc	Sol argileux à kaolinite, brun foncé, compact	Ferrisols	Albrecht et al., 1992b	230	2400	maraîchage	718188	1617100
Ferrisol prairie	Id	Sol rouge à kaolinite, compact, avec présence de montmorillonite en profondeur	Ferrisols	Albrecht et al., 1992b	40	2000	prairie	720325	1612200
F1TN	Ga	Sol argileux à kaolinite, compact	Ferrisols	Chevignard, 1985	15	1800	prairie	720250	1628175
F2TN	In-b	Sol brun rougeatre foncé à kaolinite, compact, avec des débris de roches dans le profil et présence de montmorillonite en profondeur	Ferrisols	Chevignard, 1985	140	2150	canne	725775	1604813
F-Sa	Id	Sol rouge à kaolinite, compact, avec présence de montmorillonite en profondeur	Ferrisols	Tyburn, 1986	30	1800	prairie	720413	1612388
F-MaFi	Gc	Sol argileux à kaolinite, brun foncé, compact	Ferrisols	Tyburn, 1986	230	2300	maraîchage	718188	1617100

Annexes II
Caractères généraux des parcelles répertoriées dans la bibliographie

Echantillons	Classification Colmet-Daage		Classification retenue	Origines	Observations terrain				
	Faciès	Description Sol			Altitude (m)	Pluviométrie (mm/an)	Mode d'occupation	Coordonnées (UTM) X	Y
F-Mami	Id	Sol rouge à kaolinite, compact, avec présence de montmorillonite en profondeur	Ferrisols	Tyburn, 1986	30	1800	maraîchage	720050	1614138
F-Mafi	Gd	Sol rougeatre à kaolinite, compact	Ferrisols	Tyburn, 1986	50	2000	maraîchage	721525	1612875
Profil 91	Gp	Sol argileux, brun rougeatre, compact	Ferrisols	Colmet et al., 1970	30	2000	canne	715310	1614060
Profil 107	Gc	Sol argileux, brun rougeatre, compact	Ferrisols	Colmet et al., 1970	25	2000	prairie	716450	1614230
B 2 1976	V^3pt	Sol argileux à montmorillonite, se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	SECI, 1976	20	1300	prairie	729175	1597000
C 1 1981	V^3pt	Sol argileux à montmorillonite, se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	SECI, 1981	10	1300	prairie	729125	1596925
E 1 1981	Vmc	Sol argileux à montmorillonite, moyen (40 à 70 cm de profondeur) se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	SECI, 1981	30	1300	maraîchage	729100	1596950
B 1 1982	V^3pt	Sol argileux à montmorillonite, se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	SECI, 1982	10	1300	maraîchage	729088	1596950
E 1 1982	Vmc	Sol argileux à montmorillonite, moyen (40 à 70 cm de profondeur) se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	SECI, 1982	30	1300	maraîchage	729100	1596950
I 3	V^3pt	Sol argileux à montmorillonite, se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Njoh Ellong,1984	10	1300	prairie	728950	1597125
I 4	V^3pt	Sol argileux à montmorillonite, se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Njoh Ellong,1984	10	1300	prairie	728900	1597075
B	Ib	Sol argileux à montmorillonite, brun rougeatre, compact	Vertisols	Njoh Ellong,1984	30	2100	prairie	722025	1615725
C	Ib	Sol argileux à montmorillonite, brun rougeatre, compact	Vertisols	Njoh Ellong,1984	40	2100	prairie	722025	1615700
P	Ib	Sol argileux à montmorillonite, brun rougeatre, compact	Vertisols	Njoh Ellong,1984	40	2100	prairie	722025	1615713
FMgNa	Vm	Sol argileux à montmorillonite, moyen (40 à 70 cm de profondeur) se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	LeFur, 1994	30	1300	forêt	728975	1598750
PMgNa	V^3pt	Sol argileux à montmorillonite, se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	LeFur, 1994	10	1300	prairie	728950	1597475
MMgNa	V^3pm	Sol argileux à montmorillonite, se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	LeFur, 1994	10	1300	maraîchage	728975	1597325
Fca	V^{cd}	Sol argileux à montmorillonite sur roche-mère calcaire, se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	LeFur, 1994	70	1300	forêt	727750	1595175
PMgNa(f)	V^{cd}m	Sol argileux à montmorillonite sur roche-mère calcaire, moyen (40 à 70 cm de profondeur) se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	LeFur, 1994	30	1300	prairie	727600	1595200
Pca	V^{3ct}p	Sol argileux à montmorillonite sur roche-mère calcaire, se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	LeFur, 1994	10	1300	prairie	727350	1595250

Annexes II
Caractères généraux des parcelles répertoriées dans la bibliographie

Echantillons	Classification Colmet-Daage		Classification retenue	Origines	Observations terrain				
	Faciès	Description Sol			Altitude (m)	Pluviométrie (mm/an)	Mode d'occupation	Coordonnées (UTM) X	Coordonnées (UTM) Y
Mcaall	Vmc	Sol argileux à montmorillonite, moyen (40 à 70 cm de profondeur) se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	LeFur, 1994	35	1300	maraîchage	730875	1602125
M3Ca	Vcs	Sol argileux à montmorillonite, court (20 à 40 cm de profondeur) se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	LeFur, 1994	20	1300	maraîchage	734950	1602850
FP3	V^3pt	Sol argileux à montmorillonite, se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Sels, 1999	10	1300	prairie	730600	1594225
ROSSI 1	V^3pm	Sol argileux à montmorillonite, se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Rossi, 1992	10	1300	prairie	728950	1597475
ROSSI 2	V^3pm	Sol argileux à montmorillonite, se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Rossi, 1992	10	1300	maraîchage	728975	1597325
Ve6	V^3p	Sol argileux à montmorillonite, se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Feller, 1994	10	1300	prairie	728063	1596775
Natível 1	Nc-H*b	Sol brun vertique	Vertisols	Natível, 1980	70	1200	prairie	698125	1622088
BV1H	Vcs	Sol argileux à montmorillonite, court (20 à 40 cm de profondeur) se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Saffache et al., 2000	220	1500	forêt	726100	1599900
BV1C	Vcs	Sol argileux à montmorillonite, court (20 à 40 cm de profondeur) se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Saffache et al., 2000	210	1500	forêt	727250	1600775
BV2H	Vmc	Sol argileux à montmorillonite, moyen (40 à 70 cm de profondeur) se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Saffache et al., 2000	100	1300	forêt	730888	1602100
BV2C	Vm	Sol argileux à montmorillonite, moyen (40 à 70 cm de profondeur) se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Saffache et al., 2000	60	1300	prairie	730175	1601788
BV2B	Vm	Sol argileux à montmorillonite, moyen (40 à 70 cm de profondeur) se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Saffache et al., 2000	30	1300	prairie	729000	1601000
BV3H	Vcs	Sol argileux à montmorillonite, court (20 à 40 cm de profondeur) se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Saffache et al., 2000	80	1300	forêt	731675	1601400
BV3C	Vc	Sol argileux à montmorillonite, court (20 à 40 cm de profondeur) se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Saffache et al., 2000	40	1300	prairie	731188	1601175
BV3B	Vpmt	Sol argileux à montmorillonite, se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Saffache et al., 2000	20	1300	prairie	730525	1600600
BV4H	Vcs	Sol argileux à montmorillonite, court (20 à 40 cm de profondeur) se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Saffache et al., 2000	30	1300	prairie	730625	1597875

Annexes II
Caractères généraux des parcelles répertoriées dans la bibliographie

Echantillons	Classification Colmet-Daage		Classification retenue	Origines	Observations terrain				
	Faciès	Description Sol			Altitude (m)	Pluviométrie (mm/an)	Mode d'occupation	Coordonnées (UTM) X	Coordonnées (UTM) Y
BV4C	Vcs	Sol argileux à montmorillonite, court (20 à 40 cm de profondeur) se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Saffache et al., 2000	20	1300	prairie	730075	1598450
BV4B	Dgg	Marécage à herbacées	Vertisols	Saffache et al., 2000	5	1300	prairie	729925	1599050
BV5H	Vmc	Sol argileux à montmorillonite, moyen (40 à 70 cm de profondeur) se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Saffache et al., 2000	30	1300	prairie	729838	1596750
BV5C	Vmt	Sol argileux à montmorillonite, moyen (40 à 70 cm de profondeur) se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Saffache et al., 2000	20	1300	prairie	729075	1597250
BV5B	Dgg	Marécage à herbacées	Vertisols	Saffache et al., 2000	5	1300	prairie	729050	1598025
Vertisol maraich	V^3pt	Sol argileux à montmorillonite, se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Albrecht et al., 1992b	10	1300	maraîchage	728900	1597150
Vertisol prairie	V^3pt	Sol argileux à montmorillonite, se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Albrecht et al., 1992b	10	1300	prairie	729025	1597125
GP	V^3pt	Sol argileux à montmorillonite, se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Castiglione, 1996	10	1300	prairie	728900	1597075
V-Sa Ja	Vm	Sol argileux à montmorillonite, moyen (40 à 70 cm de profondeur) se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Tyburn, 1986	50	1300	prairie	730313	1595688
V-PraFi Pr7	V^3pt	Sol argileux à montmorillonite, se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Tyburn, 1986	10	1300	prairie	728938	1597388
V-Prami Pr10	V^cm	Sol argileux à montmorillonite sur roche-mère calcaire, moyen (40 à 70 cm de profondeur) se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Tyburn, 1986	30	1300	prairie	732663	1604575
V-Prafi Pr10	Avpw	Sol argileux à montmorillonite, se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Tyburn, 1986	10	1300	prairie	733100	1604375
V-Prn1 JP10	Vpm	Sol argileux à montmorillonite, se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Tyburn, 1986	10	1300	prairie	729250	1596825
V-Prn2 JP15	Vs	Sol argileux à montmorillonite, court (20 à 40 cm de profondeur) se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Tyburn, 1986	10	1300	prairie	733713	1597638
V-MaFi M10	V^3pt	Sol argileux à montmorillonite, se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Tyburn, 1986	10	1300	maraîchage	729050	1596938
V-Mami M10	$V^{3c}pt$	Sol argileux à montmorillonite sur roche-mère calcaire, se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Tyburn, 1986	30	1300	maraîchage	730788	1595500
V-Mafi M10	Vmc	Sol argileux à montmorillonite, moyen (40 à 70 cm de profondeur) se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Tyburn, 1986	30	1300	maraîchage	729425	1598275

Annexes II
Caractères généraux des parcelles répertoriées dans la bibliographie

Echantillons	Classification Colmet-Daage		Classification retenue	Origines	Observations terrain				
	Faciès	Description Sol			Altitude (m)	Pluviométrie (mm/an)	Mode d'occupation	Coordonnées (UTM) X	Coordonnées (UTM) Y
Mab 10.3 Ca	Vc	Sol argileux à montmorillonite, court (20 à 40 cm de profondeur) se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Kulesza, 1994	40	1300	maraîchage	732800	1607175
Mib 3.1 Ca	Vmc	Sol argileux à montmorillonite, moyen (40 à 70 cm de profondeur) se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Kulesza, 1994	10	1300	maraîchage	733238	1603925
Mib 6.2	V^2pt	Sol argileux à montmorillonite, se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Kulesza, 1994	30	1300	maraîchage	731563	1599425
Mib 21.2	V^3pt	Sol argileux à montmorillonite, se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Kulesza, 1994	10	1300	maraîchage	728975	1597188
J3	V^3pt	Sol argileux à montmorillonite, se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Kulesza, 1994	10	1300	prairie	729050	1597213
P3-GP	V^3pt	Sol argileux à montmorillonite, se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Kulesza, 1994	10	1300	prairie	728900	1597075
P16	V^3pm	Sol argileux à montmorillonite, se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Kulesza, 1994	10	1300	prairie	728750	1597275
Map 5.3	$V^{3c}pt$	Sol argileux à montmorillonite sur roche-mère calcaire, se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Kulesza, 1994	30	1300	maraîchage	730900	1595350
Mib 3.1	Vm	Sol argileux à montmorillonite, moyen (40 à 70 cm de profondeur) se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Kulesza, 1994	35	1300	maraîchage	730125	1594613
Mib 8.1	Vm	Sol argileux à montmorillonite, moyen (40 à 70 cm de profondeur) se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Kulesza, 1994	10	1300	maraîchage	729913	1594525
Maraîchage	Vmt	Sol argileux à montmorillonite, moyen (40 à 70 cm de profondeur) se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Duboisset, 1995	10	1300	maraîchage	728975	1597188
Prairie	V^3pt	Sol argileux à montmorillonite, se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Duboisset, 1995	10	1300	prairie	728750	1597275
T3	V^3pt	Sol argileux à montmorillonite, se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Chevallier, 1996	10	1300	prairie	729100	1596950
Y4	V^3pt	Sol argileux à montmorillonite, se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Chevallier, 2000	10	1300	prairie	729100	1596950
Y5	V^3pt	Sol argileux à montmorillonite, se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Chevallier, 2000	10	1300	prairie	729100	1596950
F 56	Vp	Sol argileux, foncé en surface, beige en profondeur, grumeleux, avec fentes de retrait	Vertisols	Colmet et al., 1970	5	1450	prairie	714340	1607260

Annexes II
Caractères généraux des parcelles répertoriées dans la bibliographie

Echantillons	Classification Colmet-Daage		Classification retenue	Origines	Observations terrain				
	Faciès	Description Sol			Altitude (m)	Pluviométrie (mm/an)	Mode d'occupation	Coordonnées (UTM) X	Coordonnées (UTM) Y
F 58	Vp	Sol argileux, foncé en surface, beige en profondeur, grumeleux, avec fentes de retrait	Vertisols	Colmet et al., 1970	10	1450	prairie	714080	1607200
F 100	Vm	Sol argileux, foncé en surface, beige en profondeur, grumeleux,	Vertisols	Colmet et al., 1970	25	1450	canne	713600	1606480
F 123	Vc	Sol argileux à montmorillonite, court (20 à 40 cm de profondeur) se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Colmet et al., 1970	45	1450	forêt	712160	1606500
F 153	Vc	Sol argileux à montmorillonite, court (20 à 40 cm de profondeur) se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Colmet et al., 1970	85	1800	canne	718640	1604580
F 193	Vm	Sol argileux, foncé en surface, beige en profondeur, grumeleux,	Vertisols	Colmet et al., 1970	18	1500	prairie	715620	1601940
F 605	Vs	Sol argileux à montmorillonite, court (moins de 20 cm de profondeur) se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Colmet et al., 1970	40	1260	forêt	712360	1601840
LF 17	K	Sol argileux, brun rougeatre, compact	Vertisols	Colmet et al., 1970	85	2170	prairie	712360	1620720
LF 37	Vpm	Sol argileux, foncé en surface, beige en profondeur, grumeleux,	Vertisols	Colmet et al., 1970	40	1500	prairie	711940	1616740
S 7	Vc	Sol argileux à montmorillonite, court (20 à 40 cm de profondeur) se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Colmet et al., 1970	120	1400	prairie	704670	1618270
S 8	Vc	Sol argileux à montmorillonite, court (20 à 40 cm de profondeur) se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Colmet et al., 1970	130	1400	prairie	703900	1618100
S 9	Ae	Alluvions argileuses à montmorillonite	Vertisols	Colmet et al., 1970	5	1600	prairie	704410	1617400
S 10	Aer	Alluvions argileuses à montmorillonite	Vertisols	Colmet et al., 1970	5	1600	prairie	704040	1616090
S 11	Vm	Sol argileux, foncé en surface, beige en profondeur, grumeleux,	Vertisols	Colmet et al., 1970	70	1600	prairie	704820	1617030
S 19	Vcs	Sol argileux à montmorillonite, court (20 à 40 cm de profondeur) se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Colmet et al., 1970	100	1300	prairie	698190	1621560
S 22	Vc (J)	Sol argileux à montmorillonite, court (20 à 40 cm de profondeur) se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Colmet et al., 1970	120	1600	forêt	699940	1620140
T 18	Vm	Sol argileux, foncé en surface, beige en profondeur, grumeleux,	Vertisols	Colmet et al., 1970	40	1450	forêt	731420	1601450
T 39	V't	Sol argileux à montmorillonite, court (20 à 40 cm de profondeur) se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Colmet et al., 1970	15	1000	prairie	730780	1597140
T 52	Vs	Sol argileux à montmorillonite, court (20 à 40 cm de profondeur) se rétractant fortement en période sèche, lourd, gras et adhérent en période humide	Vertisols	Colmet et al., 1970	58	1000	prairie	730310	1598520
Profil 10	Vm	Sol argileux, foncé en surface, beige en profondeur, grumeleux,	Vertisols	Colmet et al., 1970	30	1450	prairie	728800	1601820
Profil 20	Ab		Vertisols	Colmet et al., 1970	5	1500	bananeraie	729420	1613510
Profil 118	Avp	Alluvions argileuses à montmorillonite	Vertisols	Colmet et al., 1970	3	1500	canne	731220	1608820
Profil 125	N	Sol argileux, brunatre, compact, avec fentes de retrait (présence de montmorillonite)	Vertisols	Colmet et al., 1970	120	2000	verger	727430	1607380

Annexes II
Caractères généraux des parcelles répertoriées dans la bibliographie

Echantillons	Classification Colmet-Daage		Classification retenue	Origines	Observations terrain				
	Faciès	Description Sol			Altitude (m)	Pluviométrie (mm/an)	Mode d'occupation	Coordonnées (UTM) X	Y
IRAT	Gc	Sol argileux à kaolinite, brun foncé, compact	Sols rouges à montmorillonite	Boyer, 1985	230	2100	maraîchage	718188	1617100
SIM 1	Abw	Alluvions argileuses à kaolinite et monmorillonite	Sols rouges à montmorillonite	Boyer, 1985	5	1500	canne	729350	1613125
SIM 2	Aaw	Alluvions argileuses à montmorillonite	Sols rouges à montmorillonite	Boyer, 1985	5	1500	bananeraie	729400	1613275
LFR 1	Id-Vm	Sol argileux à montmorillonite, brun rougeatre, compact	Sols rouges à montmorillonite	Colmet et al., 1970	25	1500	canne	726380	1615580
LV 13	I-K	Sol argileux à montmorillonite, brun rougeatre, compact	Sols rouges à montmorillonite	Colmet et al., 1970	270	2500	jardin créole	726380	1606920
LV 14	A-In	Sol argileux à montmorillonite, brun rougeatre, compact	Sols rouges à montmorillonite	Colmet et al., 1970	25	2500	canne	727600	1605180
T 13	Kb-N	Sol argileux à montmorillonite, brun rougeatre, compact	Sols rouges à montmorillonite	Colmet et al., 1970	170	1490	jardin créole	731070	1603260
Profil 5	Acg	Alluvions argileuses à kaolinite et monmorillonite	Sols rouges à montmorillonite	Colmet et al., 1970	10	2000	canne	709770	1616260
Profil 6	Abww	Alluvions argileuses à kaolinite et monmorillonite	Sols rouges à montmorillonite	Colmet et al., 1970	2	2000	canne	709600	1615500

Annexes III
Compositions granulométriques des situations étudiées

Type de sol	Localités	Horizon (cm)	Granulométrie						
			Sables			Limons		Argiles	Elts grossiers
			(500-2000 µm)	(200-500 µm)	(50-200 µm)	(20-50 µm)	(2-20 µm)	(0-2 µm)	(> 2 mm)
Sols jeunes à allophanes	Macouba Ba	0_10	28,96	20,02	17,35	14,81	7,56	11,31	49,79
		10_20	28,70	19,70	15,57	13,45	10,07	12,52	52,53
		20_30	28,56	18,93	15,63	17,38	7,59	11,91	76,01
		30-40							78,14
		60-70							81,71
		90-100							
		0_10							55,47
		10_20							42,84
		20_30							50,19
		0_10							55,47
		10_20							51,59
		20_30							49,67
Sols jeunes à allophanes	Basse-Pointe Ba 1	0_10	24,52	16,94	17,99	10,22	17,76	12,58	39,08
		10_20	20,17	16,43	17,91	14,43	19,85	11,21	43,60
		20_30	25,40	16,80	15,43	13,74	16,92	11,70	48,55
		30-40							49,03
		60-70							62,18
		90-100							75,32
		0_10							33,53
		10_20							38,49
		20_30							41,64
		0_10							43,50
		10_20							47,82
		20_30							49,44
Sols jeunes à allophanes	Ajoupa-Bouillon P	0_10	20,47	22,56	24,06	11,11	12,11	9,69	38,44
		10_20	28,40	20,19	21,77	8,58	12,96	8,10	41,60
		20_30	21,47	22,26	23,14	12,50	12,65	7,99	32,12
		30-40							49,08
		60-70							88,92
		90-100							78,51
		0_10							38,44
		10_20							41,60
		20_30							32,12
		0_10							38,44
		10_20							41,60
		20_30							32,12
Sols jeunes à allophanes	Ajoupa-Bouillon Vimi	0_10	22,27	19,59	24,35	12,22	11,06	10,51	29,10
		10_20	17,88	18,34	22,35	11,62	20,06	9,74	31,42
		20_30	17,47	19,62	22,61	14,37	12,69	13,24	36,84
		30-40							32,40
		60-70							
		90-100							
		0_10							29,10
		10_20							31,42
		20_30							36,84
		0_10							29,10
		10_20							31,42
		20_30							36,84
Sols jeunes à allophanes	Ajoupa-Bouillon F	0_10	20,03	23,60	21,43	9,32	5,98	19,64	29,09
		10_20	16,79	23,05	21,70	8,33	9,20	20,93	29,09
		20_30	21,36	23,92	23,43	10,36	7,87	13,06	29,36
		30-40							33,76
		60-70							25,43
		90-100							28,68
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							

Annexes III
Compositions granulométriques des situations étudiées

Type de sol	Localités	Horizon (cm)	Granulométrie						
			Sables			Limons		Argiles	Elts grossiers
			(500-2000 µm)	(200-500 µm)	(50-200 µm)	(20-50 µm)	(2-20 µm)	(0-2 µm)	(> 2 mm)
Sols jeunes à allophanes	St-Pierre Ca 3	0_10	25,36	31,13	20,30	9,14	6,99	7,08	24,62
		10_20	31,12	26,11	20,23	8,56	6,83	7,15	14,14
		20_30	27,83	26,64	22,21	6,86	8,95	7,51	25,21
		30-40							39,85
		60-70							60,51
		90-100							
		0_10							24,84
		10_20							15,13
		20_30							21,07
		0_10							19,64
		10_20							28,07
		20_30							21,48
Sols jeunes à allophanes	Mne Vert F	0_10	8,31	20,41	24,58	11,05	1,17	34,48	4,76
		10_20	14,08	19,16	23,34	11,07	2,23	30,11	15,32
		20_30	14,08	28,50	24,69	7,88	1,86	22,99	16,23
		30-40							12,65
		60-70							42,38
		90-100							42,38
		0_10							22,50
		10_20							29,27
		20_30							16,23
		0_10							12,48
		10_20							15,32
		20_30							16,23
Sols jeunes à allophanes	Mne Vert P	0_10	11,72	31,31	23,76	6,48	0,93	25,79	33,24
		10_20	8,18	32,19	25,85	7,30	2,06	24,43	30,06
		20_30	9,36	28,02	22,44	6,08	2,29	31,81	27,83
		30-40							19,06
		60-70							
		90-100							
		0_10							12,61
		10_20							14,06
		20_30							11,86
		0_10							11,29
		10_20							10,26
		20_30							13,74
Sols jeunes à allophanes	Mne Vert Mami	0_10	10,89	22,86	28,30	9,46	2,66	25,83	21,31
		10_20	14,53	22,99	28,68	10,32	0,49	22,99	25,50
		20_30	11,58	25,53	30,56	9,45	1,97	20,91	15,63
		30-40							8,89
		60-70							
		90-100							
		0_10							16,29
		10_20							13,29
		20_30							20,82
		0_10							13,58
		10_20							16,02
		20_30							14,01
Sols jeunes à allophanes	Mne Vert Fleur	0_10	9,00	24,51	25,15	10,47	2,56	28,31	19,61
		10_20	10,76	24,80	30,83	9,26	3,07	21,27	33,44
		20_30	12,52	27,26	27,37	7,94	2,13	22,78	20,02
		30-40							18,72
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							

Annexes III
Compositions granulométriques des situations étudiées

Type de sol	Localités	Horizon (cm)	Granulométrie						
			Sables			Limons		Argiles	Elts grossiers
			(500-2000 µm)	(200-500 µm)	(50-200 µm)	(20-50 µm)	(2-20 µm)	(0-2 µm)	(> 2 mm)
Andosols sur tufs	Gros-Morne Ba	0_10	7,44	9,05	28,59	12,10	19,65	23,17	
		10_20	10,81	15,11	30,20	12,84	11,70	19,35	
		20_30	7,81	13,91	33,88	8,38	14,00	22,01	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Andosols sur tufs	Gros-Morne F	0_10	4,98	14,92	22,59	8,88	18,50	30,13	
		10_20	5,86	18,94	21,83	8,51	17,59	27,28	
		20_30	7,25	20,45	22,45	11,66	13,80	24,60	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Andosols sur tufs	Ste-Marie P 2	0_10	2,53	11,04	17,58	4,20	13,21	50,93	
		10_20	3,25	14,24	15,12	3,12	18,40	45,53	
		20_30	3,23	14,74	17,86	3,32	17,70	43,15	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Sols jeunes sur cendres et ponces	Macouba Ca 1	0_10	29,92	18,15	14,21	16,63	5,96	15,12	55,45
		10_20	26,53	18,13	14,65	15,54	12,15	13,01	54,48
		20_30	24,49	17,50	14,68	16,73	14,44	12,16	59,14
		30-40							60,13
		60-70							60,13
		90-100							60,13
		0_10							46,85
		10_20							44,88
		20_30							46,28
		0_10							31,18
		10_20							41,22
		20_30							41,63
Sols jeunes sur cendres et ponces	Macouba Ca 2	0_10	25,80	22,84	12,99	11,77	14,73	11,87	41,76
		10_20	28,91	18,39	15,84	14,74	9,75	12,37	39,86
		20_30	27,81	22,53	14,35	7,63	15,18	12,49	42,83
		30-40							47,46
		60-70							–
		90-100							–
		0_10							66,69
		10_20							67,09
		20_30							42,30
		0_10							50,93
		10_20							47,93
		20_30							61,71

Annexes III
Compositions granulométriques des situations étudiées

Type de sol	Localités	Horizon (cm)	Granulométrie						
			Sables			Limons		Argiles	Elts grossiers
			(500-2000 µm)	(200-500 µm)	(50-200 µm)	(20-50 µm)	(2-20 µm)	(0-2 µm)	(> 2 mm)
Sols jeunes sur cendres et ponces	Macouba Ca 3	0_10	26,51	23,37	15,55	10,58	12,14	11,84	50,60
		10_20	23,49	21,67	16,42	8,16	17,90	12,35	43,82
		20_30	30,22	19,09	16,86	9,37	11,63	12,83	48,91
		30-40							57,51
		60-70							–
		90-100							–
		0_10							48,38
		10_20							47,63
		20_30							36,86
		0_10							48,80
		10_20							49,42
		20_30							45,28
Sols jeunes sur cendres et ponces	Macouba An	0_10	24,58	19,09	14,77	10,47	19,21	11,89	51,01
		10_20	26,11	19,23	12,78	11,96	18,01	11,91	50,26
		20_30	30,46	19,09	12,56	8,21	17,95	11,74	65,99
		30-40							52,35
		60-70							
		90-100							
		0_10							50,20
		10_20							64,05
		20_30							56,21
		0_10							62,60
		10_20							72,66
		20_30							
Sols jeunes sur cendres et ponces	Basse-Pointe Ba 2	0_10	18,55	22,46	19,42	14,16	12,77	12,64	22,81
		10_20	19,00	19,18	20,36	17,87	11,41	12,18	26,05
		20_30	21,87	16,45	19,53	8,21	21,87	12,17	24,84
		30-40							25,57
		60-70							44,68
		90-100							72,25
		0_10							21,20
		10_20							22,10
		20_30							20,53
		0_10							35,93
		10_20							32,09
		20_30							35,15
Sols jeunes sur cendres et ponces	Basse-Pointe An	0_10	19,95	19,34	19,28	14,05	15,15	12,24	39,69
		10_20	21,19	18,27	17,35	15,03	13,56	14,61	41,45
		20_30	21,02	19,26	17,40	17,32	12,74	12,26	35,86
		30-40							42,63
		60-70							47,06
		90-100							54,73
		0_10							35,96
		10_20							35,98
		20_30							36,01
		0_10							35,96
		10_20							32,90
		20_30							27,62
Sols jeunes sur cendres et ponces	Basse-Pointe Ca	0_10	16,52	19,17	18,61	14,51	16,97	14,22	39,69
		10_20	15,38	21,19	18,80	12,73	13,68	18,22	36,44
		20_30	16,12	20,43	18,73	13,03	14,99	16,70	41,45
		30-40							35,86
		60-70							42,63
		90-100							47,06
		0_10							39,62
		10_20							34,36
		20_30							33,98
		0_10							33,92
		10_20							34,78
		20_30							38,26

Annexes III
Compositions granulométriques des situations étudiées

Type de sol	Localités	Horizon (cm)	Granulométrie						
			Sables			Limons		Argiles	Elts grossiers
			(500-2000 µm)	(200-500 µm)	(50-200 µm)	(20-50 µm)	(2-20 µm)	(0-2 µm)	(> 2 mm)
Sols jeunes sur cendres et ponces	Carbet Ba 1	0_10	16,91	23,99	23,43	7,61	14,03	14,03	45,19
		10_20	16,49	20,70	22,39	8,93	14,76	16,73	58,77
		20_30	14,73	24,63	23,64	11,91	14,48	10,62	48,77
		30-40							45,33
		60-70							59,01
		90-100							
		0_10							35,69
		10_20							51,93
		20_30							63,08
		0_10							40,78
		10_20							53,03
		20_30							51,49
Sols jeunes sur cendres et ponces	Carbet Ba 2	0_10	24,14	21,59	28,83	6,84	9,30	9,30	42,49
		10_20	30,02	24,80	24,60	6,88	6,39	7,30	39,18
		20_30	31,11	18,72	22,23	6,57	8,01	13,36	45,74
		30-40							43,12
		60-70							
		90-100							
		0_10							48,07
		10_20							44,31
		20_30							32,71
		0_10							38,30
		10_20							42,81
		20_30							42,35
Sols jeunes sur cendres et ponces	Carbet P	0_10	13,74	25,99	25,24	7,93	17,42	9,68	45,19
		10_20	18,22	26,78	23,42	7,41	15,10	9,06	58,77
		20_30	19,00	31,95	22,59	6,71	11,16	8,58	48,77
		30-40							45,33
		60-70							59,01
		90-100							59,01
		0_10							45,19
		10_20							58,77
		20_30							48,77
		0_10							45,33
		10_20							59,01
		20_30							59,01
Sols jeunes sur cendres et ponces	Carbet MaFi	0_10	22,06	31,13	21,64	6,12	11,43	7,62	42,49
		10_20	19,12	31,17	21,77	6,65	12,42	8,87	39,18
		20_30	15,51	32,01	24,83	7,24	12,06	8,35	45,74
		30-40							43,12
		60-70							
		90-100							
		0_10							45,19
		10_20							58,77
		20_30							48,77
		0_10							45,33
		10_20							59,01
		20_30							59,01
Sols jeunes sur cendres et ponces	St-Pierre Ca 1	0_10	31,24	30,06	23,13	5,21	4,55	5,82	37,81
		10_20	28,23	29,52	26,74	4,78	5,39	5,33	22,91
		20_30	28,26	29,10	22,39	5,85	7,31	7,09	24,53
		30-40							45,75
		60-70							47,46
		90-100							40,83
		0_10							24,79
		10_20							31,90
		20_30							39,09
		0_10							17,50
		10_20							13,81
		20_30							12,17

Annexes III
Compositions granulométriques des situations étudiées

Type de sol	Localités	Horizon (cm)	Granulométrie						
			Sables			Limons		Argiles	Elts grossiers
			(500-2000 µm)	(200-500 µm)	(50-200 µm)	(20-50 µm)	(2-20 µm)	(0-2 µm)	(> 2 mm)
Sols jeunes sur cendres et ponces	St-Pierre Ca 2	0_10	29,87	29,45	25,41	6,71	4,02	4,53	35,30
		10_20	33,55	31,34	22,19	4,52	3,97	4,43	26,19
		20_30	34,42	30,62	22,86	4,72	4,11	3,27	25,98
		30-40							28,26
		60-70							
		90-100							
		0_10							25,17
		10_20							24,31
		20_30							26,82
		0_10							27,64
		10_20							37,20
		20_30							46,23
Sols jeunes sur cendres et ponces	St-Pierre P	0_10	17,46	23,17	17,75	10,89	13,65	17,08	32,65
		10_20	15,53	23,25	21,57	6,77	15,47	17,41	40,21
		20_30	12,79	21,02	18,15	6,11	17,47	24,46	35,26
		30-40							37,89
		60-70							38,32
		90-100							39,40
		0_10							18,48
		10_20							44,17
		20_30							35,67
		0_10							22,31
		10_20							37,07
		20_30							29,83
Sols jeunes sur cendres et ponces	St-Pierre Jc	0_10	24,48	21,85	16,32	6,54	16,14	14,67	44,38
		10_20	22,57	21,77	17,21	7,15	15,20	16,10	28,07
		20_30	20,83	22,18	17,64	7,39	14,64	17,32	35,52
		30-40							32,64
		60-70							
		90-100							
		0_10							26,58
		10_20							26,49
		20_30							25,22
		0_10							24,08
		10_20							26,36
		20_30							34,23
Sols jeunes sur cendres et ponces	St-Pierre Mafi	0_10	23,70	25,76	17,47	10,70	10,43	11,95	54,78
		10_20	27,08	20,45	15,95	13,36	12,27	10,89	34,91
		20_30	14,91	20,93	20,15	13,49	8,61	21,91	31,63
		30-40							33,01
		60-70							31,38
		90-100							41,58
		0_10							39,64
		10_20							34,69
		20_30							46,89
		0_10							33,47
		10_20							32,37
		20_30							31,21
Sols brun-rouille à halloysite	Fds St Denis Vimi	0_10	12,71	6,07	28,47	9,25	17,40	26,11	28,93
		10_20	11,85	6,59	22,28	9,47	15,39	34,43	28,36
		20_30	14,26	6,30	21,45	10,31	15,27	32,41	35,80
		30-40							35,92
		60-70							32,62
		90-100							20,61
		0_10							20,48
		10_20							31,60
		20_30							23,93
		0_10							25,84
		10_20							35,90
		20_30							26,20

Annexes III
Compositions granulométriques des situations étudiées

Type de sol	Localités	Horizon (cm)	Granulométrie						
			Sables			Limons		Argiles	Elts grossiers
			(500-2000 µm)	(200-500 µm)	(50-200 µm)	(20-50 µm)	(2-20 µm)	(0-2 µm)	(> 2 mm)
Sols brun-rouille à halloysite	Fds St Denis F	0_10	12,46	12,87	18,04	8,03	18,75	29,85	17,64
		10_20	15,81	11,21	18,03	10,42	15,79	28,75	18,88
		20_30	12,55	15,47	18,35	6,54	11,03	36,07	22,34
		30-40							12,06
		60-70							
		90-100							
		0_10							20,32
		10_20							23,70
		20_30							12,64
		0_10							18,98
		10_20							21,29
		20_30							17,49
Sols brun-rouille à halloysite	Fds St Denis MaFi	0_10	16,63	22,92	17,57	7,84	14,87	20,18	40,03
		10_20	15,51	20,20	13,71	7,84	10,98	31,76	30,20
		20_30	14,90	20,24	16,03	6,51	10,95	31,36	38,00
		30-40							42,53
		60-70							20,44
		90-100							11,09
		0_10							36,42
		10_20							32,85
		20_30							35,39
		0_10							23,86
		10_20							31,50
		20_30							24,25
Sols brun-rouille à halloysite	Fds St Denis Mami	0_10	16,29	19,72	21,19	7,05	13,28	22,48	38,77
		10_20	19,22	24,75	25,51	7,56	8,98	13,97	39,36
		20_30	13,68	23,60	19,81	5,25	11,66	26,00	40,32
		30-40							42,29
		60-70							
		90-100							
		0_10							32,63
		10_20							25,31
		20_30							30,80
		0_10							37,43
		10_20							35,27
		20_30							27,71
Sols brun-rouille à halloysite	Carbet Ca	0_10	13,15	20,06	23,16	8,48	13,25	21,90	
		10_20	13,93	21,50	22,91	6,41	11,96	23,29	
		20_30	14,06	21,34	22,76	7,36	12,34	22,14	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Sols brun-rouille à halloysite	Case-Pilote Mami	0_10	2,43	12,71	15,24	2,98	15,91	50,73	
		10_20	3,69	15,16	16,95	9,79	10,80	43,62	
		20_30	5,91	16,66	10,01	5,37	15,21	46,84	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							

Annexes III
Compositions granulométriques des situations étudiées

Type de sol	Localités	Horizon (cm)	Granulométrie						
			Sables			Limons		Argiles	Elts grossiers
			(500-2000 µm)	(200-500 µm)	(50-200 µm)	(20-50 µm)	(2-20 µm)	(0-2 µm)	(> 2 mm)
Sols brun-rouille à halloysite	Case-Pilote P	0_10	5,37	21,35	12,89	5,58	10,24	44,58	
		10_20	6,62	20,28	10,86	10,36	8,33	43,54	
		20_30	3,27	19,56	21,23	7,01	7,21	41,72	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Sols brun-rouille à halloysite	Case-Pilote F	0_10	1,94	12,97	15,80	6,93	6,53	55,84	
		10_20	3,17	10,01	13,64	12,05	9,41	51,72	
		20_30	1,76	5,55	9,22	14,52	13,51	55,44	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Sols brun-rouille à halloysite	Schoelcher Mami	0_10	4,81	15,64	29,30	6,81	1,45	41,99	
		10_20	4,69	11,42	33,20	9,45	0,98	40,27	
		20_30	3,35	16,63	33,27	9,00	2,66	35,10	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Sols brun-rouille à halloysite	Schoelcher P	0_10	7,24	18,68	27,48	5,58	1,37	39,64	
		10_20	7,12	20,19	27,93	6,52	3,12	35,13	
		20_30	3,93	22,91	24,26	7,98	1,00	40,91	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Sols brun-rouille à halloysite	Schoelcher F	0_10	4,73	19,34	25,15	6,62	3,56	40,60	
		10_20	8,61	14,79	23,12	6,85	2,80	43,83	
		20_30	7,52	13,15	28,43	6,62	0,89	43,38	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							

Annexes III
Compositions granulométriques des situations étudiées

Type de sol	Localités	Horizon (cm)	Granulométrie						
			Sables			Limons		Argiles	Elts grossiers
			(500-2000 µm)	(200-500 µm)	(50-200 µm)	(20-50 µm)	(2-20 µm)	(0-2 µm)	(> 2 mm)
Sols brun-rouille à halloysite	St-Joseph Ba 1	0_10	0,85	3,50	15,06	8,77	15,71	56,10	
		10_20	1,27	12,20	9,81	10,65	9,20	56,36	
		20_30	0,88	9,35	10,99	11,11	14,65	53,02	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Sols brun-rouille à halloysite	St-Joseph Ba 2	0_10	1,36	8,63	9,44	13,43	11,49	55,66	
		10_20	1,03	12,77	10,13	11,35	8,90	55,82	
		20_30	1,20	7,40	12,33	10,74	11,45	56,89	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Sols brun-rouille à halloysite	St-Joseph Ba 3	0_10	0,43	8,32	8,24	10,47	14,42	58,11	
		10_20	0,39	3,43	12,00	5,88	12,90	65,41	
		20_30	0,41	8,14	14,70	8,37	11,50	56,89	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Sols brun-rouille à halloysite	St-Joseph F	0_10	0,68	7,84	12,94	4,84	16,18	57,52	
		10_20	1,50	8,09	7,12	10,70	18,78	53,80	
		20_30	1,92	5,19	11,11	7,55	21,61	52,62	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Sols brun-rouille à halloysite	St-Joseph Ba 4	0_10	1,52	10,71	13,42	9,21	13,54	51,60	
		10_20	2,00	9,89	12,07	5,90	11,01	59,13	
		20_30	1,98	5,12	17,37	6,95	11,43	57,14	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							

Annexes III
Compositions granulométriques des situations étudiées

Type de sol	Localités	Horizon (cm)	Granulométrie						
			Sables			Limons		Argiles	Elts grossiers
			(500-2000 µm)	(200-500 µm)	(50-200 µm)	(20-50 µm)	(2-20 µm)	(0-2 µm)	(> 2 mm)
Sols brun-rouille à halloysite	St-Joseph Vg 1 (Inter-rang)	0_10	0,76	4,60	12,27	5,72	12,63	64,03	
		10_20	1,34	5,82	13,72	8,32	8,40	62,39	
		20_30	1,34	9,52	13,87	7,80	5,82	61,64	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Sols brun-rouille à halloysite	St-Joseph Vg 2 (Rang)	0_10	1,16	5,92	16,92	11,05	9,80	55,15	
		10_20	1,84	2,01	9,24	6,92	15,21	64,77	
		20_30	0,85	3,46	11,48	8,25	14,13	61,83	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Sols brun-rouille à halloysite	St-Joseph Vg 3 (Rang)	0_10	0,39	5,57	14,26	6,17	10,25	63,36	
		10_20	0,68	11,78	7,54	9,77	7,05	63,17	
		20_30	0,77	11,43	14,70	11,56	8,43	53,11	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Sols brun-rouille à halloysite	St-Joseph Vg 4 (Inter-rang)	0_10	0,63	16,43	14,11	12,99	3,17	52,67	
		10_20	0,97	12,83	12,31	10,35	2,26	61,28	
		20_30	0,30	11,33	11,73	9,79	10,83	56,00	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Sols brun-rouille à halloysite	Trinité Ca 4	0_10	4,27	4,08	10,35	5,14	12,43	63,74	
		10_20	5,42	3,81	10,27	6,84	14,48	59,19	
		20_30	3,97	2,64	13,48	5,07	15,78	59,07	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							

Annexes III
Compositions granulométriques des situations étudiées

Type de sol	Localités	Horizon (cm)	Granulométrie						
			Sables			Limons		Argiles	Elts grossiers
			(500-2000 µm)	(200-500 µm)	(50-200 µm)	(20-50 µm)	(2-20 µm)	(0-2 µm)	(> 2 mm)
Sols brun-rouille à halloysite	Ste-Marie Ba 1	0_10	4,38	12,55	11,01	3,32	14,37	54,37	
		10_20	4,28	9,99	12,84	4,39	10,96	57,54	
		20_30	2,71	7,63	13,58	4,41	13,08	58,59	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Sols brun-rouille à halloysite	Ste-Marie P 1	0_10	2,39	9,11	15,51	4,24	15,89	52,85	
		10_20	2,00	14,08	13,09	4,17	11,47	55,19	
		20_30	1,07	12,37	13,99	4,36	22,87	55,35	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Sols brun-rouille à halloysite	Ste-Marie Ba 2	0_10	7,46	13,90	8,06	9,17	12,23	49,17	
		10_20	8,89	16,21	9,57	4,87	11,69	48,77	
		20_30	3,62	11,06	12,35	5,72	11,45	55,80	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Sols brun-rouille à halloysite	Ste-Marie Ba 3	0_10	3,71	6,67	8,90	6,68	18,80	55,24	
		10_20	8,97	12,28	6,85	8,26	18,66	44,98	
		20_30	8,73	14,60	4,73	7,67	10,78	53,48	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Sols brun-rouille à halloysite	Ste-Marie Ca 1	0_10	7,12	8,64	14,06	6,86	13,51	49,82	
		10_20	2,61	6,21	9,77	15,72	7,27	58,41	
		20_30	4,94	7,86	7,92	16,98	7,89	54,40	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							

Annexes III
Compositions granulométriques des situations étudiées

Type de sol	Localités	Horizon (cm)	Granulométrie						
			Sables			Limons		Argiles	Elts grossiers
			(500-2000 µm)	(200-500 µm)	(50-200 µm)	(20-50 µm)	(2-20 µm)	(0-2 µm)	(> 2 mm)
Sols brun-rouille à halloysite	Ste-Marie Ca 2	0_10	3,12	5,90	11,67	8,69	8,47	62,15	
		10_20	1,73	3,14	8,49	16,49	8,08	62,08	
		20_30	4,48	6,33	6,81	16,65	13,63	52,09	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Sols brun-rouille à halloysite	Marigot P	0_10	1,54	4,65	9,78	7,88	19,04	57,11	
		10_20	1,98	5,87	14,43	9,64	15,34	52,73	32,86
		20_30	1,36	9,52	16,88	9,12	12,84	50,28	29,29
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Sols brun-rouille à halloysite	Marigot ViFi	0_10	4,44	12,91	15,10	13,90	5,91	47,74	33,99
		10_20	3,44	11,73	20,08	9,10	9,94	45,72	34,90
		20_30	2,83	12,00	21,19	12,73	4,05	47,20	34,45
		30-40							35,53
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Ferrisols	Trinité Ca 2	0_10	0,35	1,80	12,58	13,56	13,86	57,85	
		10_20	0,20	1,15	10,45	14,75	15,46	57,99	
		20_30	0,35	2,75	16,03	4,60	17,11	59,18	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Ferrisols	Trinité Ba	0_10	1,33	6,02	13,98	12,02	15,80	50,85	
		10_20	1,37	7,43	11,91	5,51	15,89	57,88	
		20_30	1,07	5,37	7,81	7,80	13,44	64,51	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							

Annexes III
Compositions granulométriques des situations étudiées

Type de sol	Localités	Horizon (cm)	Granulométrie						
			Sables			Limons		Argiles	Elts grossiers
			(500-2000 µm)	(200-500 µm)	(50-200 µm)	(20-50 µm)	(2-20 µm)	(0-2 µm)	(> 2 mm)
Ferrisols	Trinité Ca 3	0_10	0,27	2,11	10,29	6,68	18,36	62,30	
		10_20	0,13	0,88	14,37	6,72	15,46	62,45	
		20_30	0,36	1,77	7,85	7,76	14,09	68,17	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Ferrisols	Lamentin P 1	0_10	4,21	8,91	7,66	4,01	16,08	59,13	
		10_20	6,64	9,22	7,08	3,53	18,82	54,71	
		20_30	5,86	6,48	10,66	4,00	18,00	55,00	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Ferrisols	Lamentin P 2	0_10	7,16	5,11	6,62	0,00	12,22	68,89	
		10_20	6,66	4,82	7,18	2,87	14,35	64,11	
		20_30	6,44	4,23	7,66	1,15	16,10	64,41	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Ferrisols	Lamentin Ca 1	0_10	0,27	2,11	10,29	6,68	8,36	72,30	
		10_20	0,13	0,88	4,37	6,72	5,46	82,45	
		20_30	0,36	1,77	7,85	7,76	4,09	78,17	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Ferrisols	Lamentin Ca 2	0_10	2,55	3,44	11,79	11,47	13,79	56,97	
		10_20	2,68	3,17	8,90	5,89	10,47	68,89	
		20_30	4,37	5,00	12,47	8,57	12,21	57,39	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							

Annexes III
Compositions granulométriques des situations étudiées

Type de sol	Localités	Horizon (cm)	Granulométrie						
			Sables			Limons		Argiles	Elts grossiers
			(500-2000 µm)	(200-500 µm)	(50-200 µm)	(20-50 µm)	(2-20 µm)	(0-2 µm)	(> 2 mm)
Ferrisols	Lamentin Ca 3	0_10	0,84	6,55	8,20	12,22	10,87	61,32	
		10_20	0,67	4,58	13,04	14,37	6,17	61,17	
		20_30	0,85	6,28	11,43	13,70	12,19	55,55	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Ferrisols	Lamentin Ba	0_10	0,53	7,16	26,69	9,14	12,86	43,62	
		10_20	0,52	9,61	27,77	10,00	7,03	45,07	
		20_30	0,53	5,67	24,57	9,48	11,02	48,73	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Ferrisols	Lamentin Ca 4	0_10	1,17	8,07	24,33	17,33	5,08	44,03	
		10_20	1,24	6,94	22,61	15,69	4,12	49,41	
		20_30	0,93	5,56	23,99	17,69	6,22	45,61	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Ferrisols	St-Esprit Ba	0_10	1,16	9,21	19,50	13,26	9,94	46,94	
		10_20	1,07	6,85	22,94	9,64	12,91	46,59	
		20_30	1,64	12,44	22,04	8,51	4,70	50,67	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Ferrisols	St-Esprit F	0_10	2,52	6,27	15,16	9,66	19,82	46,56	
		10_20	5,43	5,24	15,05	11,12	12,62	50,54	
		20_30	7,10	9,19	16,99	9,80	11,54	43,38	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							

Annexes III
Compositions granulométriques des situations étudiées

Type de sol	Localités	Horizon (cm)	Granulométrie						
			Sables			Limons		Argiles	Elts grossiers
			(500-2000 µm)	(200-500 µm)	(50-200 µm)	(20-50 µm)	(2-20 µm)	(0-2 µm)	(> 2 mm)
Ferrisols	Rve-Pilote Ca 1	0_10	3,17	6,56	16,89	11,85	15,22	46,31	
		10_20	3,58	3,42	21,09	6,60	13,91	51,41	
		20_30	4,97	7,27	18,89	7,91	9,21	51,75	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Vertisols	Rve-Salée Ca	0_10	1,52	2,39	0,98	4,54	22,52	68,05	
		10_20	1,19	2,18	8,75	5,62	19,75	62,50	
		20_30	0,84	1,96	6,92	2,70	20,80	66,78	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Vertisols	Rve-Salée P 1	0_10	1,05	2,54	12,42	5,81	20,56	57,61	
		10_20	1,16	2,49	11,18	8,94	18,25	57,99	
		20_30	2,33	3,49	12,37	5,39	25,81	50,61	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Vertisols	Rve-Salée P 2	0_10	1,68	4,19	4,88	9,79	18,01	61,45	
		10_20	0,93	3,04	10,77	8,81	14,77	61,69	
		20_30	0,24	1,49	5,65	3,45	17,84	71,34	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Vertisols	Ste-Luce Ca 1	0_10	0,03	0,59	6,99	8,65	24,36	59,78	
		10_20	0,02	0,20	4,15	7,18	22,09	66,69	
		20_30	0,08	0,68	8,04	8,03	23,44	60,10	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							

Annexes III
Compositions granulométriques des situations étudiées

Type de sol	Localités	Horizon (cm)	Granulométrie						
			Sables			Limons		Argiles	Elts grossiers
			(500-2000 µm)	(200-500 µm)	(50-200 µm)	(20-50 µm)	(2-20 µm)	(0-2 µm)	(> 2 mm)
Vertisols	Ste-Luce P	0_10	3,50	8,98	7,85	6,43	11,11	62,13	
		10_20	3,44	7,71	3,77	10,29	15,72	59,07	
		20_30	1,27	4,63	3,64	8,11	17,54	64,81	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Vertisols	Ste-Luce Ca 2	0_10	1,61	4,77	11,29	10,56	16,70	55,51	
		10_20	1,03	2,98	11,46	7,54	18,25	59,01	
		20_30	2,78	5,96	12,18	10,62	16,22	52,58	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Vertisols	Ste-Anne Mami	0_10	1,25	4,95	14,84	3,90	16,57	58,49	
		10_20	0,90	3,81	11,97	5,02	16,06	62,24	
		20_30	1,33	4,82	14,57	4,23	16,91	58,14	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Vertisols	Ste-Anne P 1	0_10	0,91	4,89	12,07	3,96	13,85	64,32	
		10_20	1,28	5,44	12,11	3,04	12,18	65,95	
		20_30	7,11	12,39	13,76	3,98	10,96	51,79	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Vertisols	Ste-Anne P 2	0_10	5,77	8,16	13,72	3,76	17,85	50,74	
		10_20	3,59	5,04	13,19	2,90	18,34	56,95	
		20_30	2,60	3,61	14,64	3,56	13,12	62,47	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							

Annexes III
Compositions granulométriques des situations étudiées

Type de sol	Localités	Horizon (cm)	Granulométrie						
			Sables			Limons		Argiles	Elts grossiers
			(500-2000 µm)	(200-500 µm)	(50-200 µm)	(20-50 µm)	(2-20 µm)	(0-2 µm)	(> 2 mm)
Vertisols	Ste-Anne Ba	0_10	0,64	2,06	8,72	2,89	22,15	63,55	
		10_20	0,59	1,92	8,43	2,97	17,81	68,28	
		20_30	1,23	1,57	7,47	3,13	13,56	73,04	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Vertisols	Ste-Anne MaFi 1	0_10	0,16	2,16	7,43	11,54	12,58	66,13	
		10_20	0,30	2,04	11,68	6,56	12,69	66,72	
		20_30	0,30	1,94	9,96	4,80	14,17	68,83	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Vertisols	Ste-Anne F 1	0_10	3,46	5,94	11,87	16,28	3,11	59,35	
		10_20	2,34	4,56	13,09	12,11	5,04	62,86	
		20_30	2,34	6,04	8,67	14,34	2,90	65,71	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Vertisols	Ste-Anne P 3	0_10	1,37	3,45	6,03	19,39	3,32	66,44	
		10_20	1,96	5,74	9,66	14,13	2,89	65,62	
		20_30	7,46	2,49	9,43	8,15	9,68	62,79	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Vertisols calciques	Marin P 1	0_10	1,63	1,51	13,72	4,24	12,26	66,64	
		10_20	3,59	2,98	5,25	3,88	17,44	66,86	
		20_30	4,97	1,54	8,21	3,25	7,59	74,45	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							

Annexes III
Compositions granulométriques des situations étudiées

Type de sol	Localités	Horizon (cm)	Granulométrie						
			Sables			Limons		Argiles	Elts grossiers
			(500-2000 µm)	(200-500 µm)	(50-200 µm)	(20-50 µm)	(2-20 µm)	(0-2 µm)	(> 2 mm)
Vertisols calciques	Marin P 2	0_10	3,59	2,98	5,25	3,88	7,44	76,86	
		10_20	4,96	1,53	8,21	3,25	7,60	74,45	
		20_30	1,52	0,98	8,78	1,89	4,53	82,29	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Vertisols calciques	Marin F	0_10	0,28	0,60	1,90	2,98	23,81	70,44	
		10_20	0,38	0,48	1,42	1,92	23,95	71,85	
		20_30	0,22	0,54	1,95	1,85	26,87	68,57	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Vertisols calciques	Marin P 3	0_10	0,41	0,77	3,45	1,14	17,03	77,20	
		10_20	0,17	0,68	3,92	1,07	20,33	73,83	
		20_30	2,43	4,52	6,19	4,09	19,42	63,36	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Vertisols calciques	Ste-Anne MaFi 2	0_10	0,92	2,49	6,09	8,75	0,92	80,81	
		10_20	0,97	3,38	4,78	10,28	0,96	79,63	
		20_30	0,59	2,65	7,11	7,29	1,80	80,56	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Vertisols calciques	Ste-Anne F 2	0_10	1,40	5,60	4,71	6,28	1,00	81,01	
		10_20	1,17	5,26	9,94	4,28	2,10	77,25	
		20_30	1,50	2,36	9,33	6,45	4,66	85,71	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							

Annexes III
Compositions granulométriques des situations étudiées

Type de sol	Localités	Horizon (cm)	Granulométrie						
			Sables			Limons		Argiles	Elts grossiers
			(500-2000 µm)	(200-500 µm)	(50-200 µm)	(20-50 µm)	(2-20 µm)	(0-2 µm)	(> 2 mm)
Vertisols calciques	Ste-Anne F 3	0_10							
		10_20	0,88	8,00	10,95	6,23	5,43	68,51	
		20_30	0,87	11,25	13,19	6,89	5,76	62,05	
		30-40	0,78	6,84	7,63	3,56	5,13	76,07	
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Sols rouges à montmorillonite	Trinité Ca 1	0_10	1,81	3,57	9,92	7,33	15,28	62,11	
		10_20	1,54	2,74	7,96	7,54	12,28	67,94	
		20_30	2,73	5,27	9,78	4,26	11,52	66,44	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Sols rouges à montmorillonite	Trinité P	0_10	3,12	5,90	11,67	8,69	8,47	62,15	
		10_20	1,73	3,14	8,49	8,49	8,08	70,08	
		20_30	4,48	6,33	6,81	6,65	13,06	62,09	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Sols rouges à montmorillonite	François Mami	0_10	2,82	5,27	18,81	12,50	21,30	39,29	2,60
		10_20	6,61	7,67	18,25	14,13	18,84	34,50	2,06
		20_30	8,09	7,87	19,29	10,78	16,68	37,29	25,54
		30-40							15,70
		60-70							
		90-100							
		0_10							1,67
		10_20							2,33
		20_30							1,01
		0_10							8,07
		10_20							9,22
		20_30							6,42
Sols rouges à montmorillonite	François Ba	0_10	1,24	3,62	17,47	10,61	19,44	47,62	
		10_20	2,98	8,36	18,91	13,45	15,52	40,78	
		20_30	7,91	5,31	20,85	9,45	16,13	40,35	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							

Annexes III
Compositions granulométriques des situations étudiées

Type de sol	Localités	Horizon (cm)	Granulométrie						
			Sables			Limons		Argiles	Elts grossiers
			(500-2000 µm)	(200-500 µm)	(50-200 µm)	(20-50 µm)	(2-20 µm)	(0-2 µm)	(> 2 mm)
Sols rouges à montmorillonite	Rve-Pilote Ca 2	0_10	4,56	5,29	14,19	7,89	16,86	51,21	
		10_20	3,71	3,18	12,86	5,28	18,40	56,57	
		20_30	4,20	5,57	14,50	8,85	18,44	48,44	
		30-40							
		60-70							
		90-100							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
		0_10							
		10_20							
		20_30							
Sols à alluvions sableuses	Bellefontaine P	0_10	21,91	25,29	25,89	4,13	5,90	16,88	33,18
		10_20	17,67	23,75	26,56	4,77	8,12	19,13	39,27
		20_30	13,95	23,00	24,78	15,76	2,89	19,62	38,03
		30-40							46,76
		60-70							46,76
		90-100							
		0_10							19,91
		10_20							47,34
		20_30							38,03
		0_10							26,55
		10_20							43,31
		20_30							38,03
Sols à alluvions sableuses	Bellefontaine Mami	0_10	13,12	29,18	28,33	5,71	10,92	12,74	52,55
		10_20	10,59	26,90	29,32	7,41	8,59	17,19	55,48
		20_30	13,91	22,78	25,75	11,90	15,39	10,26	48,19
		30-40							46,76
		60-70							
		90-100							
		0_10							30,81
		10_20							27,30
		20_30							
		0_10							30,81
		10_20							27,30
		20_30							29,14

ANNEXES III : COMPOSITIONS GRANULOMETRIQUES DES SITUATIONS ETUDIEES

1. RESULTATS OBTENUS

1.1 Eléments grossiers (> 2 mm)

La plupart des parcelles étudiées ne comportent pas ou peu d'éléments grossiers ; ceux-ci s'observent dans les parcelles sur sols jeunes sur cendres et ponces (sols J), sur sols jeunes à allophanes (sols P), dans certains profils sur sols brun-rouille à halloysite ou surs sols à alluvions. Ces profils se caractérisent par une succession d'horizons plus ou moins riches en ponces, alternant avec des horizons plus fins de cendres déjà fortement altérées ou par une succession d'horizons plus ou moins riches en éléments grossiers, alternant avec des niveaux plus argileux (COLMET-DAAGE et LAGACHE, 1965).

1.2 Granulométrie < 2 mm

Tous types de sols et tous modes d'occupation confondus, la texture moyenne est argileuse : la composition granulométrique est d'environ 37 % de sables, 21 % de limons et 42 % d'argiles. Dans l'horizon 0-10 cm, les textures granulométriques varient de 4 à 84 % de sables et de 5 à 81 % d'argiles ; en revanche, les teneurs en limons varient peu quel que soit le type de sol considéré (entre 6 et 34 %). Dans les 30 premiers centimètres de sol, les compositions granulométriques varient de 6 à 86 % de sables et de 4 à 81 % d'argiles. Les teneurs en limons restent relativement stables et sont comprises entre 8 et 31 %.

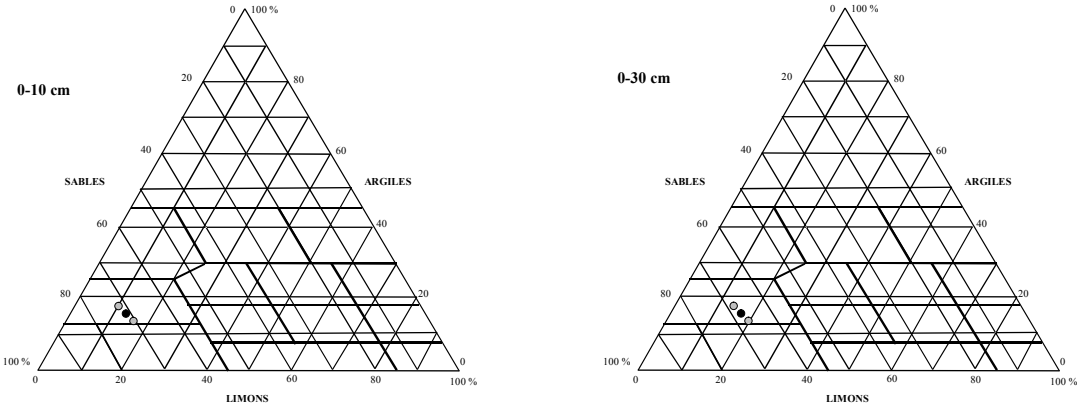


Figure I.- Compositions granulométriques et textures des parcelles sur sols à alluvions

Des diagrammes de texture ont été réalisés à partir des mesures effectuées dans la fosse principale sur 10 et 30 cm de profondeur.

Les sols à alluvions sableuses (sols As) sont classés, d'après le diagramme de texture en sols sablo-argileux. La composition granulométrique moyenne est de 71,9 % de sables, 13,3 % de limons et 14,8 % d'argiles en surface et de, 67,1 % de sables, 16,9 % de limons et de 16 % d'argiles dans les 30 premiers centimètres de sol (**Figure I**).

Les sols jeunes sur cendres et ponces (sols J) sont classés en sols sablo-limoneux : la composition granulométrique moyenne est d'environ 66 % de sables, 22 % de limons et 11 % d'argiles. Les parcelles situées

dans le Nord-Atlantique (parcelles Basse-Pointe et Macouba) présentent des textures sablo-limoneuses à sablo-argileuses, variant de 54 à 65 % de sables et de 11 à 15 % d'argiles dans les 10 premiers centimètres du sol, et de, 54 à 64 % de sables, 23 à 29 % de limons et 11 à 16 % d'argiles dans l'horizon 0-30 cm. Les parcelles situées dans le Nord-Caraïbe (Saint-Pierre et Carbet) présentent des textures sableuses à sablo-argileuses et des compositions granulométriques variant de 58 à 84 % de sables et de 4 à 17 % d'argiles en surface, et de, 61 à 86 % de sables, 9 à 23 % de limons et 4 à 19 % d'argiles dans les 30 premiers centimètres de sol (**Figure II**).

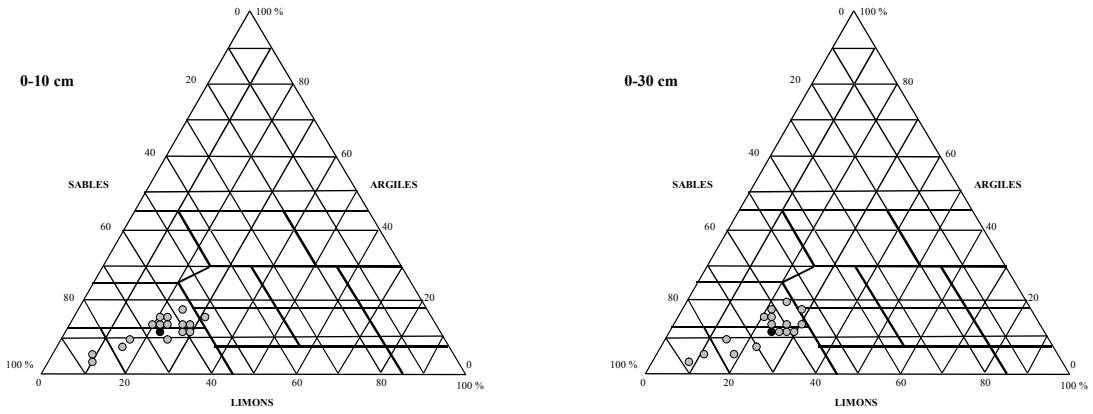


Figure II.- Compositions granulométriques et textures des parcelles sur sols jeunes sur cendres et ponces

Les andosols sont classés, d'après le diagramme de texture, en sols sablo-argileux : la composition granulométrique moyenne est constituée d'environ 59 % de sables, 19 % de limons et 21 % d'argiles. Cependant, les parcelles sur sols jeunes à allophanes (sols P), présentent des textures sablo-limoneuses à argilo-sableuses : elles varient de 53 à 77 % de sables et de 7 à 34 % d'argiles en surface et de 57 à 73 % de sables et de 7 à 29 % d'argiles dans l'horizon 0-30 cm. De même, les parcelles sur andosols sur tufs (sols T), présentent des textures granulométriques limono-sablo-argileuses à argileuses variant de 31 à 45 % de sables et de 23 à 51 % d'argiles dans les 10 premiers centimètres de sol, et de, 33 à 52 % de sables et de 21 à 46 % d'argiles dans l'horizon 0-30 cm (**Figure III**).

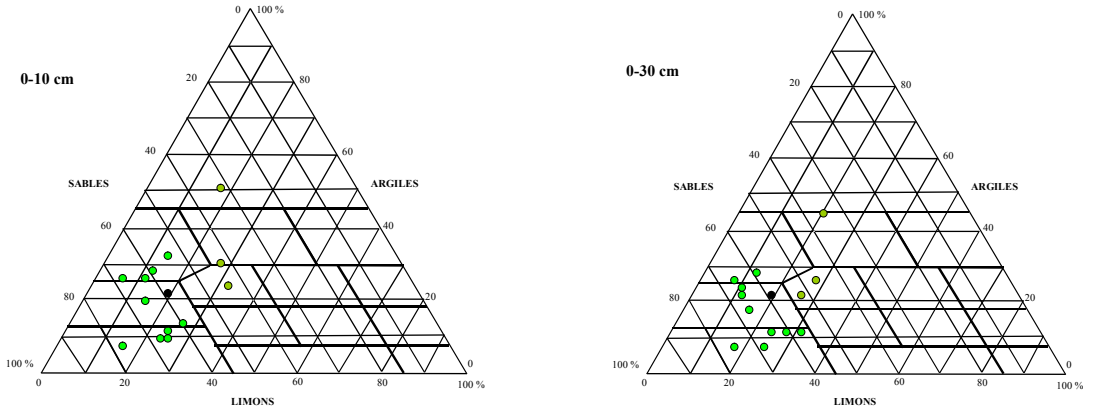


Figure III.- Compositions granulométriques et textures des parcelles sur sols à allophanes

Les sols brun-rouille à halloysite (sols H) sont classés, d'après le diagramme de texture, en sols argileux lourds avec près de 32 % de sables, 19 % de limons et 47 % d'argiles en moyenne. Toutefois, on observe une grande diversité des teneurs en argiles et en sables. Dans l'horizon de surface, les parcelles étudiées possèdent,

de 15 à 57 % de sables et de 20 à 63 % d'argiles. Dans l'horizon 0-30 cm, les parcelles présentent des compositions granulométriques variant de 15 à 61 % de sables et de 20 à 61 % d'argiles. Ces parcelles sont réparties, dans le diagramme de texture, en sols sablo-argileux à sols argileux lourds (**Figure IV**).

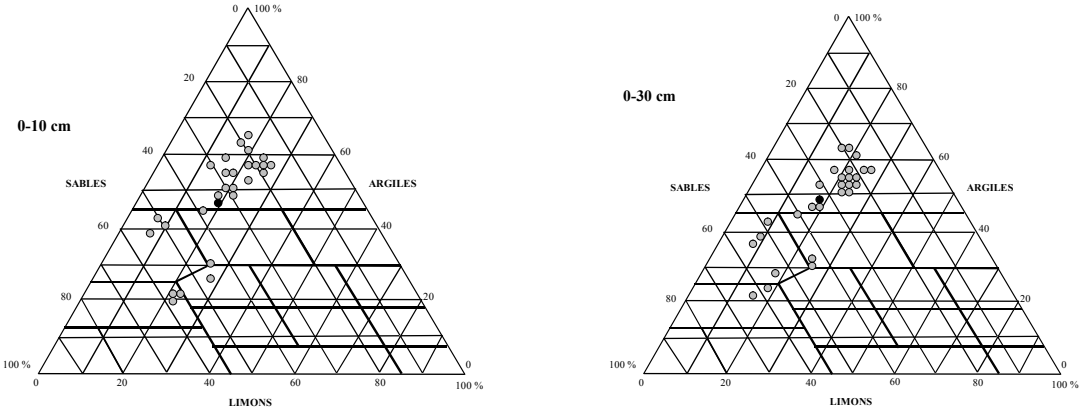


Figure IV.- Compositions granulométriques et textures des parcelles sur sols brun-rouille à halloysite

Les ferrisols (sols G) sont classés en sols argileux lourds avec en moyenne 22 % de sables, 22 % de limons et de 56 % d'argiles. Les textures granulométriques mesurées sont relativement stables : elles sont comprises entre 12 à 34 % de sables et 44 à 72 % d'argiles dans l'horizon 0-10 cm, et entre 12 à 34 % de sables et 45 à 77 % d'argiles dans les 30 premiers centimètres de sol (**Figure V**).

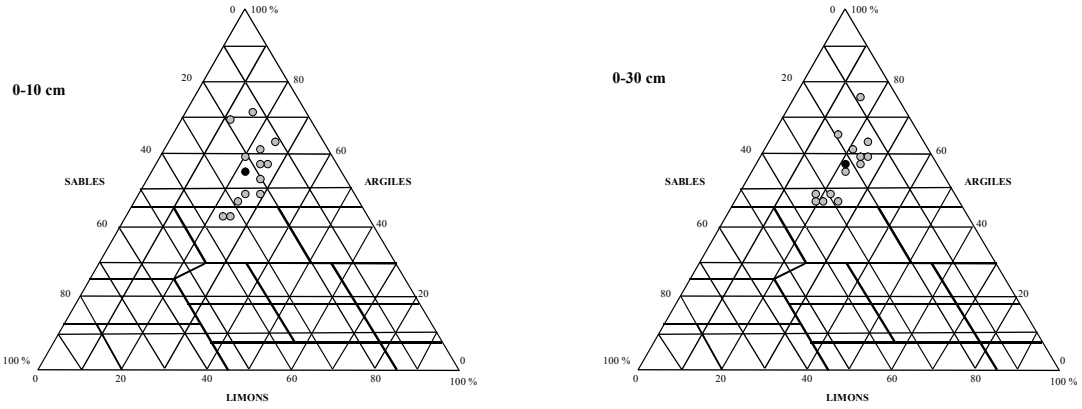


Figure V.- Compositions granulométriques et textures des parcelles sur ferrisols

Dans les vertisols, la composition granulométrique moyenne est de 14 % de sables, 20 % de limons et de 66 % d'argiles : ils sont classés en sols argileux lourds (**Figure VI**).

Les vertisols calco-magnéso-sodiques (sols V, parcelles Rivière Salée, Sainte Luce et Sainte Anne) présentent des textures granulométriques variant de 4 à 27 % de sables et de 50 à 68 % d'argiles en surface, et comprises entre 6 à 23 % de sables et 55 à 68 % d'argiles dans l'horizon 0-30 cm.

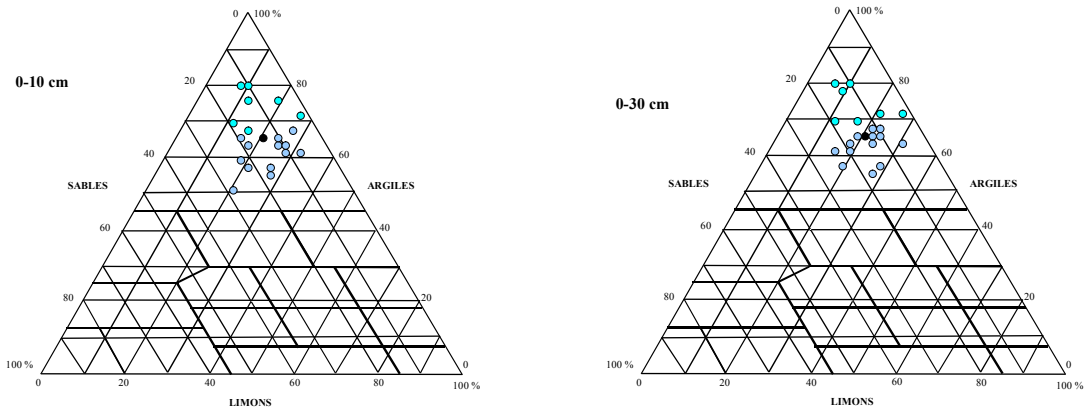


Figure VI.- Compositions granulométriques et textures des parcelles sur vertisols

Les vertisols calciques (sols Vc, Marin, Sainte Anne) posèdent des compositions granulométriques relativement stables : elles varient de 2 à 19 % de sables et de 66 à 81 % d'argiles en surface, et sont comprises entre 2 et 20 % de sables, 68 et 81 % d'argiles dans l'horizon 0-30 cm.

Les sols rouges à montmorillonite (sols I) sont classés, d'après le diagramme de texture, en sols argileux lourds avec en moyenne, 22 % de sables, 25 % de limons et 52 % d'argiles (**Figure VII**). Dans l'horizon 0-10 cm, les compositions granulométriques mesurées sont comprises entre 15 et 27 % de sables et 39 à 62 % d'argiles : les parcelles présentent des textures variant de sols argileux à sols argileux lourds. Dans les 30 premiers centimètres de sol, les textures granulométriques comportent entre 15 et 31 % de sables, 37 et 65 % d'argiles : les parcelles sont réparties de sols argileux à sols argileux lourds sur le diagramme de texture.

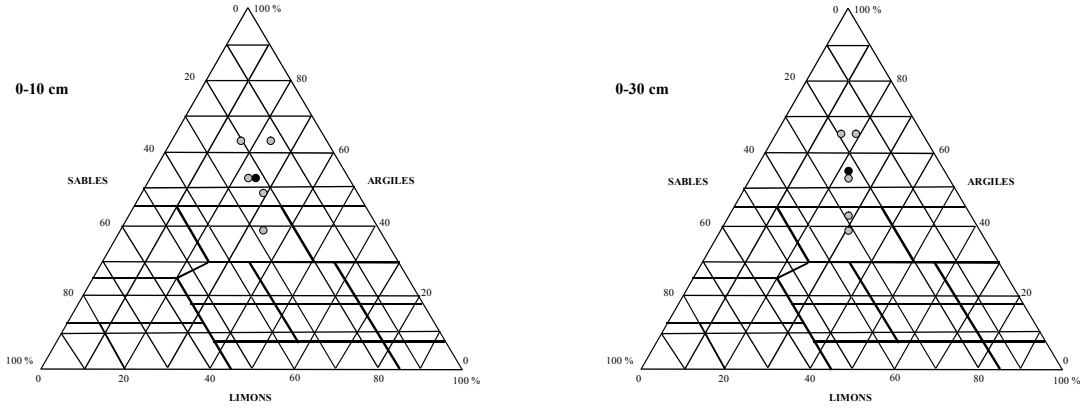


Figure VII.- Compositions granulométriques et textures des parcelles sur sols rouges à montmorillonite

2. DISCUSSION

Les parcelles étudiées présentent généralement, pour un type de sol donné, des textures granulométriques relativement stables. C'est le cas des sols à alluvions sableuses (sols As) classés, d'après le diagramme de texture, en sols sablo-argileux, ainsi que des ferrisols, vertisols et sols rouges à montmorillonite, classés en sols argileux lourds.

En revanche, les parcelles situées sur sols jeunes sur cendres et ponces, andosols et sols brun-rouille à halloysite, présentent une grande diversité des teneurs en argiles et en sables. Les sols jeunes sur cendres et ponces (sols J) se répartissent en sols sableux à sablo-argileux avec 54 à 86 % de sables et 4 à 19 % d'argiles. Les andosols (sols P et T) sont classés, d'après le diagramme de texture, en sols sablo-limoneux à argileux avec 31 à 77 % de sables et 7 à 46 % d'argiles. Les sols brun-rouille à halloysite (sols H) se répartissent, d'après le diagramme de texture, en sols sablo-argileux à sols argileux lourds avec 15 à 61 % de sables et 20 à 63 % d'argiles.

Il s'agit de sols jeunes, généralement riches en éléments grossiers, formés sur des projections volcaniques récentes et enrichis en éléments grossiers par le volcan actif de la Pelée. Ces sols se caractérisent par une succession d'horizons plus ou moins riches en ponces, alternant avec des horizons plus fins de cendres déjà fortement altérées ou par une succession d'horizons plus ou moins riches en éléments grossiers, alternant avec des niveaux plus argileux (COLMET-DAAGE et LAGACHE, 1965). Les profils plus éloignés du volcan et développés sur des roches volcaniques plus anciennes, sont plus riches en argiles.

Ces fortes variations texturales s'expliquent également par les différences de climat (pluviométrie, effet de foehn, etc.) existant d'une région à l'autre et donc par une évolution différente des sols. Ainsi, sur la côte atlantique beaucoup plus arrosée, l'altération de la roche-mère volcanique et la différenciation des horizons sont déjà nettement plus marquées que par rapport à des faciès appartenant au même type de sol, mais situés sur la côte caraïbe (QUANTIN et al., 1991). Ces variations climatiques vont se traduire par l'apparition d'intergrades plus ou moins évolués.

Ces différences texturales sont particulièrement importantes sur sols brun-rouille à halloysite (les teneurs en sables varient de 15 à 61 %, les teneurs en argiles de 20 à 63 %), ces sols formant des intergrades avec les sols jeunes sur cendres et ponces, les andosols, les ferrisols et les vertisols.

3. CONCLUSION

Tous types de sol confondus, les variations de la texture portent essentiellement sur les teneurs en argiles et en sables ; les teneurs en limons restent relativement stables.

Sur les 7 types de sol distingués à la Martinique par Colmet-Daage, sur la base de leur texture granulométrique et sur leur minéralogie, les sols « vieux » (sols à alluvions, ferrisols, vertisols et sols rouges à montmorillonite) présentent des textures relativement stables.

Les sols « jeunes » (sols jeunes sur cendres et ponces, andosols et sols brun-rouille à halloysite), présentent une grande diversité de textures. Cette hétérogénéité résulte de l'interaction de facteurs géologiques et climatiques et se traduit par l'apparition d'intergrades plus ou moins évolués. Il faudra en tenir compte lors des analyses ultérieures.

Annexes IV
Densités apparentes, Teneurs et Stocks en carbone des parcelles étudiées

Type de sol	Localités	Horizon (cm)	Eléments grossiers (> 2 mm)	Densité Apparente (g/cm3)	Teneur En C (mg/g sol)	Teneur En N (mg/g sol)	C/N	Stock C (kg/m2)	Moyenne Stock C (kg/m2)
Sols jeunes à allophanes	Macouba Ba	0_10	49,79	0,71	2,824	0,274	10,30	10,08	**9,06**
		10_20	52,53	0,77	2,378	0,223	10,68	8,71	**9,74**
		20_30	76,01	0,77	2,214	0,210	10,53	4,09	**7,59**
		30-40	78,14	0,75	1,033	0,093	11,16	1,70	**1,70**
		60-70	81,71	0,69	0,269	0,019	14,34	0,34	**0,34**
		90-100						_	_
		0_10	55,47	0,64	3,279	0,324	10,12	9,29	
		10_20	42,84	0,71	3,300	0,300	11,01	13,48	
		20_30	50,19	0,69	3,261	0,301	10,82	11,16	
		0_10	55,47	0,70	2,512	0,239	10,53	7,80	
		10_20	51,59	0,72	2,016	0,186	10,86	7,03	
		20_30	49,67	0,70	2,144	0,204	10,52	7,53	
Sols jeunes à allophanes	Basse-Pointe Ba 1	0_10		0,65	3,664	0,341	10,74	23,66	**27,97**
		10_20		0,64	3,579	0,340	10,53	22,98	**27,06**
		20_30		0,71	2,628	0,258	10,21	18,67	**25,03**
		30-40		0,77	3,060	0,293	10,43	23,63	**23,63**
		60-70		0,60	0,229	0,015	14,96	1,37	**1,37**
		90-100		0,64	0,190	0,013	14,46	_	_
		0_10		0,77	3,971	0,378	10,52	30,63	
		10_20		0,77	3,624	0,341	10,64	28,07	
		20_30		0,78	3,522	0,336	10,48	27,44	
		0_10		0,81	3,676	0,350	10,49	29,64	
		10_20		0,84	3,593	0,328	10,96	30,13	
		20_30		0,85	3,415	0,323	10,56	28,97	
Sols jeunes à allophanes	Ajoupa-Bouillon P	0_10		0,78	3,854	0,326	11,82	29,88	**30,53**
		10_20		0,77	3,433	0,289	11,87	26,34	**19,08**
		20_30		0,72	2,938	0,245	12,00	21,22	**14,13**
		30-40		0,70	1,417	0,140	10,14	9,92	**9,92**
		60-70		0,74	1,063	0,126	8,43	7,87	**7,87**
		90-100		0,65	0,443	0,063	7,00	_	_
		0_10		0,81	4,828	0,470	10,28	39,23	
		10_20		0,80	1,946	0,179	10,90	15,60	
		20_30		0,75	1,105	0,115	9,57	8,26	
		0_10		0,77	2,916	0,235	12,42	22,50	
		10_20		0,75	2,047	0,183	11,20	15,30	
		20_30		0,79	1,642	0,165	9,95	12,92	
Sols jeunes à allophanes	Ajoupa-Bouillon Vimi	0_10		0,64	5,391	0,499	10,80	34,37	**26,83**
		10_20		0,70	5,012	0,499	10,05	34,89	**24,82**
		20_30		0,52	4,525	0,417	10,85	23,64	**22,95**
		30-40		0,49	4,411	0,390	11,30	21,62	**21,62**
		60-70					_	_	_
		90-100					_	_	_
		0_10		0,65	4,225	0,330	12,81	27,26	
		10_20		0,53	3,936	0,313	12,57	20,79	
		20_30		0,67	3,869	0,307	12,60	25,81	
		0_10		0,73	2,586	0,203	12,71	18,86	
		10_20		0,75	2,515	0,198	12,73	18,78	
		20_30		0,81	2,396	0,180	13,28	19,39	
Sols jeunes à allophanes	Ajoupa-Bouillon F	0_10		0,78	4,563	0,358	12,75	35,38	**35,38**
		10_20		0,77	2,644	0,201	13,18	20,29	**20,29**
		20_30		0,72	2,232	0,169	13,17	16,12	**16,12**
		30-40		0,70	2,023	0,156	12,93	14,16	**14,16**
		60-70		0,74	1,994	0,162	12,29	14,76	**14,76**
		90-100		0,65	1,780	0,140	12,73	_	_
		0_10						_	
		10_20						_	
		20_30						_	
		0_10						_	
		10_20						_	
		20_30						_	

Annexes IV
Densités apparentes, Teneurs et Stocks en carbone des parcelles étudiées

Type de sol	Localités	Horizon (cm)		Densité Apparente (g/cm3)	Teneur En C (mg/g sol)	Teneur En N (mg/g sol)	C/N	Stock C (kg/m2)	Moyenne Stock C (kg/m2)
Sols jeunes à allophanes	St-Pierre Ca 3	0_10		1,12	2,649	0,235	11,28	29,63	**25,67**
		10_20		1,18	2,642	0,259	10,21	31,24	**24,60**
		20_30		1,07	1,380	0,131	10,54	14,72	**12,71**
		30-40		0,85	3,382	0,301	11,25	28,75	**28,75**
		60-70		0,74	2,358	0,206	11,42	17,51	**17,51**
		90-100						–	–
		0_10		1,15	2,239	0,220	10,19	25,72	
		10_20		1,10	1,700	0,148	11,49	18,77	
		20_30		0,93	1,167	0,109	10,75	10,91	
		0_10		0,92	2,364	0,232	10,19	21,65	
		10_20		1,03	2,299	0,202	11,37	23,79	
		20_30		1,01	1,236	0,119	10,40	12,50	
Sols jeunes à allophanes	Mne Vert F	0_10		0,59	6,598	0,551	11,98	39,03	**40,38**
		10_20		0,59	3,764	0,341	11,04	22,29	**27,80**
		20_30		0,58	3,623	0,320	11,31	20,88	**25,01**
		30-40		0,47	3,242	0,284	11,40	15,22	**15,22**
		60-70		0,35	2,102	0,150	14,03	7,29	**7,29**
		90-100		0,35	1,742	0,110		–	–
		0_10		0,48	7,495	0,592	12,65	36,24	
		10_20		0,63	3,175	0,264	12,01	19,98	
		20_30		0,58	2,310	0,185	12,46	13,31	
		0_10		0,38	11,959	0,985	12,14	45,86	
		10_20		0,59	6,945	0,610	11,38	41,12	
		20_30		0,58	7,087	0,634	11,18	40,84	
Sols jeunes à allophanes	Mne Vert P	0_10		0,63	4,085	0,388	10,52	25,67	**27,63**
		10_20		0,66	3,326	0,309	10,77	21,79	**22,54**
		20_30		0,70	3,387	0,334	10,13	23,59	**21,61**
		30-40		0,78	1,486	0,138	10,80	11,60	**3,87**
		60-70						–	–
		90-100						–	–
		0_10		0,81	3,200	0,319	11,85	25,90	
		10_20		0,66	2,678	0,270	10,63	17,76	
		20_30		0,70	2,536	0,252	10,07	17,79	
		0_10		0,79	3,947	0,383	10,31	31,31	
		10_20		0,69	4,093	0,396	10,33	28,06	
		20_30		0,69	3,382	0,326	10,37	23,44	
Sols jeunes à allophanes	Mne Vert Mami	0_10		0,61	4,520	0,465	9,73	27,49	**24,12**
		10_20		0,63	3,717	0,395	9,41	23,44	**18,98**
		20_30		0,63	3,697	0,379	9,76	23,21	**17,29**
		30-40		0,64	3,245	0,335	9,69	20,81	**6,94**
		60-70						–	–
		90-100						–	–
		0_10		0,71	2,685	0,261	10,27	19,17	
		10_20		0,61	2,045	0,207	9,88	12,52	
		20_30		0,56	1,844	0,166	11,09	10,34	
		0_10		0,76	3,403	0,357	9,53	25,70	
		10_20		0,75	2,785	0,281	9,92	21,00	
		20_30		0,74	2,482	0,255	9,72	18,33	
Sols jeunes à allophanes	Mne Vert Fleur	0_10		0,61	6,110	0,615	9,93	37,16	**37,16**
		10_20		0,63	5,215	0,554	9,41	32,88	**32,88**
		20_30		0,63	4,826	0,482	10,02	30,29	**30,29**
		30-40		0,64	3,096	0,321	9,64	19,86	**19,86**
		60-70						–	–
		90-100						–	–
		0_10						–	
		10_20						–	
		20_30						–	
		0_10						–	
		10_20						–	
		20_30						–	

Annexes IV
Densités apparentes, Teneurs et Stocks en carbone des parcelles étudiées

Type de sol	Localités	Horizon (cm)		Densité Apparente (g/cm3)	Teneur En C (mg/g sol)	Teneur En N (mg/g sol)	C/N	Stock C (kg/m2)	Moyenne Stock C (kg/m2)
Andosols sur tufs	Gros-Morne Ba	0_10		0,87	1,355	0,094	14,43	11,77	**13,21**
		10_20		0,90	0,492	0,037	13,25	4,41	**9,22**
		20_30		0,93	0,698	0,057	12,32	6,47	**8,89**
		30-40		0,80	0,876	0,083	10,56	7,00	**2,33**
		60-70		0,70	1,230	0,099	12,41	8,59	**8,59**
		90-100		0,77	1,961	0,183	10,74	15,18	**15,18**
		0_10		0,92	1,343	0,098	13,67	12,42	
		10_20		0,99	0,877	0,068	12,90	8,70	
		20_30		1,03	0,663	0,070	9,52	6,81	
		0_10		1,03	1,501	0,115	13,06	15,45	
		10_20		1,00	1,450	0,125	11,57	14,53	
		20_30		1,04	1,281	0,098	13,06	13,38	
Andosols sur tufs	Gros-Morne F	0_10		0,69	5,438	0,448	12,13	37,61	**37,61**
		10_20		0,69	3,977	0,359	11,07	27,53	**27,53**
		20_30		0,68	3,248	0,264	12,32	21,97	**21,97**
		30-40		0,66	2,897	0,253	11,44	19,10	**19,10**
		60-70		0,68	2,657	0,224	11,86	18,04	**18,04**
		90-100		0,67	1,771	0,179	9,87	11,94	**11,94**
		0_10						–	
		10_20						–	
		20_30						–	
		0_10						–	
		10_20						–	
		20_30						–	
Andosols sur tufs	Ste-Marie P 2	0_10		0,92	1,420	0,140	10,15	13,10	**23,34**
		10_20		1,10	1,144	0,100	11,47	12,61	**14,91**
		20_30		1,08	1,056	0,103	10,21	11,44	**8,78**
		30-40		1,01	0,965	0,095	10,18	9,73	**3,24**
		60-70		1,09	0,778	0,075	10,42	8,51	**8,51**
		90-100		0,86	2,004	0,173	11,57	17,33	**17,33**
		0_10		1,21	1,675	0,169	9,89	20,29	
		10_20		1,23	1,394	0,141	9,92	17,16	
		20_30		1,27	0,436	0,052	8,41	5,54	
		0_10		1,11	3,288	0,323	10,19	36,62	
		10_20		1,24	1,206	0,124	9,72	14,98	
		20_30		1,27	0,735	0,073	10,11	9,36	
Sols jeunes sur cendres et ponces	Macouba Ca 1	0_10		0,78	3,732	0,318	11,72	29,04	**25,75**
		10_20		0,81	2,783	0,247	11,29	22,41	**24,46**
		20_30		0,67	2,951	0,268	11,00	19,79	**23,33**
		30-40		0,65	1,981	0,184	10,74	12,97	**4,32**
		60-70		0,65	0,413	0,030	13,65	2,70	**2,70**
		90-100		0,65	0,321	0,016	20,64	2,10	**2,10**
		0_10		0,80	3,095	0,276	11,21	24,86	
		10_20		0,81	3,145	0,279	11,26	25,56	
		20_30		0,78	3,167	0,287	11,05	24,55	
		0_10		0,85	2,755	0,240	11,46	23,36	
		10_20		0,86	2,960	0,269	11,01	25,41	
		20_30		0,83	3,098	0,279	11,12	25,64	
Sols jeunes sur cendres et ponces	Macouba Ca 2	0_10		0,75	3,013	0,256	11,75	22,50	**26,13**
		10_20		0,92	1,798	0,165	10,88	16,45	**22,86**
		20_30		0,86	2,010	0,186	10,83	17,23	**17,76**
		30-40		0,78	2,245	0,214	10,49	17,53	**5,84**
		60-70					–	–	–
		90-100					–	–	–
		0_10		0,80	3,582	0,315	11,37	28,64	
		10_20		0,88	2,716	0,241	11,26	24,03	
		20_30		0,80	1,937	0,167	11,60	15,52	
		0_10		0,75	3,611	0,304	11,88	27,23	
		10_20		0,77	3,663	0,287	12,79	28,10	
		20_30		0,71	2,882	0,248	11,62	20,54	

Annexes IV
Densités apparentes, Teneurs et Stocks en carbone des parcelles étudiées

Type de sol	Localités	Horizon (cm)		Densité Apparente (g/cm3)	Teneur En C (mg/g sol)	Teneur En N (mg/g sol)	C/N	Stock C (kg/m2)	Moyenne Stock C (kg/m2)
Sols jeunes sur cendres et ponces	Macouba Ca 3	0_10		0,57	3,732	0,318	11,72	21,11	**21,21**
		10_20		0,67	2,783	0,247	11,29	18,55	**20,28**
		20_30		0,80	2,951	0,268	11,00	23,59	**24,90**
		30-40		0,77	1,981	0,184	10,74	15,29	**5,10**
		60-70			0,413	0,030	13,65	_	_
		90-100			0,321	0,016	20,64	_	_
		0_10		0,74	3,095	0,276	11,21	22,86	
		10_20		0,70	3,145	0,279	11,26	22,01	
		20_30		0,76	3,167	0,287	11,05	24,02	
		0_10		0,71	2,755	0,240	11,46	19,66	
		10_20		0,69	2,960	0,269	11,01	20,29	
		20_30		0,87	3,098	0,279	11,12	27,09	
Sols jeunes sur cendres et ponces	Macouba An	0_10		0,75	3,013	0,256	11,75	22,73	**24,53**
		10_20		0,82	1,798	0,165	10,88	14,81	**20,00**
		20_30		0,80	2,010	0,186	10,83	16,11	**16,91**
		30-40		0,76	2,245	0,214	10,49	17,01	**17,01**
		60-70					_	_	_
		90-100					_	_	_
		0_10		0,71	3,582	0,315	11,37	25,56	
		10_20		0,72	2,716	0,241	11,26	19,56	
		20_30		0,75	1,937	0,167	11,60	14,44	
		0_10		0,70	3,611	0,304	11,88	25,30	
		10_20		0,70	3,663	0,287	12,79	25,64	
		20_30		0,70	2,882	0,248	11,62	20,19	
Sols jeunes sur cendres et ponces	Basse-Pointe Ba 2	0_10		0,93	3,332	0,280	11,91	30,83	**26,54**
		10_20		0,97	2,548	0,214	11,90	24,74	**24,38**
		20_30		0,96	3,138	0,262	11,96	30,22	**26,98**
		30-40		0,93	2,917	0,236	12,34	27,05	**27,05**
		60-70		0,77	2,368	0,195	12,14	18,23	**18,23**
		90-100		0,68	0,336	0,026	12,94	2,30	**2,30**
		0_10		0,97	2,728	0,236	11,58	26,37	
		10_20		1,08	2,535	0,209	12,13	27,28	
		20_30		1,21	2,370	0,192	12,35	28,74	
		0_10		0,96	2,326	0,203	11,43	22,43	
		10_20		0,97	2,168	0,182	11,88	21,13	
		20_30		1,04	2,120	0,180	11,81	21,97	
Sols jeunes sur cendres et ponces	Basse-Pointe An	0_10		0,83	2,943	0,255	11,55	24,46	**27,80**
		10_20		0,89	2,537	0,220	11,53	22,54	**26,55**
		20_30		0,92	2,665	0,216	12,34	24,41	**27,24**
		30-40		0,75	2,494	0,213	11,70	18,68	**18,68**
		60-70		0,83	1,271	0,118	10,73	10,51	**10,51**
		90-100		0,77	0,937	0,089	10,47	7,17	**7,17**
		0_10		1,00	2,577	0,216	11,92	25,81	
		10_20		0,98	2,821	0,227	12,43	27,65	
		20_30		1,12	2,530	0,214	11,84	28,40	
		0_10		0,96	3,452	0,245	14,09	33,13	
		10_20		0,99	2,976	0,252	11,79	29,45	
		20_30		1,04	2,772	0,287	9,67	28,91	
Sols jeunes sur cendres et ponces	Basse-Pointe Ca	0_10		1,06	2,259	0,157	14,41	23,85	**26,24**
		10_20		1,19	1,981	0,136	14,60	23,57	**23,12**
		20_30		1,10	1,959	0,135	14,49	21,49	**18,54**
		30-40		1,01	1,738	0,121	14,40	17,59	**17,59**
		60-70		0,97	0,600	0,033	18,46	5,81	**5,81**
		90-100		0,76	0,263	0,015	17,72	2,01	**2,01**
		0_10		1,13	2,435	0,175	13,88	27,51	
		10_20		1,11	1,877	0,129	14,50	20,82	
		20_30		1,20	1,044	0,071	14,73	12,56	
		0_10		1,35	2,031	0,155	13,10	27,38	
		10_20		1,34	1,862	0,153	12,15	24,98	
		20_30		1,28	1,682	0,129	13,09	21,58	

Annexes IV
Densités apparentes, Teneurs et Stocks en carbone des parcelles étudiées

Type de sol	Localités	Horizon (cm)		Densité Apparente (g/cm3)	Teneur En C (mg/g sol)	Teneur En N (mg/g sol)	C/N	Stock C (kg/m2)	Moyenne Stock C (kg/m2)
Sols jeunes sur cendres et ponces	Carbet Ba 1	0_10		1,16	1,585	0,142	11,13	18,43	**29,49**
		10_20		1,48	0,965	0,097	9,97	14,33	**24,80**
		20_30		1,44	0,678	0,065	10,36	9,79	**9,90**
		30-40		1,32	0,562	0,059	9,51	7,42	**7,42**
		60-70		1,24	0,331	0,045	7,33	4,12	**4,12**
		90-100						–	–
		0_10		1,06	1,314	0,117	14,05	13,87	
		10_20		1,24	1,063	0,094	9,09	13,19	
		20_30		1,23	0,854	0,104	8,19	10,49	
		0_10		1,38	4,070	0,306	13,29	56,16	
		10_20		1,47	3,198	0,267	11,99	46,89	
		20_30		1,36	0,693	0,079	8,78	9,42	
Sols jeunes sur cendres et ponces	Carbet Ba 2	0_10		1,06	0,709	0,079	8,98	7,54	**12,21**
		10_20		1,09	0,595	0,066	8,99	6,46	**9,33**
		20_30		1,06	0,501	0,059	8,46	5,32	**6,43**
		30-40		1,26	0,324	0,043	7,55	4,08	**4,08**
		60-70						–	–
		90-100						–	–
		0_10		1,19	0,954	0,098	9,79	11,34	
		10_20		1,23	0,570	0,067	8,53	7,00	
		20_30		1,19	0,315	0,040	7,93	3,76	
		0_10		1,11	1,595	0,148	10,80	17,74	
		10_20		1,02	1,426	0,138	10,33	14,53	
		20_30		1,07	0,959	0,089	10,82	10,23	
Sols jeunes sur cendres et ponces	Carbet P	0_10		1,02	1,185	0,124	9,54	12,04	**14,46**
		10_20		1,27	1,084	0,113	9,63	13,82	**14,62**
		20_30		1,32	0,535	0,054	9,86	7,07	**11,90**
		30-40		1,16	0,410	0,042	9,66	4,77	**1,59**
		60-70		1,09	0,424	0,040	10,65	4,64	**11,10**
		90-100		1,06	0,433	0,040	10,94	4,59	**9,32**
		0_10		0,90	1,793	0,147	12,18	16,05	
		10_20		1,02	1,615	0,139	11,62	16,49	
		20_30		1,06	1,378	0,122	11,26	14,59	
		0_10		0,94	1,634	0,169	9,69	15,30	
		10_20		1,14	1,183	0,123	9,62	13,54	
		20_30		1,38	1,017	0,111	9,16	14,04	
Sols jeunes sur cendres et ponces	Carbet MaFi	0_10		1,13	1,183	0,117	10,11	13,38	**12,70**
		10_20		1,22	0,807	0,081	9,93	9,83	**10,99**
		20_30		1,31	0,450	0,046	9,68	5,90	**9,22**
		30-40		1,17	0,419	0,042	9,90	4,89	**4,89**
		60-70						–	–
		90-100						–	–
		0_10		1,11	0,990	0,101	9,78	11,01	
		10_20		1,32	0,808	0,084	9,57	10,68	
		20_30		1,37	0,702	0,075	9,41	9,60	
		0_10		1,21	1,131	0,116	9,76	13,71	
		10_20		1,27	0,983	0,090	10,86	12,45	
		20_30		1,33	0,916	0,098	9,34	12,16	
Sols jeunes sur cendres et ponces	St-Pierre Ca 1	0_10		1,18	1,379	0,120	11,53	16,34	**15,95**
		10_20		1,28	1,055	0,082	12,85	13,45	**12,10**
		20_30		1,15	1,479	0,120	12,34	17,06	**12,19**
		30-40		1,00	1,305	0,104	12,55	13,04	**13,04**
		60-70		0,83	0,737	0,061	12,13	6,14	**6,14**
		90-100		0,81	0,555	0,029	19,36	4,49	**4,49**
		0_10		1,16	1,490	0,101	14,82	17,30	
		10_20		1,35	0,802	0,057	14,07	10,80	
		20_30		1,10	0,798	0,050	15,95	8,75	
		0_10		1,28	1,110	0,088	12,64	14,21	
		10_20		1,21	0,992	0,078	12,75	12,05	
		20_30		1,26	0,854	0,071	12,03	10,74	

Annexes IV
Densités apparentes, Teneurs et Stocks en carbone des parcelles étudiées

Type de sol	Localités	Horizon (cm)		Densité Apparente (g/cm3)	Teneur En C (mg/g sol)	Teneur En N (mg/g sol)	C/N	Stock C (kg/m2)	Moyenne Stock C (kg/m2)
Sols jeunes sur cendres et ponces	St-Pierre Ca 2	0_10		1,15	1,740	0,121	14,35	20,03	**22,75**
		10_20		1,19	1,494	0,114	13,11	17,70	**16,28**
		20_30		1,40	2,080	0,162	12,84	29,11	**14,72**
		30-40		1,20	0,859	0,062	13,92	10,27	**10,27**
		60-70						–	–
		90-100						–	–
		0_10		1,22	1,818	0,142	12,83	22,24	
		10_20		1,28	0,823	0,052	15,95	10,53	
		20_30		1,28	0,435	0,034	12,62	5,56	
		0_10		1,16	2,242	0,167	13,40	25,97	
		10_20		1,26	1,635	0,124	13,23	20,61	
		20_30		1,15	0,823	0,058	14,13	9,49	
Sols jeunes sur cendres et ponces	St-Pierre P	0_10		1,02	2,317	0,138	16,85	23,68	**36,05**
		10_20		1,07	2,223	0,133	16,67	23,75	**27,53**
		20_30		1,08	1,682	0,127	13,24	18,16	**24,00**
		30-40		1,03	1,433	0,091	15,80	14,81	**14,81**
		60-70		0,77	1,327	0,225	5,89	10,22	**10,22**
		90-100		0,74	0,919	0,207	4,44	6,81	**6,81**
		0_10		0,66	7,546	0,652	11,57	49,45	
		10_20		0,86	3,808	0,380	10,03	32,62	
		20_30		0,85	4,030	0,392	10,27	34,38	
		0_10		0,86	4,049	0,365	11,09	35,01	
		10_20		0,86	3,064	0,297	10,33	26,22	
		20_30		0,93	2,103	0,194	10,83	19,46	
Sols jeunes sur cendres et ponces	St-Pierre Jc	0_10		0,89	2,289	0,182	12,59	20,30	**21,10**
		10_20		0,91	1,766	0,161	10,95	16,00	**16,15**
		20_30		0,84	1,700	0,160	10,61	14,32	**14,14**
		30-40		0,82	1,611	0,150	10,71	13,15	**13,15**
		60-70						–	–
		90-100						–	–
		0_10		0,93	1,565	0,143	10,92	14,50	
		10_20		0,92	1,475	0,138	10,68	13,62	
		20_30		0,95	1,261	0,121	10,43	12,00	
		0_10		0,94	3,023	0,278	10,89	28,50	
		10_20		0,76	2,475	0,231	10,70	18,82	
		20_30		0,90	1,795	0,176	10,22	16,12	
Sols jeunes sur cendres et ponces	St-Pierre Mafi	0_10		0,83	2,447	0,227	10,76	20,35	**19,46**
		10_20		0,98	2,190	0,211	10,36	21,45	**16,89**
		20_30		0,90	2,181	0,120	18,22	19,67	**15,44**
		30-40		0,81	2,141	0,178	12,00	17,26	**17,26**
		60-70		0,79	1,267	0,168	7,56	10,05	**10,05**
		90-100		0,80	0,538	0,045	11,92	4,29	**4,29**
		0_10		0,80	3,069	0,221	13,87	24,59	
		10_20		0,74	2,105	0,194	10,84	15,66	
		20_30		0,75	1,714	0,163	10,52	12,81	
		0_10		0,86	1,563	0,151	10,32	13,44	
		10_20		0,89	1,530	0,145	10,52	13,58	
		20_30		0,94	1,475	0,141	10,48	13,85	
Sols brun-rouille à halloysite	Fds St Denis Vimi	0_10		1,11	1,845	0,175	10,57	20,50	**24,52**
		10_20		1,14	1,102	0,113	9,77	12,51	**16,75**
		20_30		1,09	1,131	0,113	9,99	12,29	**14,00**
		30-40		1,05	1,227	0,122	10,05	12,87	**4,29**
		60-70		0,83	1,264	0,143	8,82	10,51	**10,51**
		90-100		0,92	1,088	0,123	8,84	9,96	**9,96**
		0_10		1,16	2,019	0,177	11,39	23,42	
		10_20		1,35	1,261	0,120	10,50	16,99	
		20_30		1,31	0,834	0,080	10,41	10,97	
		0_10		1,26	2,345	0,191	12,26	29,66	
		10_20		1,25	1,663	0,140	11,89	20,77	
		20_30		1,29	1,458	0,131	11,17	18,74	

Annexes IV
Densités apparentes, Teneurs et Stocks en carbone des parcelles étudiées

Type de sol	Localités	Horizon (cm)		Densité Apparente (g/cm3)	Teneur En C (mg/g sol)	Teneur En N (mg/g sol)	C/N	Stock C (kg/m2)	Moyenne Stock C (kg/m2)
Sols brun-rouille à halloysite	Fds St Denis F	0_10		0,92	4,117	0,339	12,14	37,73	**36,76**
		10_20		0,97	1,496	0,131	11,38	14,46	**20,66**
		20_30		0,98	1,031	0,098	10,48	10,07	**15,53**
		30-40		0,99	0,691	0,080	8,58	6,82	**6,82**
		60-70						–	–
		90-100						–	–
		0_10		0,98	3,920	0,302	12,98	38,59	
		10_20		1,12	2,114	0,178	11,88	23,69	
		20_30		1,16	1,710	0,142	12,08	19,82	
		0_10		0,95	3,572	0,317	11,27	33,95	
		10_20		1,04	2,283	0,223	10,25	23,82	
		20_30		1,07	1,563	0,152	10,28	16,70	
Sols brun-rouille à halloysite	Fds St Denis MaFi	0_10		0,92	2,231	0,196	11,41	20,54	**26,96**
		10_20		0,99	1,924	0,182	10,60	18,97	**23,42**
		20_30		0,99	1,160	0,123	9,45	11,51	**19,51**
		30-40		0,88	1,004	0,108	9,31	8,81	**2,94**
		60-70		0,78	0,615	0,067	9,25	4,79	**4,79**
		90-100		0,60	1,185	0,118	10,01	7,10	**7,10**
		0_10		1,01	3,214	0,225	14,31	32,34	
		10_20		0,91	2,957	0,191	15,47	26,87	
		20_30		0,93	2,488	0,219	11,34	23,09	
		0_10		1,06	2,636	0,207	12,73	28,01	
		10_20		0,95	2,580	0,236	10,95	24,43	
		20_30		1,01	2,376	0,221	10,74	23,92	
Sols brun-rouille à halloysite	Fds St Denis Mami	0_10		0,88	3,135	0,269	11,64	27,65	**33,03**
		10_20		1,01	2,210	0,196	11,28	22,42	**23,50**
		20_30		0,98	1,286	0,122	10,51	12,54	**18,69**
		30-40		0,97	0,959	0,093	10,31	9,32	**3,11**
		60-70						–	–
		90-100						–	–
		0_10		0,93	4,821	0,425	11,34	44,91	
		10_20		1,09	2,322	0,216	10,76	25,22	
		20_30		1,06	2,070	0,187	11,05	21,94	
		0_10		0,95	2,791	0,282	9,91	26,53	
		10_20		0,96	2,371	0,234	10,13	22,86	
		20_30		0,95	2,284	0,231	9,89	21,59	
Sols brun-rouille à halloysite	Carbet Ca	0_10		1,13	1,690	0,126	13,42	19,08	**22,23**
		10_20		1,25	1,291	0,102	12,63	16,07	**16,01**
		20_30		1,17	1,149	0,094	12,17	13,39	**15,36**
		30-40		1,08	0,600	0,049	12,16	6,49	**2,16**
		60-70		1,04	0,260	0,025	10,55	2,71	**2,71**
		90-100		1,11	0,362	0,037	9,81	4,01	**4,01**
		0_10		1,14	2,315	0,181	12,79	26,42	
		10_20		1,13	1,376	0,110	12,56	15,55	
		20_30		1,16	1,427	0,114	12,47	16,53	
		0_10		1,09	1,937	0,151	12,86	21,19	
		10_20		1,03	1,590	0,125	12,76	16,40	
		20_30		1,08	1,492	0,113	13,23	16,16	
Sols brun-rouille à halloysite	Case-Pilote Mami	0_10		0,92	1,891	0,178	10,62	17,37	**19,86**
		10_20		1,05	1,657	0,158	10,51	17,32	**16,88**
		20_30		1,21	0,675	0,069	9,82	8,18	**9,21**
		30-40		1,09	0,426	0,046	9,26	4,63	**1,54**
		60-70		1,01	0,427	0,044	9,77	4,33	**4,33**
		90-100		0,97	0,154	0,016	9,53	1,49	**1,49**
		0_10		1,04	2,124	0,182	11,66	22,13	
		10_20		0,96	1,871	0,174	10,78	17,97	
		20_30		1,10	1,216	0,115	10,57	13,37	
		0_10		1,11	1,805	0,164	11,00	20,07	
		10_20		1,07	1,440	0,131	11,00	15,34	
		20_30		1,09	0,560	0,051	10,99	6,08	

Annexes IV
Densités apparentes, Teneurs et Stocks en carbone des parcelles étudiées

Type de sol	Localités	Horizon (cm)		Densité Apparente (g/cm3)	Teneur En C (mg/g sol)	Teneur En N (mg/g sol)	C/N	Stock C (kg/m2)	Moyenne Stock C (kg/m2)
Sols brun-rouille	Case-Pilote P	0_10		1,03	2,777	0,239	11,60	28,51	**29,70**
à halloysite		10_20		1,07	2,321	0,200	11,59	24,81	**23,95**
		20_30		1,05	2,399	0,200	11,99	25,16	**23,41**
		30-40		1,19	1,359	0,125	10,84	16,22	**5,41**
		60-70		1,12	0,721	0,078	9,29	8,09	**8,09**
		90-100		1,08	0,461	0,047	9,82	4,97	**4,97**
		0_10		1,19	2,218	0,210	10,56	26,39	
		10_20		1,11	1,795	0,186	9,68	19,86	
		20_30		1,03	1,794	0,181	9,89	18,41	
		0_10		1,21	2,828	0,226	12,50	34,18	
		10_20		1,06	2,553	0,216	11,82	27,16	
		20_30		0,94	2,847	0,223	12,78	26,65	
Sols brun-rouille	Case-Pilote F	0_10		0,72	6,287	0,446	14,09	45,33	**41,35**
à halloysite		10_20		0,97	1,614	0,160	10,07	15,62	**21,40**
		20_30		1,01	0,928	0,094	9,91	9,33	**15,95**
		30-40		1,10	0,790	0,082	9,69	8,68	**2,89**
		60-70		1,08	0,524	0,056	9,40	5,68	**5,68**
		90-100		0,87	0,427	0,045	9,42	3,73	**3,73**
		0_10		0,69	4,248	0,330	12,86	29,25	
		10_20		0,97	2,224	0,189	11,77	21,65	
		20_30		1,11	1,594	0,129	12,33	17,72	
		0_10		0,86	5,745	0,402	14,30	49,47	
		10_20		0,92	2,917	0,250	11,65	26,93	
		20_30		0,94	2,205	0,200	11,00	20,80	
Sols brun-rouille	Schoelcher Mami	0_10		1,02	1,640	0,162	10,11	16,75	**16,07**
à halloysite		10_20		1,15	1,346	0,136	9,90	15,52	**16,69**
		20_30		1,24	0,738	0,085	8,71	9,12	**14,30**
		30-40		1,12	0,615	0,071	8,71	6,89	**2,30**
		60-70					–	–	–
		90-100					–	–	–
		0_10		1,05	1,663	0,169	9,86	17,46	
		10_20		1,17	1,578	0,163	9,67	18,52	
		20_30		1,21	1,435	0,148	9,71	17,44	
		0_10		0,99	1,411	0,152	9,27	14,02	
		10_20		1,13	1,417	0,151	9,38	16,04	
		20_30		1,26	1,299	0,139	9,35	16,33	
Sols brun-rouille	Schoelcher P	0_10		1,18	1,371	0,138	9,95	16,22	**20,44**
à halloysite		10_20		1,17	1,162	0,127	9,18	13,57	**16,64**
		20_30		1,13	0,906	0,103	8,83	10,23	**14,62**
		30-40		1,12	0,477	0,060	7,97	5,35	**5,35**
		60-70						–	–
		90-100						–	–
		0_10		1,30	1,897	0,189	10,03	24,59	
		10_20		1,25	1,514	0,161	9,39	18,95	
		20_30		1,20	1,368	0,149	9,20	16,44	
		0_10		1,16	1,763	0,171	10,31	20,51	
		10_20		1,28	1,356	0,142	9,57	17,41	
		20_30		1,32	1,301	0,136	9,59	17,20	
Sols brun-rouille	Schoelcher F	0_10		0,75	5,055	0,448	11,28	37,80	**37,80**
à halloysite		10_20		1,02	1,791	0,173	10,37	18,27	**18,27**
		20_30		1,13	0,597	0,052	11,52	6,72	**6,72**
		30-40		1,21	0,218	0,023	9,54	2,65	**2,65**
		60-70		1,21	0,180	0,026	6,94	2,18	**2,18**
		90-100		1,21	0,132	0,018	7,39	1,61	**1,61**
		0_10						–	
		10_20						–	
		20_30						–	
		0_10						–	
		10_20						–	
		20_30						–	

Annexes IV
Densités apparentes, Teneurs et Stocks en carbone des parcelles étudiées

Type de sol	Localités	Horizon (cm)		Densité Apparente (g/cm3)	Teneur En C (mg/g sol)	Teneur En N (mg/g sol)	C/N	Stock C (kg/m2)	Moyenne Stock C (kg/m2)
Sols brun-rouille	St-Joseph Ba 1	0_10		0,84	1,750	0,170	10,32	14,74	**19,91**
à halloysite		10_20		0,84	1,518	0,142	10,69	12,72	**15,51**
		20_30		0,83	1,502	0,147	10,23	12,53	**14,62**
		30-40		0,91	0,855	0,079	10,83	7,78	**2,59**
		60-70		1,00	0,340	0,035	9,77	3,40	**3,40**
		90-100		0,96	0,317	0,029	10,91	3,03	**3,03**
		0_10		0,99	2,022	0,198	10,23	19,99	
		10_20		0,99	1,339	0,136	9,84	13,25	
		20_30		1,02	1,247	0,130	9,60	12,66	
		0_10		1,05	2,379	0,230	10,36	24,99	
		10_20		1,06	1,929	0,182	10,61	20,55	
		20_30		1,08	1,733	0,166	10,44	18,65	
Sols brun-rouille	St-Joseph Ba 2	0_10		0,85	1,664	0,166	10,02	14,20	**19,59**
à halloysite		10_20		0,76	1,416	0,146	9,68	10,75	**15,13**
		20_30		0,82	1,453	0,150	9,68	11,92	**14,05**
		30-40		0,84	1,237	0,130	9,55	10,42	**3,47**
		60-70		0,81	0,738	0,082	9,06	5,95	**5,95**
		90-100		0,89	0,425	0,047	9,11	3,78	**3,78**
		0_10		1,03	2,241	0,230	9,75	23,06	
		10_20		1,01	1,633	0,167	9,76	16,46	
		20_30		0,94	1,334	0,137	9,70	12,51	
		0_10		1,06	2,027	0,170	11,95	21,51	
		10_20		1,13	1,614	0,192	8,39	18,19	
		20_30		1,06	1,678	0,174	9,63	17,72	
Sols brun-rouille	St-Joseph Ba 3	0_10		0,81	1,626	0,162	10,04	13,23	**14,21**
à halloysite		10_20		0,78	1,441	0,145	9,96	11,25	**12,73**
		20_30		0,79	1,367	0,135	10,14	10,81	**12,90**
		30-40		0,88	1,320	0,136	9,73	11,58	**3,86**
		60-70		0,89	0,345	0,035	9,78	3,08	**3,08**
		90-100		1,03	0,334	0,032	10,38	3,46	**3,46**
		0_10		1,00	1,604	0,144	11,16	16,07	
		10_20		0,96	1,412	0,133	10,61	13,50	
		20_30		1,01	1,411	0,128	11,06	14,26	
		0_10		0,92	1,442	0,141	10,20	13,31	
		10_20		0,94	1,424	0,137	10,36	13,43	
		20_30		0,98	1,385	0,137	10,12	13,62	
Sols brun-rouille	St-Joseph F	0_10		0,74	3,534	0,363	9,73	26,14	**36,06**
à halloysite		10_20		0,93	2,120	0,213	9,94	19,64	**20,71**
		20_30		0,93	1,774	0,169	10,50	16,47	**16,11**
		30-40		0,93	1,298	0,116	11,18	12,01	**4,00**
		60-70		0,93	0,497	0,038	13,04	4,64	**4,64**
		90-100		1,01	0,253	0,019	13,41	2,55	**2,55**
		0_10		0,91	4,708	0,471	10,00	42,99	
		10_20		1,12	1,846	0,177	10,45	20,68	
		20_30		1,12	1,538	0,146	10,52	17,17	
		0_10		0,80	4,893	0,500	9,78	39,06	
		10_20		1,05	2,088	0,206	10,11	21,82	
		20_30		0,98	1,491	0,147	10,15	14,68	
Sols brun-rouille	St-Joseph Ba 4	0_10		0,85	1,767	0,171	10,35	14,93	**18,30**
à halloysite		10_20		0,84	1,442	0,141	10,19	12,05	**14,14**
		20_30		0,87	0,959	0,096	9,95	8,37	**11,40**
		30-40		1,01	0,560	0,059	9,53	5,63	**1,88**
		60-70		1,05	0,303	0,031	9,79	3,17	**3,17**
		90-100		1,10	0,211	0,020	10,78	2,32	**2,32**
		0_10		1,01	1,997	0,201	9,96	20,26	
		10_20		1,00	1,590	0,157	10,13	15,96	
		20_30		1,02	1,318	0,134	9,84	13,42	
		0_10		1,00	1,976	0,193	10,21	19,73	
		10_20		1,08	1,330	0,134	9,92	14,40	
		20_30		1,06	1,173	0,119	9,83	12,40	

Annexes IV
Densités apparentes, Teneurs et Stocks en carbone des parcelles étudiées

Type de sol	Localités	Horizon (cm)		Densité Apparente (g/cm3)	Teneur En C (mg/g sol)	Teneur En N (mg/g sol)	C/N	Stock C (kg/m2)	Moyenne Stock C (kg/m2)
Sols brun-rouille	St-Joseph Vg 1	0_10		0,97	1,465	0,135	10,88	14,17	**16,34**
à halloysite	(Inter-rang)	10_20		0,94	1,297	0,100	12,96	12,17	**10,88**
		20_30		0,85	1,217	0,090	13,59	10,33	**8,44**
		30-40		0,86	0,939	0,095	9,90	8,04	**2,68**
		60-70		0,92	0,464	0,029	15,85	4,29	**4,29**
		90-100		1,09	0,262	0,023	11,35	2,86	**2,86**
		0_10		0,98	2,155	0,156	13,81	21,21	
		10_20		0,91	1,421	0,152	9,33	12,89	
		20_30		0,93	0,803	0,099	8,10	7,48	
		0_10		1,06	1,286	0,207	6,21	13,65	
		10_20		0,97	0,782	0,099	7,90	7,59	
		20_30		0,92	0,819	0,099	8,25	7,52	
Sols brun-rouille	St-Joseph Vg 2	0_10		0,72	1,165	0,135	8,65	8,34	**19,21**
à halloysite	(Rang)	10_20		0,91	0,694	0,100	6,93	6,31	**9,69**
		20_30		0,88	0,774	0,090	8,64	6,80	**7,66**
		30-40		0,85	0,646	0,095	6,81	5,52	**1,84**
		60-70		1,02	0,112	0,029	3,81	1,14	**1,14**
		90-100		1,13	0,115	0,023	4,99	1,31	**1,31**
		0_10		1,06	1,638	0,156	10,50	17,43	
		10_20		0,96	1,164	0,152	7,64	11,19	
		20_30		0,89	0,820	0,099	8,27	7,30	
		0_10		1,09	2,923	0,207	14,11	31,87	
		10_20		0,98	1,180	0,099	11,91	11,56	
		20_30		0,79	1,119	0,099	11,27	8,87	
Sols brun-rouille	St-Joseph Vg 3	0_10		0,79	1,809	0,157	11,51	14,33	**14,93**
à halloysite	(Rang)	10_20		0,86	1,266	0,102	12,37	10,90	**11,12**
		20_30		0,84	0,811	0,100	8,12	6,78	**9,22**
		30-40		0,87	0,772	0,126	6,12	6,68	**2,23**
		60-70		0,79	0,604	0,047	12,77	4,78	**4,78**
		90-100		0,87	0,361	0,048	7,52	3,15	**3,15**
		0_10		0,94	1,793	0,136	13,20	16,92	
		10_20		0,80	1,615	0,102	15,83	12,97	
		20_30		0,89	1,378	0,111	12,44	12,32	
		0_10		0,83	1,634	0,144	11,31	13,53	
		10_20		0,80	1,183	0,103	11,53	9,47	
		20_30		0,84	1,017	0,107	9,54	8,57	
Sols brun-rouille	St-Joseph Vg 4	0_10		0,76	1,336	0,157	8,50	10,14	**14,00**
à halloysite	(Inter-rang)	10_20		0,87	1,290	0,102	12,61	11,17	**12,47**
		20_30		0,93	1,253	0,100	12,54	11,59	**12,14**
		30-40		0,95	1,150	0,126	9,12	10,95	**3,65**
		60-70		0,79	0,591	0,047	12,49	4,66	**4,66**
		90-100		0,87	0,399	0,048	8,32	3,47	**3,47**
		0_10		0,90	1,673	0,136	12,32	14,98	
		10_20		0,93	1,432	0,102	14,03	13,34	
		20_30		0,96	1,255	0,111	11,33	12,10	
		0_10		0,97	1,737	0,144	12,03	16,89	
		10_20		0,96	1,337	0,103	13,04	12,89	
		20_30		1,00	1,273	0,107	11,94	12,72	
Sols brun-rouille	Trinité Ca 4	0_10		1,05	1,778	0,144	12,36	18,65	**18,14**
à halloysite		10_20		1,03	1,108	0,108	10,27	11,37	**14,40**
		20_30		0,92	0,896	0,093	9,67	8,25	**12,57**
		30-40		0,96	0,618	0,058	10,56	5,92	**1,97**
		60-70		0,88	0,593	0,059	10,09	5,22	**5,22**
		90-100		0,81	0,439	0,044	9,87	3,53	**3,53**
		0_10		1,10	1,784	0,146	12,21	19,63	
		10_20		1,17	1,704	0,143	11,95	20,00	
		20_30		1,15	1,443	0,130	11,10	16,65	
		0_10		1,07	1,510	0,127	11,85	16,14	
		10_20		1,04	1,141	0,104	10,93	11,82	
		20_30		1,16	1,105	0,099	11,21	12,82	

Annexes IV
Densités apparentes, Teneurs et Stocks en carbone des parcelles étudiées

Type de sol	Localités	Horizon (cm)		Densité Apparente (g/cm3)	Teneur En C (mg/g sol)	Teneur En N (mg/g sol)	C/N	Stock C (kg/m2)	Moyenne Stock C (kg/m2)
Sols brun-rouille	Ste-Marie Ba 1	0_10		0,81	2,253	0,187	12,02	18,31	**17,69**
à halloysite		10_20		0,87	1,709	0,147	11,63	14,81	**13,14**
		20_30		0,80	1,194	0,112	10,66	9,52	**9,56**
		30-40		0,80	0,425	0,044	9,73	3,41	**1,14**
		60-70		0,94	0,236	0,027	8,81	2,23	**2,23**
		90-100		0,99	0,280	0,029	9,60	2,78	**2,78**
		0_10		0,90	2,328	0,196	11,89	20,87	
		10_20		0,85	1,864	0,164	11,37	15,82	
		20_30		0,88	1,336	0,131	10,22	11,74	
		0_10		0,96	1,449	0,123	11,79	13,88	
		10_20		0,87	1,003	0,091	10,99	8,77	
		20_30		0,89	0,838	0,080	10,51	7,42	
Sols brun-rouille	Ste-Marie P 1	0_10		0,94	2,535	0,164	15,44	23,85	**27,57**
à halloysite		10_20		1,00	1,853	0,061	30,26	18,49	**18,63**
		20_30		1,00	1,207	0,115	10,53	12,10	**15,74**
		30-40		0,90	0,907	0,089	10,15	8,20	**2,73**
		60-70		0,74	0,564	0,235	2,40	4,17	**4,17**
		90-100		0,65	0,593	0,061	9,75	3,87	**3,87**
		0_10		1,13	1,818	0,159	11,42	20,46	
		10_20		1,02	1,633	0,151	10,82	16,66	
		20_30		1,01	1,645	0,153	10,75	16,67	
		0_10		1,16	3,324	0,282	11,80	38,41	
		10_20		1,10	1,889	0,173	10,95	20,74	
		20_30		1,14	1,614	0,154	10,51	18,44	
Sols brun-rouille	Ste-Marie Ba 2	0_10		0,71	1,640	0,147	11,13	11,64	**15,34**
à halloysite		10_20		0,68	1,547	0,142	10,92	10,52	**14,19**
		20_30		0,66	1,304	0,120	10,87	8,54	**13,67**
		30-40		0,65	1,105	0,098	11,24	7,17	**2,39**
		60-70		0,75	0,539	0,039	13,76	4,03	**4,03**
		90-100		0,69	0,603	0,047	12,87	4,13	**4,13**
		0_10		0,77	2,454	0,216	11,34	18,88	
		10_20		0,76	2,343	0,202	11,58	17,73	
		20_30		0,78	2,416	0,208	11,64	18,83	
		0_10		0,87	1,772	0,171	10,36	15,49	
		10_20		0,83	1,735	0,168	10,34	14,32	
		20_30		0,87	1,559	0,150	10,36	13,63	
Sols brun-rouille	Ste-Marie Ba 3	0_10		0,79	1,635	0,158	10,33	12,89	**17,48**
à halloysite		10_20		0,86	0,823	0,081	10,20	7,06	**13,27**
		20_30		0,86	0,326	0,027	11,91	2,80	**8,34**
		30-40		0,83	0,333	0,028	11,91	2,77	**0,92**
		60-70		0,88	0,269	0,024	11,26	2,38	**2,38**
		90-100		0,85	0,239	0,021	11,45	2,04	**2,04**
		0_10		0,80	2,615	0,252	10,38	20,84	
		10_20		0,78	2,198	0,217	10,15	17,20	
		20_30		0,82	1,307	0,124	10,56	10,77	
		0_10		0,68	2,740	0,271	10,12	18,71	
		10_20		0,71	2,192	0,206	10,63	15,54	
		20_30		0,66	1,729	0,168	10,31	11,45	
Sols brun-rouille	Ste-Marie Ca 1	0_10		1,05	1,968	0,151	13,05	20,67	**20,86**
à halloysite		10_20		0,87	1,385	0,116	11,96	12,05	**15,47**
		20_30		1,00	1,296	0,113	11,51	12,91	**14,16**
		30-40		1,02	1,228	0,111	11,05	12,48	**4,16**
		60-70		1,14	0,885	0,098	9,04	10,06	**10,06**
		90-100		1,13	0,511	0,045	11,27	5,77	**5,77**
		0_10		1,17	1,639	0,124	13,24	19,13	
		10_20		1,29	1,556	0,122	12,74	20,05	
		20_30		1,26	1,279	0,102	12,51	16,11	
		0_10		1,14	2,002	0,141	14,21	22,78	
		10_20		1,14	1,255	0,104	12,11	14,30	
		20_30		1,17	1,153	0,093	12,44	13,48	

Annexes IV
Densités apparentes, Teneurs et Stocks en carbone des parcelles étudiées

Type de sol	Localités	Horizon (cm)		Densité Apparente (g/cm3)	Teneur En C (mg/g sol)	Teneur En N (mg/g sol)	C/N	Stock C (kg/m2)	Moyenne Stock C (kg/m2)
Sols brun-rouille	Ste-Marie Ca 2	0_10		0,89	1,510	0,104	14,47	13,51	**15,74**
à halloysite		10_20		0,98	1,260	0,097	12,97	12,37	**14,18**
		20_30		0,94	0,787	0,062	12,69	7,42	**12,85**
		30-40		0,90	0,614	0,049	12,53	5,51	**5,51**
		60-70						–	–
		90-100						–	–
		0_10		0,90	2,045	0,147	13,88	18,31	
		10_20		1,01	1,747	0,135	12,96	17,65	
		20_30		0,96	1,880	0,142	13,20	17,97	
		0_10		0,95	1,625	0,109	#N/A	15,41	
		10_20		1,07	1,168	0,087	#N/A	12,53	
		20_30		1,04	1,267	0,090	#N/A	13,16	
Sols brun-rouille	Marigot P	0_10		0,80	3,303	0,324	#N/A	26,28	**27,34**
à halloysite		10_20		0,89	1,780	0,182	#N/A	15,92	**16,27**
		20_30		0,79	0,995	0,098	#N/A	7,86	**13,19**
		30-40		0,76	0,570	0,062	#N/A	4,34	**4,34**
		60-70		0,76	0,378	0,037	#N/A	2,88	**2,88**
		90-100		0,81	0,331	0,035	#N/A	2,67	**2,67**
		0_10		0,88	2,435	0,263	9,26	21,49	
		10_20		0,79	1,643	0,182	9,04	13,05	
		20_30		0,92	1,615	0,176	9,18	14,81	
		0_10		0,86	3,977	0,387	10,26	34,26	
		10_20		0,92	2,160	0,225	9,61	19,84	
		20_30		0,97	1,741	0,177	9,83	16,91	
Sols brun-rouille	Marigot ViFi	0_10		0,92	1,102	0,118	9,38	10,10	**12,51**
à halloysite		10_20		1,01	0,920	0,099	9,25	9,26	**11,18**
		20_30		0,98	0,765	0,087	8,77	7,49	**9,37**
		30-40		0,95	0,528	0,060	8,73	5,02	**5,02**
		60-70						–	–
		90-100						–	–
		0_10		1,01	1,565	0,155	10,10	15,74	
		10_20		1,01	1,280	0,129	9,91	12,91	
		20_30		1,02	0,928	0,097	9,55	9,48	
		0_10		0,96	1,217	0,140	8,68	11,69	
		10_20		1,01	1,128	0,119	9,47	11,37	
		20_30		1,00	1,114	0,115	9,68	11,14	
Ferrisols	Trinité Ca 2	0_10		0,72	8,852	0,281	31,49	63,96	**63,29**
		10_20		0,94	3,564	0,191	18,64	33,52	**38,56**
		20_30		0,98	2,541	0,150	16,94	24,87	**35,46**
		30-40		0,91	1,653	0,134	12,32	15,07	**5,02**
		60-70		0,91	1,154	0,097	11,91	10,52	**10,52**
		90-100		0,91	0,742	0,063	11,74	6,77	**6,77**
		0_10		0,69	11,458	0,328	34,92	78,58	
		10_20		0,65	6,338	0,208	30,44	41,11	
		20_30		0,96	4,388	0,255	17,19	42,31	
		0_10		0,92	5,129	0,229	22,40	47,33	
		10_20		1,12	3,661	0,171	21,42	41,05	
		20_30		1,09	3,588	0,173	20,71	39,18	
Ferrisols	Trinité Ba	0_10		0,86	1,944	0,167	11,61	16,76	**17,48**
		10_20		0,94	1,904	0,145	13,15	17,94	**13,42**
		20_30		0,95	1,643	0,133	12,37	15,61	**10,07**
		30-40		0,90	1,505	0,159	9,46	13,49	**4,50**
		60-70		0,95	1,479	0,128	11,54	13,98	**13,98**
		90-100		1,01	1,332	0,119	11,23	13,41	**13,41**
		0_10		1,15	1,519	0,129	11,80	17,42	
		10_20		1,10	1,033	0,087	11,91	11,39	
		20_30		0,79	0,782	0,062	12,54	6,22	
		0_10		0,80	2,276	0,198	11,52	18,26	
		10_20		0,74	1,481	0,126	11,74	10,94	
		20_30		0,71	1,178	0,105	11,27	8,38	

Annexes IV
Densités apparentes, Teneurs et Stocks en carbone des parcelles étudiées

Type de sol	Localités	Horizon (cm)		Densité Apparente (g/cm3)	Teneur En C (mg/g sol)	Teneur En N (mg/g sol)	C/N	Stock C (kg/m2)	Moyenne Stock C (kg/m2)
Ferrisols	Trinité Ca 3	0_10		0,83	2,238	0,196	11,40	18,55	**20,16**
		10_20		0,77	1,656	0,156	10,62	12,73	**16,86**
		20_30		0,73	1,432	0,140	10,22	10,49	**13,66**
		30-40		0,67	0,932	0,098	9,53	6,22	**2,07**
		60-70		0,67	0,855	0,085	10,05	5,71	**5,71**
		90-100		0,67	0,430	0,038	11,34	2,87	**2,87**
		0_10		0,99	2,116	0,183	11,59	20,99	
		10_20		0,97	1,922	0,170	11,29	18,61	
		20_30		0,93	1,796	0,160	11,23	16,71	
		0_10		0,81	2,582	0,213	12,10	20,95	
		10_20		0,86	2,223	0,194	11,46	19,23	
		20_30		0,87	1,590	0,146	10,87	13,78	
Ferrisols	Lamentin P 1	0_10		0,94	2,630	0,244	10,76	24,76	**27,24**
		10_20		1,03	2,203	0,215	10,25	22,63	**25,63**
		20_30		0,97	1,696	0,166	10,23	16,39	**21,42**
		30-40		0,88	1,561	0,152	10,25	13,75	**4,58**
		60-70		0,87	0,607	0,060	10,10	5,29	**5,29**
		90-100		0,95	0,462	0,048	9,59	4,38	**4,38**
		0_10		1,07	2,964	0,284	10,43	31,57	
		10_20		1,01	2,600	0,235	11,04	26,32	
		20_30		1,06	2,083	0,200	10,43	22,17	
		0_10		1,01	2,510	0,234	10,75	25,39	
		10_20		1,17	2,388	0,230	10,40	27,96	
		20_30		1,13	2,279	0,223	10,22	25,72	
Ferrisols	Lamentin P 2	0_10		0,90	2,556	0,232	11,04	23,09	**25,10**
		10_20		0,84	2,175	0,198	10,99	18,21	**19,16**
		20_30		0,95	1,528	0,146	10,46	14,57	**17,16**
		30-40		0,97	1,134	0,109	10,43	11,02	**3,67**
		60-70		0,99	0,647	0,063	10,25	6,42	**6,42**
		90-100		0,97	0,432	0,041	10,64	4,21	**4,21**
		0_10		0,99	2,389	0,217	11,02	23,60	
		10_20		1,01	1,872	0,175	10,70	18,84	
		20_30		0,94	1,793	0,166	10,80	16,92	
		0_10		1,00	2,872	0,252	11,39	28,62	
		10_20		0,96	2,126	0,196	10,84	20,44	
		20_30		0,98	2,048	0,184	11,10	19,99	
Ferrisols	Lamentin Ca 1	0_10		0,90	2,562	0,218	11,76	23,13	**24,27**
		10_20		0,92	1,991	0,180	11,03	18,29	**20,95**
		20_30		0,94	1,661	0,161	10,34	15,64	**18,77**
		30-40		0,84	1,635	0,159	10,27	13,67	**4,56**
		60-70		0,75	1,276	0,133	9,58	9,53	**9,53**
		90-100		0,80	0,939	0,101	9,33	7,53	**7,53**
		0_10		0,96	2,574	0,214	12,04	24,70	
		10_20		1,05	2,101	0,184	11,40	21,97	
		20_30		0,98	1,889	0,174	10,88	18,58	
		0_10		0,89	2,807	0,235	11,96	24,98	
		10_20		0,98	2,312	0,204	11,33	22,58	
		20_30		0,96	2,302	0,203	11,31	22,08	
Ferrisols	Lamentin Ca 2	0_10		0,86	3,761	0,273	13,77	32,40	**29,69**
		10_20		0,88	1,698	0,154	11,03	14,94	**19,34**
		20_30		0,90	1,506	0,134	11,25	13,56	**14,00**
		30-40		0,93	1,328	0,140	9,50	12,38	**12,38**
		60-70						–	–
		90-100						–	–
		0_10		0,81	4,255	0,318	13,39	34,32	
		10_20		0,90	2,969	0,247	12,00	26,58	
		20_30		0,93	1,742	0,161	10,82	16,19	
		0_10		0,84	2,657	0,214	12,40	22,36	
		10_20		0,96	1,711	0,152	11,25	16,51	
		20_30		0,85	1,448	0,142	10,20	12,25	

Annexes IV
Densités apparentes, Teneurs et Stocks en carbone des parcelles étudiées

Type de sol	Localités	Horizon (cm)		Densité Apparente (g/cm3)	Teneur En C (mg/g sol)	Teneur En N (mg/g sol)	C/N	Stock C (kg/m2)	Moyenne Stock C (kg/m2)
Ferrisols	Lamentin Ca 3	0_10		0,98	2,652	0,206	12,85	26,11	**23,72**
		10_20		1,00	1,606	0,144	11,14	16,03	**19,38**
		20_30		0,92	1,326	0,129	10,31	12,25	**16,70**
		30-40		0,94	1,330	0,129	10,31	12,49	**12,49**
		60-70						–	–
		90-100						–	–
		0_10		0,72	2,797	0,214	13,08	20,02	
		10_20		1,02	1,861	0,161	11,53	19,02	
		20_30		1,00	1,799	0,158	11,36	17,95	
		0_10		0,96	2,601	0,201	12,93	25,02	
		10_20		1,12	2,061	0,173	11,91	23,08	
		20_30		1,04	1,912	0,167	11,44	19,89	
Ferrisols	Lamentin Ba	0_10		0,78	1,524	0,141	10,80	11,86	**17,97**
		10_20		0,81	1,229	0,119	10,35	10,00	**14,74**
		20_30		0,83	0,769	0,082	9,37	6,39	**11,88**
		30-40		0,85	0,578	0,066	8,75	4,93	**4,93**
		60-70						–	–
		90-100						–	–
		0_10		0,96	1,604	0,148	10,86	15,35	
		10_20		0,95	1,553	0,144	10,82	14,74	
		20_30		0,95	1,232	0,117	10,50	11,70	
		0_10		0,95	2,817	0,272	10,35	26,70	
		10_20		0,98	1,997	0,189	10,56	19,48	
		20_30		0,89	1,977	0,184	10,76	17,56	
Ferrisols	Lamentin Ca 4	0_10		0,78	3,013	0,276	10,93	23,43	**33,73**
		10_20		0,81	2,063	0,212	9,72	16,78	**21,93**
		20_30		0,83	1,278	0,140	9,14	10,61	**14,74**
		30-40		0,85	0,915	0,103	8,86	7,81	**7,81**
		60-70						–	–
		90-100						–	–
		0_10		0,96	4,514	0,401	11,26	43,19	
		10_20		0,99	2,886	0,314	9,21	28,64	
		20_30		0,83	2,434	0,261	9,32	20,21	
		0_10		0,96	3,615	0,347	10,41	34,59	
		10_20		0,99	2,053	0,214	9,61	20,37	
		20_30		0,83	1,615	0,167	9,69	13,41	
Ferrisols	St-Esprit Ba	0_10		0,71	1,754	0,142	12,32	12,43	**17,92**
		10_20		0,71	1,028	0,085	12,14	7,32	**9,37**
		20_30		0,72	0,763	0,063	12,17	5,47	**7,89**
		30-40		0,76	0,524	0,047	11,26	4,00	**1,33**
		60-70		0,76	0,585	0,055	10,71	4,46	**4,46**
		90-100		0,83	0,379	0,044	8,54	3,16	**3,16**
		0_10		0,86	1,976	0,157	12,59	16,95	
		10_20		0,80	1,120	0,104	10,79	8,99	
		20_30		0,87	1,043	0,100	10,45	9,07	
		0_10		0,94	2,582	0,203	12,71	24,37	
		10_20		0,92	1,287	0,116	11,06	11,80	
		20_30		0,74	1,230	0,097	12,74	9,13	
Ferrisols	St-Esprit F	0_10		0,94	3,526	0,260	13,56	33,04	**26,28**
		10_20		0,92	1,684	0,151	11,15	15,45	**13,82**
		20_30		0,90	1,485	0,150	9,92	13,37	**8,80**
		30-40		0,91	1,159	0,131	8,84	10,58	**3,53**
		60-70		0,76	0,933	0,150	6,23	7,12	**7,12**
		90-100		0,83	0,379	0,054	6,97	3,16	**3,16**
		0_10		0,55	3,139	0,278	11,29	17,36	
		10_20		0,69	1,931	0,186	10,36	13,42	
		20_30		0,80	0,803	0,050	16,09	6,42	
		0_10		0,66	4,311	0,369	11,67	28,45	
		10_20		0,66	1,914	0,178	10,73	12,60	
		20_30		0,68	0,967	0,101	9,56	6,61	

Annexes IV
Densités apparentes, Teneurs et Stocks en carbone des parcelles étudiées

Type de sol	Localités	Horizon (cm)		Densité Apparente (g/cm3)	Teneur En C (mg/g sol)	Teneur En N (mg/g sol)	C/N	Stock C (kg/m2)	Moyenne Stock C (kg/m2)
Ferrisols	Rve-Pilote Ca 1	0_10		0,94	1,773	0,158	11,23	16,74	**18,43**
		10_20		0,98	1,456	0,121	12,01	14,22	**15,94**
		20_30		0,99	1,439	0,124	11,60	14,22	**13,93**
		30-40		0,99	1,519	0,110	13,87	15,02	**5,01**
		60-70		0,99	1,857	0,135	13,78	18,29	**18,29**
		90-100		1,00	1,781	0,155	11,46	17,82	**17,82**
		0_10		1,03	1,490	0,113	13,20	15,39	
		10_20		1,07	1,243	0,096	12,93	13,34	
		20_30		1,05	1,208	0,089	13,50	12,70	
		0_10		0,99	2,342	0,191	12,26	23,15	
		10_20		1,07	1,888	0,162	11,67	20,25	
		20_30		1,05	1,413	0,120	11,80	14,86	
Vertisols	Rve-Salée Ca	0_10		0,99	2,502	0,209	11,94	24,89	**28,75**
		10_20		1,07	1,978	0,184	10,76	21,08	**26,09**
		20_30		1,00	1,508	0,143	10,52	15,01	**21,05**
		30-40		0,99	1,020	0,099	10,29	10,15	**3,38**
		60-70		1,03	0,353	0,040	8,84	3,65	**3,65**
		90-100		0,94	0,140	0,023	6,09	1,32	**1,32**
		0_10		1,19	2,255	0,197	11,47	26,78	
		10_20		1,20	2,110	0,184	11,49	25,24	
		20_30		1,16	1,835	0,171	10,75	21,36	
		0_10		1,26	2,752	0,222	12,41	34,58	
		10_20		1,22	2,609	0,203	12,84	31,94	
		20_30		1,24	2,157	0,173	12,48	26,78	
Vertisols	Rve-Salée P 1	0_10		1,10	2,037	0,188	10,86	22,35	**27,74**
		10_20		1,00	1,791	0,173	10,34	17,91	**22,12**
		20_30		1,08	1,459	0,141	10,32	15,70	**19,62**
		30-40		1,09	0,779	0,077	10,16	8,53	**2,84**
		60-70		0,95	0,430	0,043	9,90	4,10	**4,10**
		90-100		0,90	0,168	0,015	11,17	1,52	**1,52**
		0_10		1,14	2,560	0,220	11,64	29,26	
		10_20		1,27	2,121	0,185	11,45	27,04	
		20_30		1,20	1,950	0,183	10,63	23,33	
		0_10		1,29	2,453	0,233	10,54	31,62	
		10_20		1,34	1,602	0,160	10,01	21,40	
		20_30		1,33	1,495	0,147	10,17	19,83	
Vertisols	Rve-Salée P 2	0_10		0,93	3,181	0,300	10,59	29,56	**41,19**
		10_20		1,01	2,152	0,205	10,50	21,80	**30,73**
		20_30		0,98	1,185	0,121	9,78	11,64	**15,97**
		30-40		1,03	0,822	0,081	10,12	8,50	**2,83**
		60-70		1,00	0,399	0,043	9,35	3,99	**3,99**
		90-100		1,00	0,274	0,029	9,31	2,74	**2,74**
		0_10		1,07	5,398	0,477	11,30	57,82	
		10_20		1,38	2,472	0,233	10,63	34,20	
		20_30		1,32	1,297	0,135	9,65	17,12	
		0_10		1,16	3,123	0,306	10,22	36,19	
		10_20		1,31	2,770	0,264	10,50	36,19	
		20_30		1,25	1,528	0,154	9,91	19,16	
Vertisols	Ste-Luce Ca 1	0_10		0,82	2,841	0,247	11,49	23,17	**26,23**
		10_20		0,87	2,328	0,213	10,94	20,23	**23,27**
		20_30		0,83	2,024	0,187	10,85	16,79	**20,10**
		30-40		0,87	1,521	0,138	11,04	13,27	**13,27**
		60-70		0,85	1,542	0,149	10,35	13,05	**13,05**
		90-100						–	–
		0_10		0,98	2,872	0,258	11,11	28,17	
		10_20		0,99	2,537	0,223	11,40	25,20	
		20_30		0,99	2,271	0,210	10,84	22,48	
		0_10		0,76	3,621	0,299	12,13	27,35	
		10_20		0,88	2,761	0,238	11,61	24,36	
		20_30		0,97	2,157	0,190	11,33	21,02	

Annexes IV
Densités apparentes, Teneurs et Stocks en carbone des parcelles étudiées

Type de sol	Localités	Horizon (cm)		Densité Apparente (g/cm3)	Teneur En C (mg/g sol)	Teneur En N (mg/g sol)	C/N	Stock C (kg/m2)	Moyenne Stock C (kg/m2)
Vertisols	Ste-Luce P	0_10		0,95	3,853	0,347	11,12	36,46	**36,45**
		10_20		1,10	3,045	0,293	10,40	33,38	**23,94**
		20_30		1,07	1,305	0,143		13,99	**4,66**
		30-40						–	–
		60-70						–	–
		90-100						–	–
		0_10		0,95	1,980	0,211	9,39	18,74	
		10_20		1,10	1,523	0,166	9,15	16,69	
		20_30		1,07				0,00	
		0_10		0,95	5,722	0,511	11,20	54,15	
		10_20		1,10	1,985	0,197	10,07	21,76	
		20_30		1,07				0,00	
Vertisols	Ste-Luce Ca 2	0_10		0,95	2,840	0,245	11,60	26,90	**25,20**
		10_20		0,97	1,936	0,195	9,92	18,86	**21,85**
		20_30		1,15	1,557	0,152	10,23	17,93	**19,41**
		30-40		1,06	1,210	0,125	9,68	12,82	**12,82**
		60-70						–	–
		90-100						–	–
		0_10		0,96	2,531	0,224	11,31	24,27	
		10_20		1,02	1,934	0,185	10,43	19,80	
		20_30		1,00	1,729	0,177	9,75	17,29	
		0_10		0,85	2,876	0,278	10,36	24,44	
		10_20		1,05	2,566	0,233	11,02	26,89	
		20_30		1,00	2,300	0,244	9,42	23,00	
Vertisols	Ste-Anne Mami	0_10		0,86	1,502	0,157	9,57	12,88	**16,43**
		10_20		1,14	1,335	0,138	9,66	15,16	**17,57**
		20_30		1,19	0,605	0,066	9,19	7,22	**14,17**
		30-40		1,20	0,420	0,047	8,89	5,03	**1,68**
		60-70		1,19	0,240	0,022	11,02	2,86	**2,86**
		90-100		1,15	0,121	0,013	9,20	1,39	**1,39**
		0_10		1,22	1,482	0,155	9,59	18,02	
		10_20		1,45	1,415	0,143	9,92	20,58	
		20_30		1,43	1,291	0,135	9,55	18,53	
		0_10		1,13	1,633	0,173	9,41	18,40	
		10_20		1,16	1,461	0,161	9,08	16,96	
		20_30		1,15	1,453	0,162	9,00	16,77	
Vertisols	Ste-Anne P 1	0_10		1,08	1,906	0,165	11,56	20,55	**25,64**
		10_20		1,23	0,866	0,087	9,92	10,68	**18,88**
		20_30		1,31	0,544	0,051	10,68	7,15	**15,41**
		30-40						–	–
		60-70						–	–
		90-100						–	–
		0_10		1,18	3,207	0,274	11,72	37,90	
		10_20		1,25	2,394	0,231	10,35	29,89	
		20_30		1,23	2,144	0,209	10,26	26,48	
		0_10		1,14	1,628	0,143	11,37	18,49	
		10_20		1,17	1,371	0,139	9,88	16,09	
		20_30		1,27	0,992	0,093	10,69	12,61	
Vertisols	Ste-Anne P 2	0_10		1,11	1,666	0,159	10,50	18,47	**20,46**
		10_20		1,24	1,241	0,126	9,85	15,36	**18,29**
		20_30		1,23	0,765	0,087	8,78	9,42	**10,81**
		30-40		1,18	0,410	0,050	8,20	4,86	**4,86**
		60-70		1,19	0,196	0,027	7,25	2,35	**2,35**
		90-100		1,18	0,151	0,019	7,91	1,78	**1,78**
		0_10		1,40	1,328	0,131	10,13	18,58	
		10_20		1,48	1,241	0,122	10,14	18,35	
		20_30		1,46	0,815	0,095	8,54	11,85	
		0_10		1,39	1,746	0,166	10,54	24,34	
		10_20		1,38	1,537	0,157	9,78	21,16	
		20_30		1,32	0,846	0,090	9,42	11,15	

Annexes IV
Densités apparentes, Teneurs et Stocks en carbone des parcelles étudiées

Type de sol	Localités	Horizon (cm)		Densité Apparente (g/cm3)	Teneur En C (mg/g sol)	Teneur En N (mg/g sol)	C/N	Stock C (kg/m2)	Moyenne Stock C (kg/m2)
Vertisols	Ste-Anne Ba	0_10		0,86	1,400	0,147	9,55	11,98	**15,01**
		10_20		0,91	0,982	0,107	9,18	8,94	**11,05**
		20_30		0,96	0,876	0,085	10,28	8,39	**10,20**
		30-40		0,94	0,939	0,038	24,72	8,81	**2,94**
		60-70		1,00	0,172	0,017	9,95	1,71	**1,71**
		90-100		1,00	0,086	0,010	8,24	0,86	**0,86**
		0_10		1,01	1,488	0,149	9,97	15,02	
		10_20		1,09	1,174	0,146	8,05	12,77	
		20_30		1,11	1,148	0,122	9,41	12,73	
		0_10		1,05	1,717	0,159	10,80	18,04	
		10_20		1,13	1,014	0,090	11,33	11,43	
		20_30		1,10	0,863	0,071	12,12	9,49	
Vertisols	Ste-Anne MaFi 1	0_10		0,80	0,983	0,101	9,78	7,87	**9,52**
		10_20		0,80	0,972	0,103	9,41	7,81	**9,21**
		20_30		0,94	0,912	0,097	9,45	8,57	**9,33**
		30-40		1,15	0,626	0,071	8,83	7,23	**2,41**
		60-70		1,15	0,463	0,052	8,81	5,32	**5,32**
		90-100		1,09	0,122	0,016	7,69	1,33	**1,33**
		0_10		0,94	0,965	0,106	9,11	9,06	
		10_20		0,97	0,961	0,106	9,05	9,28	
		20_30		1,10	0,911	0,098	9,28	10,03	
		0_10		1,04	1,120	0,119	9,45	11,62	
		10_20		1,02	1,033	0,110	9,37	10,54	
		20_30		1,01	0,933	0,102	9,16	9,40	
Vertisols	Ste-Anne F 1	0_10		0,87	3,879	0,336	11,55	33,75	**40,87**
		10_20		1,04	1,895	0,157	12,10	19,63	**18,06**
		20_30		1,02	1,325	0,123	10,80	13,56	**16,24**
		30-40		1,17	1,211	0,108	11,24	14,17	**4,72**
		60-70		1,17	0,916	0,096	9,52	10,71	**10,71**
		90-100		1,05	0,559	0,060	9,33	5,88	**5,88**
		0_10		0,97	5,287	0,370	14,31	51,31	
		10_20		1,16	1,541	0,154	10,03	17,89	
		20_30		1,14	1,706	0,152	11,23	19,44	
		0_10		0,99	3,782	0,304	12,45	37,54	
		10_20		1,11	1,498	0,109	13,74	16,65	
		20_30		1,06	1,479	0,102	14,52	15,71	
Vertisols	Ste-Anne P 3	0_10		1,01	3,577	0,296	12,09	36,26	**40,58**
		10_20		1,05	2,335	0,187	12,47	24,43	**26,04**
		20_30		1,05	1,412	0,123	11,48	14,76	**19,84**
		30-40		1,08	1,388	0,104	13,36	14,99	**5,00**
		60-70		1,02	1,186	0,082	14,52	12,15	**12,15**
		90-100		1,10	1,114	0,067	16,53	12,22	**12,22**
		0_10		1,14	3,866	0,285	13,56	44,12	
		10_20		1,11	2,685	0,232	11,57	29,86	
		20_30		1,16	2,189	0,191	11,47	25,30	
		0_10		1,12	3,700	0,299	12,37	41,36	
		10_20		1,00	2,370	0,198	11,95	23,82	
		20_30		1,02	1,916	0,146	13,12	19,45	
Vertisols calciques	Marin P 1	0_10		0,69	4,552	0,393	11,58	31,24	**33,31**
		10_20		0,81	4,070	0,306	13,29	32,89	**27,99**
		20_30		0,71	3,198	0,267	11,99	22,68	**22,24**
		30-40		0,73	1,771	0,159	11,17	12,97	**12,97**
		60-70		0,86	0,925	0,085	10,87	7,91	**7,91**
		90-100						–	–
		0_10		0,45	5,489	0,496	11,07	24,89	
		10_20		0,61	4,377	0,398	10,99	26,62	
		20_30		0,56	3,750	0,343	10,93	21,10	
		0_10		0,75	5,831	0,406	14,36	43,79	
		10_20		0,64	3,831	0,351	10,91	24,45	
		20_30		0,75	3,038	0,259	11,71	22,93	

Annexes IV
Densités apparentes, Teneurs et Stocks en carbone des parcelles étudiées

Type de sol	Localités	Horizon (cm)		Densité Apparente (g/cm3)	Teneur En C (mg/g sol)	Teneur En N (mg/g sol)	C/N	Stock C (kg/m2)	Moyenne Stock C (kg/m2)
Vertisols calciques	Marin P 2	0_10		0,77	3,667	0,311	11,78	28,24	**32,71**
		10_20		0,80	1,682	0,161	10,47	13,42	**20,32**
		20_30		0,76	1,095	0,101	10,81	8,32	**17,89**
		30-40		0,83	0,776	0,067	11,67	6,41	**6,41**
		60-70						–	–
		90-100						–	–
		0_10		0,86	4,835	0,410	11,79	41,78	
		10_20		0,88	3,434	0,313	10,97	30,38	
		20_30		0,94	3,327	0,316	10,53	31,12	
		0_10		0,96	2,935	0,260	11,29	28,12	
		10_20		0,93	1,845	0,170	10,84	17,17	
		20_30		0,87	1,634	0,156	10,45	14,23	
Vertisols calciques	Marin F	0_10		0,65	5,569	0,565	9,86	36,24	**43,53**
		10_20		0,67	4,505	0,461	9,78	30,08	**32,01**
		20_30		0,67	4,037	0,424	9,52	26,86	**28,32**
		30-40		0,67	3,395	0,349	9,72	22,65	**7,55**
		60-70		0,73	2,608	0,268	9,75	19,16	**19,16**
		90-100					–	–	–
		0_10		0,78	5,787	0,604	9,57	45,00	
		10_20		0,80	4,017	0,460	8,73	32,23	
		20_30		0,72	3,678	0,427	8,62	26,42	
		0_10		0,80	6,201	0,662	9,37	49,34	
		10_20		0,69	4,870	0,524	9,29	33,73	
		20_30		0,71	4,471	0,500	8,95	31,68	
Vertisols calciques	Marin P 3	0_10		0,63	4,698	0,383	12,28	29,40	**36,40**
		10_20		0,71	2,522	0,224	11,27	17,81	**25,94**
		20_30		0,68	1,193	0,116	10,26	8,06	**19,24**
		30-40		0,76	0,618	0,076	8,11	4,71	**1,57**
		60-70		0,82	0,503	0,072	6,99	4,13	**4,13**
		90-100		0,76	0,493	0,084	5,84	3,77	**3,77**
		0_10		0,88	3,707	0,331	11,20	32,59	
		10_20		0,84	3,274	0,291	11,26	27,59	
		20_30		0,87	2,232	0,215	10,38	19,43	
		0_10		0,84	5,598	0,474	11,80	47,21	
		10_20		0,80	4,038	0,364	11,10	32,42	
		20_30		0,84	3,591	0,332	10,81	30,24	
Vertisols calciques	Ste-Anne MaFi 2	0_10		0,89	2,501	0,228	10,96	22,26	**22,34**
		10_20		0,86	2,224	0,186	11,96	19,02	**16,82**
		20_30		0,89	1,157	0,097	11,98	10,30	**13,35**
		30-40		0,90	0,738	0,063	11,71	6,66	**2,22**
		60-70					–	–	–
		90-100					–	–	–
		0_10		0,91	2,425	0,201	12,08	22,19	
		10_20		0,86	1,864	0,195	9,58	16,11	
		20_30		0,91	1,677	0,166	10,08	15,29	
		0_10		1,05	2,148	0,189	11,35	22,58	
		10_20		1,09	1,403	0,119	11,81	15,33	
		20_30		1,10	1,310	0,121	10,87	14,46	
Vertisols calciques	Ste-Anne F 2	0_10		0,81	3,829	0,301	12,71	30,99	**39,42**
		10_20		0,98	1,694	0,146	11,58	16,57	**21,09**
		20_30		1,01	1,169	0,098	11,88	11,79	**18,50**
		30-40		1,05	0,644	0,055	11,78	6,78	**6,78**
		60-70		1,10	0,272	0,028	9,71	2,99	**2,99**
		90-100						–	–
		0_10		0,80	7,068	0,583	12,13	56,58	
		10_20		0,92	2,402	0,233	10,31	22,21	
		20_30		0,97	1,951	0,191	10,23	18,83	
		0_10		0,97	3,175	0,298	10,65	30,69	
		10_20		0,93	2,638	0,260	10,15	24,49	
		20_30		1,08	2,299	0,218	10,53	24,87	

Annexes IV
Densités apparentes, Teneurs et Stocks en carbone des parcelles étudiées

Type de sol	Localités	Horizon (cm)		Densité Apparente (g/cm3)	Teneur En C (mg/g sol)	Teneur En N (mg/g sol)	C/N	Stock C (kg/m2)	Moyenne Stock C (kg/m2)
Vertisols calciques	Ste-Anne F 3	0_10		0,69	5,628	0,585	9,62	38,99	**46,15**
		10_20		0,86	2,609	0,270	9,68	22,56	**28,95**
		20_30		0,99	1,585	0,157	10,09	15,65	**23,69**
		30-40		1,05	1,334	0,094	14,26	13,95	**4,65**
		60-70		1,06	0,938	0,058	16,16	9,99	**9,99**
		90-100		1,09	0,786	0,022	35,61	8,57	**8,57**
		0_10		0,74	6,371	0,609	10,47	47,38	
		10_20		0,97	3,195	0,306	10,43	30,97	
		20_30		1,12	2,657	0,240	11,06	29,71	
		0_10		0,76	6,829	0,634	10,77	52,08	
		10_20		0,92	3,632	0,374	9,70	33,32	
		20_30		0,94	2,729	0,278	9,81	25,71	
Sols rouges à montmorillonite	Trinité Ca 1	0_10		0,99	1,936	0,170	11,42	19,14	**25,57**
		10_20		0,97	1,452	0,147	9,90	14,11	**20,81**
		20_30		1,04	1,105	0,104	10,63	11,44	**16,54**
		30-40		0,99	0,695	0,059	11,76	6,88	**2,29**
		60-70		0,91	0,412	0,032	12,70	3,75	**3,75**
		90-100		1,09	0,210	0,016	13,31	2,29	**2,29**
		0_10		1,16	2,787	0,222	12,53	32,28	
		10_20		1,31	1,966	0,178	11,02	25,66	
		20_30		1,23	1,304	0,127	10,23	16,03	
		0_10		1,22	2,077	0,186	11,19	25,30	
		10_20		1,24	1,829	0,168	10,86	22,66	
		20_30		1,20	1,846	0,168	10,98	22,13	
Sols rouges à montmorillonite	Trinité P	0_10		1,00	2,709	0,259	10,48	27,17	**27,71**
		10_20		1,08	2,078	0,206	10,09	22,41	**21,99**
		20_30		1,12	1,336	0,140	9,56	14,97	**15,35**
		30-40		1,16	1,117	0,123	9,08	12,96	**4,32**
		60-70		0,91	1,156	0,128	9,02	10,54	**10,54**
		90-100		1,09	0,785	0,096	8,21	8,53	**8,53**
		0_10		1,21	2,642	0,263	10,03	31,97	
		10_20		1,26	2,176	0,222	9,81	27,42	
		20_30		1,26	1,472	0,157	9,36	18,51	
		0_10		1,12	2,149	0,200	10,73	24,01	
		10_20		1,14	1,420	0,147	9,65	16,15	
		20_30		1,16	1,082	0,112	9,66	12,57	
Sols rouges à montmorillonite	François Mami	0_10		0,78	1,777	0,153	11,59	13,89	**14,93**
		10_20		0,87	1,053	0,112	9,43	9,19	**11,77**
		20_30		0,97	0,664	0,058	11,35	6,42	**7,83**
		30-40		1,01	0,497	0,058	8,58	5,04	**5,04**
		60-70						0,00	**0,00**
		90-100						0,00	**0,00**
		0_10		0,75	1,851	0,186	9,98	13,85	
		10_20		0,85	1,754	0,174	10,07	14,88	
		20_30		0,66	1,135	0,117	9,66	7,46	
		0_10		0,80	2,142	0,187	11,47	17,07	
		10_20		0,89	1,270	0,132	9,59	11,25	
		20_30		0,82	1,172	0,124	9,43	9,59	
Sols rouges à montmorillonite	François Ba	0_10		0,91	2,122	0,180	11,80	19,27	**15,26**
		10_20		1,00	1,214	0,127	9,55	12,09	**12,54**
		20_30		1,04	1,102	0,125	8,85	11,44	**11,22**
		30-40		1,00	0,610	0,062	9,81	6,12	**2,04**
		60-70		1,00	0,496	0,062	8,03	4,98	**4,98**
		90-100		1,00	0,203	0,042	4,78	2,04	**2,04**
		0_10		1,11	1,201	0,114	10,56	13,35	
		10_20		1,15	1,099	0,105	10,52	12,60	
		20_30		1,02	1,090	0,107	10,19	11,16	
		0_10		0,90	1,459	0,157	9,32	13,17	
		10_20		0,91	1,422	0,139	10,20	12,94	
		20_30		0,80	1,383	0,181	7,65	11,07	

Annexes IV
Densités apparentes, Teneurs et Stocks en carbone des parcelles étudiées

Type de sol	Localités	Horizon (cm)		Densité Apparente (g/cm3)	Teneur En C (mg/g sol)	Teneur En N (mg/g sol)	C/N	Stock C (kg/m2)	Moyenne Stock C (kg/m2)
Sols rouges à montmorillonite	Rve-Pilote Ca 2	0_10		0,97	2,046	0,172	11,89	19,86	**21,32**
		10_20		0,98	2,298	0,161	14,27	22,44	**21,67**
		20_30		1,05	1,735	0,135	12,90	18,24	**19,39**
		30-40			1,991	0,165	12,10	_	_
		60-70			1,477	0,140	10,54	_	_
		90-100			1,474	0,129	11,43	_	_
		0_10		0,90	2,132	0,194	10,98	19,27	
		10_20		1,10	1,854	0,177	10,49	20,44	
		20_30						0,00	
		0_10		0,94	2,650	0,215	12,33	24,83	
		10_20		1,04	2,130	0,180	11,86	22,14	
		20_30		1,05	1,953	0,185	10,53	20,53	
Sols à alluvions sableuses	Bellefontaine P	0_10		1,20	1,469	0,143	10,31	17,61	**27,89**
		10_20		1,23	1,402	0,140	10,04	17,29	**22,11**
		20_30		1,24	1,299	0,128	10,15	16,09	**18,95**
		30-40		1,30	0,868	0,089	9,78	11,28	**11,28**
		60-70		1,30	0,436	0,049	8,81	5,67	**5,67**
		90-100							
		0_10		1,10	3,010	0,297	10,14	33,19	
		10_20		1,35	2,223	0,237	9,38	30,04	
		20_30		1,24	1,760	0,187	9,40	21,80	
		0_10		1,15	2,858	0,285	10,02	32,89	
		10_20		1,29	1,471	0,149	9,88	19,01	
		20_30		1,24				0,00	
Sols à alluvions sableuses	Bellefontaine Mami	0_10		1,12	2,354	0,239	9,83	26,38	**28,21**
		10_20		1,23	1,707	0,180	9,47	21,06	**22,85**
		20_30		1,27	1,097	0,116	9,46	13,97	**19,50**
		30-40		1,30	1,264	0,135	9,37	16,43	**16,43**
		60-70							
		90-100							
		0_10		1,12					
		10_20		0,97					
		20_30							
		0_10		1,02	2,937	0,258	11,40	30,04	
		10_20		1,01	2,441	0,213	11,47	24,65	
		20_30		0,95	2,640	0,247	10,68	25,02	

ANNEXES IV : DENSITE APPARENTE DES PARCELLES ETUDIEES

1. RESULTATS OBTENUS

Les profils de densité ont été réalisés à partir des mesures effectuées dans la fosse principale et les deux fosses secondaires.

1.1 Evolution de la densité apparente avec la profondeur

La densité apparente, tous types de sol et tous modes de cultures confondus, est de 0,93 g.cm^{-3} sol en moyenne dans les 10 premiers centimètres du sol ; elle varie entre 0,49 et 1,30 g.cm^{-3} sol dans l'horizon 0-10 cm. Elle augmente jusqu'à 30 centimètres de profondeur où elle atteint 0,98 g.cm^{-3}, puis diminue avec la profondeur et avoisine 0,90 g.cm^{-3} sol en moyenne à 1 m (elle varie de 0,35 à 1,21 g.cm^{-3} sol).

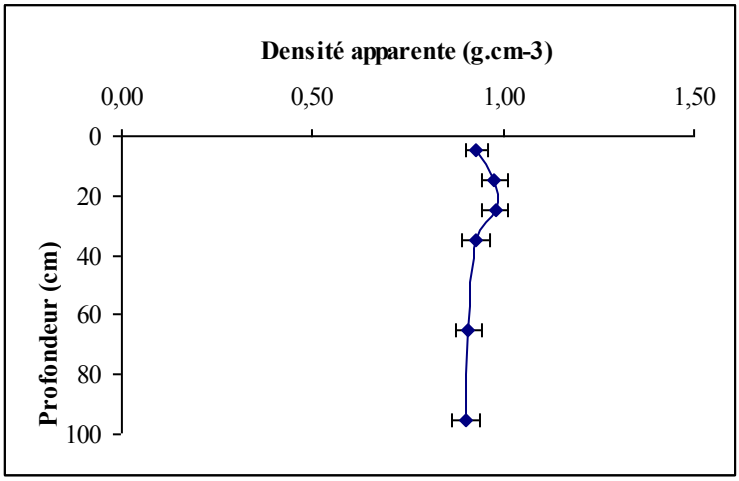


Figure VII.- Variations, toutes situations confondues, de la densité apparente en fonction de la profondeur (barres d'erreur : intervalle de confiance à 95 %).

1.1.1 Evolution en fonction du type de sol

Dans les sols à alluvions sableuses (sols As), la densité apparente varie de 1,09 à 1,15 g.cm^{-3} sol en surface ; elle augmente avec la profondeur et atteint 1,30 g.cm^{-3} sol à 60-70 cm de profondeur (**Figure IX**).

Dans les sols jeunes sur cendres et ponces (sols J), la densité apparente moyenne (tous modes d'occupation confondus) est de 0,96 g.cm^{-3} sol dans l'horizon 0-10 cm ; elle est variable, avec des valeurs comprises entre 0,67 et 1,21 g.cm^{-3} sol. Elle augmente dans les 30 premiers centimètres du sol et atteint 1,04 g.cm^{-3} en moyenne, puis elle diminue fortement en profondeur, et atteint une valeur moyenne de 0,76 g.cm^{-3} sol à 1 m.

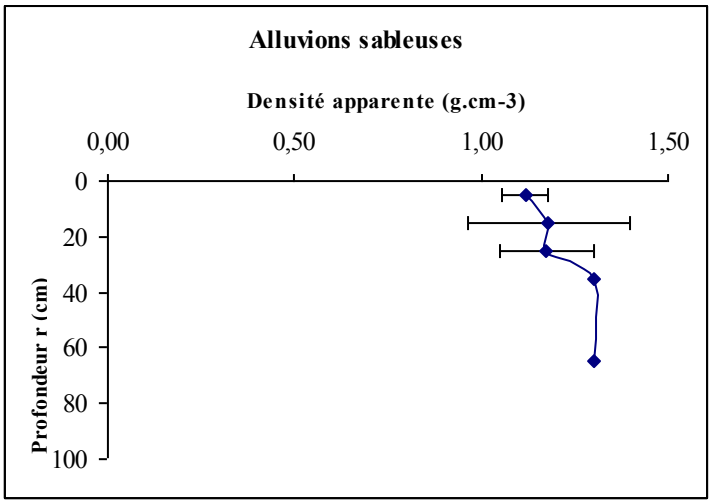


Figure IX.- Variations, le long du profil, de la densité apparente moyenne dans les sols à alluvions sableuses (barres d'erreur : intervalle de confiance à 95 %).

On remarque que les parcelles situées dans le Nord-Caraïbe (Saint-Pierre et Carbet) présentent généralement des densités apparentes supérieures à 0,90 g.cm^{-3} sol en surface, tandis que celles situées dans le Nord-Atlantique (parcelles Basse-Pointe et Macouba) présentent des densités apparentes généralement inférieures à 0,90 g.cm^{-3} sol dans les 10 premiers centimètres du sol.

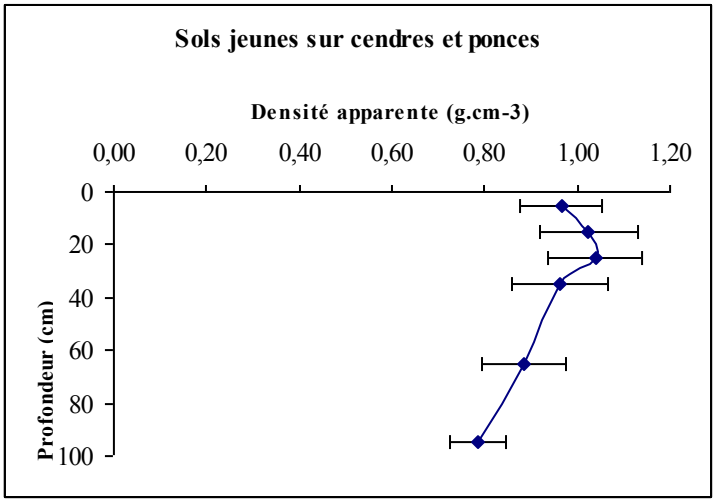


Figure X.- Variations, le long du profil, de la densité apparente moyenne dans les sols jeunes sur cendres et ponces (barres d'erreur : intervalle de confiance à 95 %).

Dans les sols jeunes à allophanes (sols P), la densité apparente dans l'horizon 0-10 cm est de 0,72g.cm^{-3} sol en moyenne : les valeurs de densités apparentes généralement inférieures à 0,80 g.cm^{-3} sol. La densité apparente reste relativement stable dans les 30 premiers centimètres de sol, puis diminue fortement avec la profondeur et atteint 0,57g.cm^{-3} sol en moyenne à 1 m.

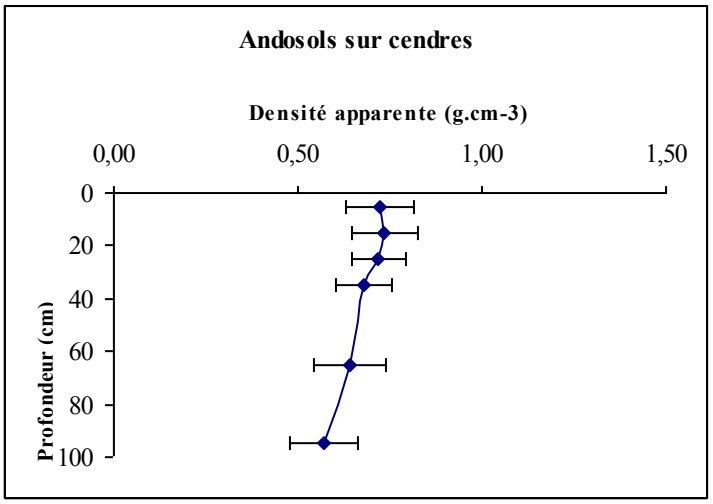


Figure XI.- Variations, le long du profil, de la densité apparente moyenne dans les andosols sur cendres (barres d'erreur : intervalle de confiance à 95 %).

Dans les andosols sur tufs (sols T), la densité apparente moyenne est de 0,91 g.cm^{-3} sol dans l'horizon de surface : elle est variable, avec des valeurs comprises entre 0,69 et 1,08 g.cm^{-3} sol. Elle augmente dans les 30 premiers centimètres du sol et atteint 0,96 g.cm^{-3} sol, avant de diminuer fortement en profondeur pour atteindre à 0,77 g.cm^{-3} sol en moyenne à 1 m.

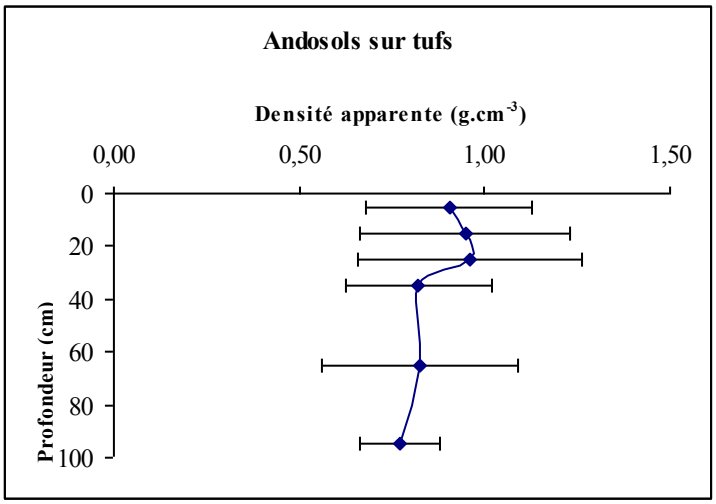


Figure XII.- Variations, le long du profil, de la densité apparente moyenne dans les andosols sur tufs (barres d'erreur : intervalle de confiance à 95 %).

Dans les sols brun-rouille à halloysite (sols H), la densité apparente en surface, est de 0,96 g.cm^{-3} sol en moyenne ; elle est très variable avec des valeurs comprises entre 0,75 et 1,21 g.cm^{-3} sol. Elle augmente faiblement jusqu'à 30 centimètres de profondeur pour atteindre 1,00 g.cm^{-3} sol, puis diminue en profondeur où elle avoisine 0,94 g.cm^{-3} sol en moyenne à 1 m.

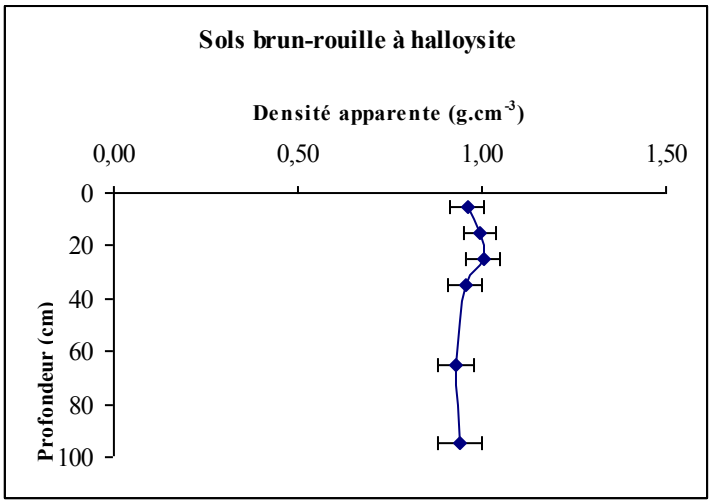


Figure XIII.- Variations, le long du profil, de la densité apparente moyenne dans les sols brun-rouille à halloysite (barres d'erreur : intervalle de confiance à 95 %).

Dans les ferrisols (sols G), la densité apparente en surface est de 0,89 g.cm^{-3} sol en moyenne (elle varie de 0,72 à 1,01 g.cm^{-3} sol dans l'horizon 0-10 cm). Elle reste relativement stable tout le long du profil et atteint 0,89 g.cm^{-3} sol en moyenne à 1 m de profondeur.

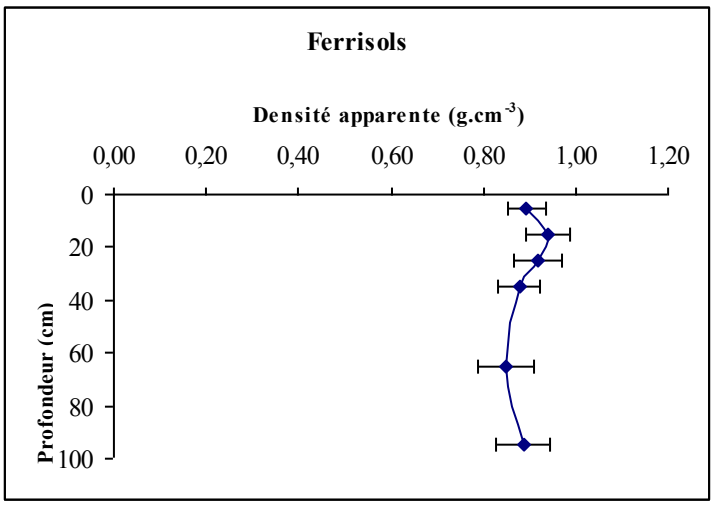


Figure XIV.- Variations, le long du profil, de la densité apparente moyenne dans les ferrisols (barres d'erreur : intervalle de confiance à 95 %).

Dans les vertisols, la densité apparente en surface est de 0,96 g.cm^{-3} sol en moyenne, et est très irrégulière (entre 0,73 et 1,30 g.cm^{-3} sol). Elle varie tout le long du profil et atteint 1,02 g.cm^{-3} sol en moyenne à 1 m de profondeur.

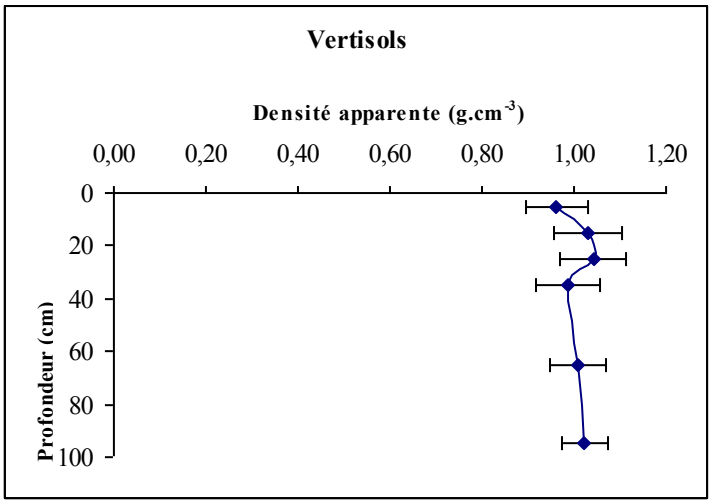


Figure XV.- Variations, le long du profil, de la densité apparente moyenne dans les vertisols (barres d'erreur : intervalle de confiance à 95 %).

On remarque que les vertisols calco-magnéso-sodiques (sols V, parcelles Rivière Salée, Sainte Luce et Sainte Anne) présentent, en surface, des densités apparentes généralement supérieures à 0,90 $g.cm^{-3}$ sol (elle varie entre 0,92 et 1,30 $g.cm^{-3}$ sol). A 1 m de profondeur, elle est comprise entre 0,90 et 1,18 $g.cm^{-3}$ sol).

En revanche, dans les vertisols calciques (sols Vc, Marin, Sainte Anne), la densité apparente est plus faible en surface et très irrégulière avec des valeurs comprises entre 0,73 et 0,95 $g.cm^{-3}$ sol dans les 10 premiers centimètres du sol. Elle varie, à 1 m de profondeur, entre 0,76 et 1,09 $g.cm^{-3}$ sol.

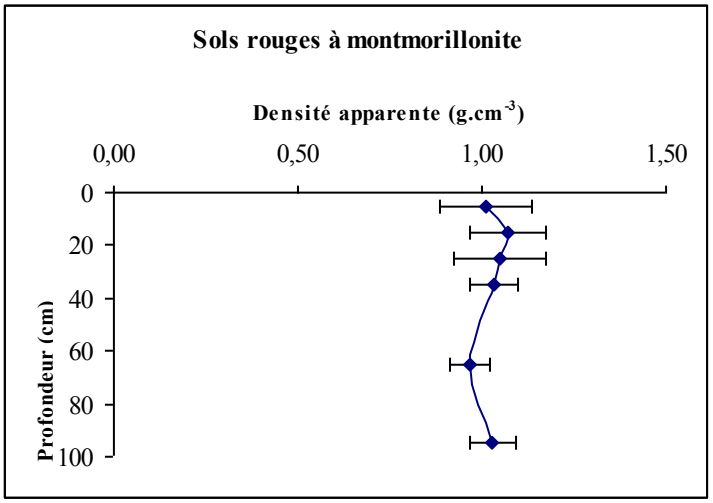


Figure XVI.- Variations, le long du profil, de la densité apparente moyenne dans les sols rouges à montmorillonite (barres d'erreur : intervalle de confiance à 95 %).

Dans les sols rouges à montmorillonite (sols I), la densité apparente est comprise entre 0,78 et 1,15 $g.cm^{-3}$ sol en surface ; elle varie tout le long du profil et est comprise entre 0,94 et 1,09 $g.cm^{-3}$ sol à 1 m de profondeur.

1.1.2 Evolution en fonction du mode d'occupation des terres

***Parcelles non cultivées**

Sous forêt, tous types de sol confondus, la densité apparente moyenne est de 0,77 g.cm^{-3} sol en surface (elle varie de 0,49 à 0,95 g.cm^{-3} sol dans l'horizon 0-10 cm) ; elle augmente avec la profondeur et atteint 0,86 g.cm^{-3} sol en moyenne à 1 m de profondeur (elle varie de 0,35 à 1,21 g.cm^{-3} sol dans l'horizon 90-100 cm).

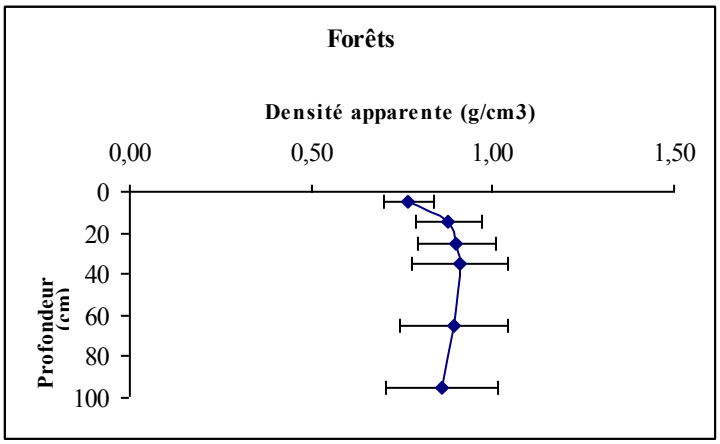


Figure XVII.- Variations, le long du profil, de la densité apparente moyenne dans les parcelles sous forêts (barres d'erreur : intervalle de confiance à 95 %).

Sous prairie, la densité apparente moyenne est de 1,00 g.cm^{-3} sol dans les 10 premiers centimètres de sol (comprise entre 0,74 et 1,30 g.cm^{-3} sol). Elle diminue avec la profondeur pour atteindre une valeur moyenne de 0,92 g.cm^{-3} à 1 m de profondeur.

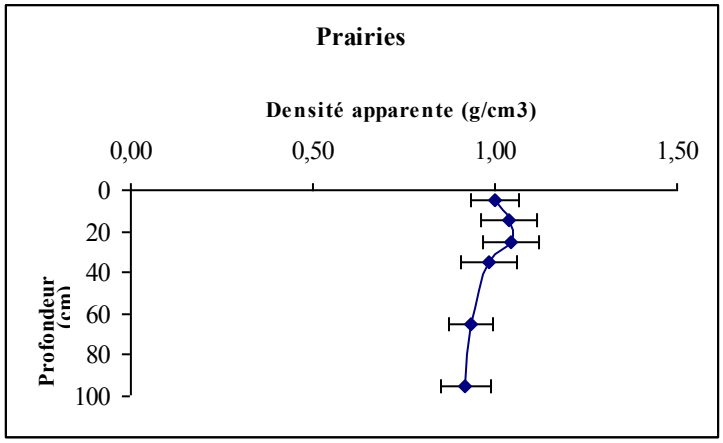


Figure XVIII.-Variations, le long du profil, de la densité apparente moyenne dans les parcelles sous prairies (barres d'erreur : intervalle de confiance à 95 %).

***Parcelles mises en cultures**

Sous plantations industrielles (canne, banane, ananas), la densité apparente varie entre 0,83 et 0,99 g.cm^{-3} sol en moyenne dans l'horizon 0-10 cm. A 1 m de profondeur, elle est de 0,77 à 0,90 g.cm^{-3} sol en moyenne.

Sous canne, la densité apparente est de 0,99 g.cm^{-3} sol en moyenne dans les 10 premiers centimètres de sol en canne sans brûlis, contre 0,91 g.cm^{-3} sol en moyenne en canne avec brûlis. La densité apparente moyenne dans les parcelles sans brûlis reste légèrement plus élevée que celle observée dans les parcelles avec brûlis et ce, tout le long du profil.

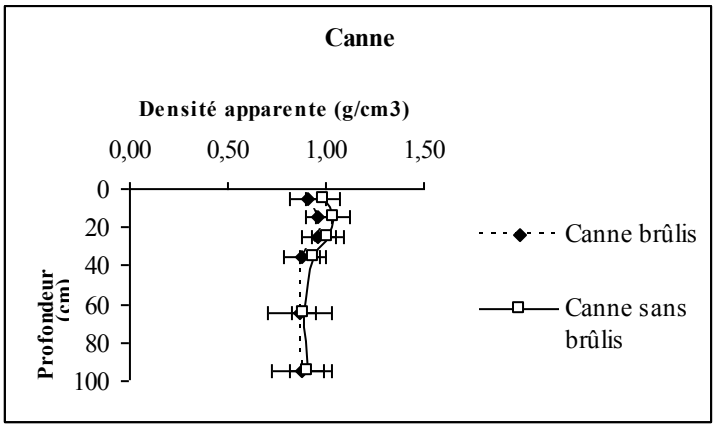


Figure XIX.- Variations, le long du profil, de la densité apparente moyenne dans les parcelles sous canne (barres d'erreur : intervalle de confiance à 95 %).

Sous banane, la densité apparente varie, en moyenne, de 0,91 g.cm^{-3} sol en surface à une peu moins de 0,90 g.cm^{-3} sol à 100 cm de profondeur.

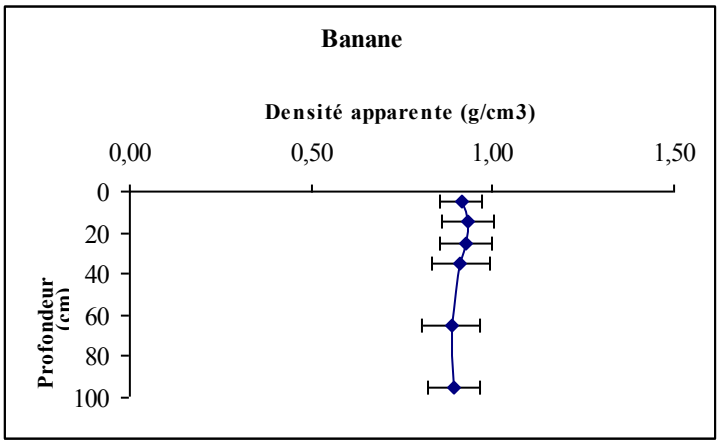


Figure XX.- Variations, le long du profil, de la densité apparente moyenne dans les parcelles sous banane (barres d'erreur : intervalle de confiance à 95 %).

Sous ananas, la teneur en carbone est de 0,83 g.cm^{-3} sol en moyenne en surface et 0,77 g.cm^{-3} sol en profondeur (elle diminue brutalement à partir de 40 cm de profondeur).

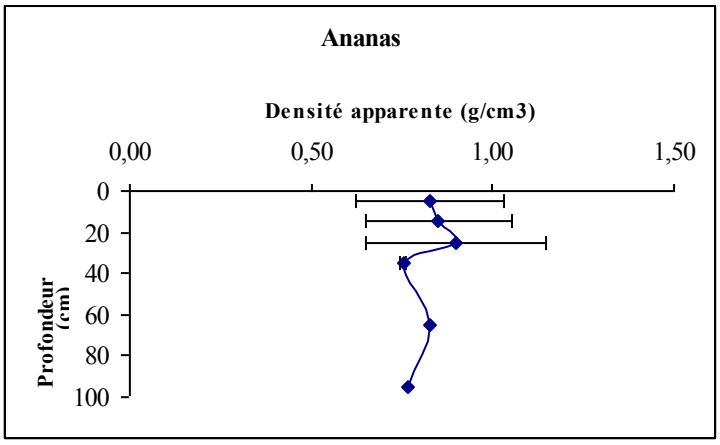


Figure XXI.- Variations, le long du profil, de la densité apparente moyenne dans les parcelles sous ananas (barres d'erreur : intervalle de confiance à 95 %).

Sous cultures maraîchères, toutes situations confondues, la densité apparente moyenne est de 0,96 g.cm^{-3} sol en surface, et de 0,91 g.cm^{-3} sol en profondeur. Toutefois, lorsque l'on compare les profils de densité apparente moyenne de cultures maraîchères plus ou moins intensives, on constate que les valeurs de densité apparente moyenne mesurées sous maraîchage fortement intensifiée (MaFi) sont systématiquement plus élevées dans les 30 premiers centimètres de sol, que celles relevées sous maraîchage moyennement ou faiblement intensifié (Mami et Mafi).

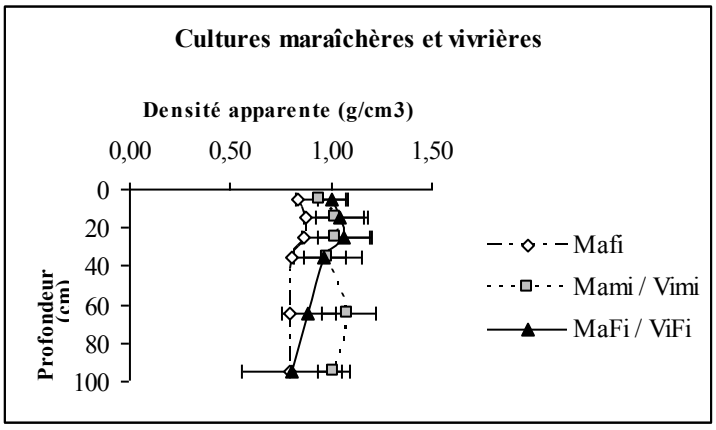


Figure XXII.- Variations, le long du profil, de la densité apparente moyenne dans les parcelles sous cultures maraîchères (barres d'erreur : intervalle de confiance à 95 %).

Sous verger, la densité apparente varie de 0,93 g.cm^{-3} sol en moyenne dans l'horizon 0-10 cm à 0,99 g.cm^{-3} sol en profondeur. Sous jardin créole et cultures de fleurs, la densité apparente atteint respectivement 0,92 et 0,61 g.cm^{-3} sol en surface et, 0,82 et 0,64 g.cm^{-3} sol à 40 cm de profondeur. Toutefois, il ne s'agit que de parcelles isolées qui ne permettent pas de tirer des conclusions sur les effets de ces modes d'occupation sur les densités apparentes des sols.

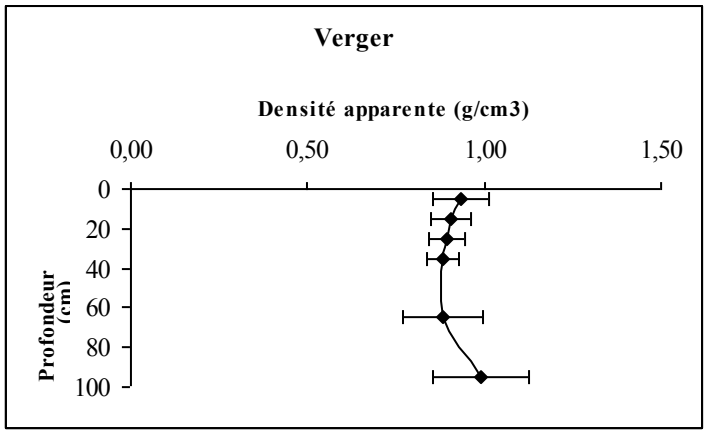


Figure XXIII.- Variations, le long du profil, de la densité apparente moyenne dans les parcelles sous verger (barres d'erreur : intervalle de confiance à 95 %).

2. DISCUSSION

Les valeurs de densité apparente les plus faibles sont mesurées sous andosols, et plus particulièrement dans les parcelles sur sols jeunes à allophanes. Ces faibles mesures de densité apparente s'expliquent par leur minéralogie particulière. En effet, selon COLMET-DAAGE et LAGACHE (1965), dans les andosols « *la densité apparente du sol en place (...) peut descendre jusqu'à 0,35 mais le plus souvent elle reste voisine de 0,5 à 0,7* $g.cm^{-3}$ ».

Les parcelles sous forêt, tous types de sols confondus, présentent les densités apparentes les plus faibles ; celles-ci augmentent sous prairie et sous cultures. Ainsi, GRIMALDI et al. (1993) observent sur des sols argileux d'Amazonie que *« la déforestation mécanisée et la mise en culture (...) modifient leur structure : polyédrique ou microagrégée sous forêt naturelle, la structure devient massive après compactage par les engins de déforestation ou par le piétinement du bétail. Ce sont les plus grands pores, à savoir les fissures, entre les agrégats argileux, ou les chenaux d'origine biologique, qui diminuent, voire disparaissent. »*

Par ailleurs, sous cultures maraîchères, les valeurs de densité apparente dans les 30 premiers centimètres de sol, augmentent avec l'intensification de ces cultures.

3. CONCLUSION

Tous types de sol confondus, le travail du sol influence la densité apparente (et la structure) du sol.

Sur les 7 types de sol distingués à la Martinique par Colmet-Daage, les andosols, du fait de leur minéralogie particulière, présentent les densités apparentes les plus faibles.

Annexes V

Fractionnements granulométriques et contenus organiques des différentes parcelles étudiées

Localités	Fractions (µm)	Masse des fractions (% sol sec)	Teneurs et contenus en carbone (mg/g frac.)	(mg/g sol)	(% sol)	Teneurs et contenus en azote (mg/g frac.)	(mg/g sol)	(% sol)	C/N	Analyse mécanique (%)	Etat de dispersion
Depaz 1 billon	F 50-2000	75,91	7,56	5,74	55,91	0,45	0,34	45,35	16,99	84,43	-8,52
	F 20-50	12,78	20,42	2,61	25,41	1,75	0,22	30,03	11,66	5,21	7,57
	F 2-20	7,69	17,33	1,33	12,97	1,65	0,13	17,06	10,48	4,55	3,14
	F 0-2	3,90	15,21	0,59	5,78	1,61	0,06	8,44	9,43	5,82	-1,92
	Total	100,28		10,28	100,07		0,75	100,88	13,67		
	Sol total			10,27			0,75		13,78		
Depaz 2 sillon	F 50-2000	75,48	8,90	6,72	58,60	0,55	0,41	49,60	16,27	84,73	-9,25
	F 20-50	14,07	20,74	2,92	25,45	1,72	0,24	29,10	12,04	6,71	7,36
	F 2-20	7,73	17,15	1,33	11,56	1,65	0,13	15,34	10,38	4,02	3,71
	F 0-2	3,01	16,34	0,49	4,29	1,73	0,05	6,24	9,46	4,53	-1,52
	Total	100,29		11,46	99,90		0,84	100,27	13,72		
	Sol total			11,47			0,83		13,77		
St Pierre 1	F 50-2000	52,79	24,72	13,05	56,31	2,17	1,15	50,88	11,39	58,38	-5,59
	F 20-50	15,17	21,89	3,32	14,33	2,12	0,32	14,30	10,32	10,89	4,28
	F 2-20	16,21	18,72	3,03	13,10	1,96	0,32	14,09	9,57	13,65	2,56
	F 0-2	16,41	23,33	3,83	16,52	2,77	0,45	20,16	8,43	17,08	-0,67
	Total	100,58		23,23	100,25		2,24	99,42	10,38		
	Sol total			23,17			2,25		10,29		
St Pierre 2	F 50-2000	55,99	23,17	12,97	56,68	1,60	0,89	49,13	14,53	62,65	-6,66
	F 20-50	14,58	20,91	3,05	13,32	1,67	0,24	13,37	12,54	6,54	8,04
	F 2-20	18,58	21,58	4,01	17,52	1,99	0,37	20,36	10,84	16,14	2,44
	F 0-2	11,55	25,25	2,92	12,74	2,64	0,30	16,78	9,56	14,67	-3,12
	Total	100,70		22,95	100,25		1,81	99,64	12,67		
	Sol total			22,89			1,82		12,59		
St Pierre 3	F 50-2000	61,19	25,62	15,68	64,07	2,19	1,34	59,01	11,68	66,93	-5,74
	F 20-50	15,98	21,66	3,46	14,15	2,02	0,32	14,19	10,72	10,70	5,28
	F 2-20	12,94	23,49	3,04	12,42	2,47	0,32	14,07	9,50	10,43	2,51
	F 0-2	9,90	24,74	2,45	10,01	2,94	0,29	12,81	8,41	11,95	-2,05
	Total	100,01		24,63	100,65		2,28	100,09	10,82		
	Sol total			24,47			2,27		10,76		
Carbet 1	F 50-2000	59,01	12,64	7,46	56,73	0,99	0,59	50,17	12,72	64,33	-5,32
	F 20-50	12,86	13,60	1,75	13,31	1,27	0,16	14,00	10,70	7,61	5,25
	F 2-20	15,66	14,60	2,29	17,40	1,53	0,24	20,48	9,56	14,03	1,63
	F 0-2	12,82	12,66	1,62	12,34	1,43	0,18	15,66	8,87	14,03	-1,21
	Total	100,35		13,12	99,78		1,17	100,31	11,19		
	Sol total			13,14			1,17		11,25		
Carbet 2	F 50-2000	68,51	7,52	5,15	54,00	0,70	0,48	48,89	10,81	74,56	-6,05
	F 20-50	12,29	14,48	1,78	18,65	1,53	0,19	19,30	9,45	6,84	5,45
	F 2-20	11,26	14,35	1,62	16,93	1,65	0,19	19,06	8,69	9,30	1,96
	F 0-2	8,21	12,57	1,03	10,81	1,53	0,13	12,87	8,22	9,30	-1,09
	Total	100,27		9,58	100,39		0,98	100,13	9,81		
	Sol total			9,54			0,98		9,79		
Carbet 3	F 50-2000	61,74	17,94	11,08	61,80	1,33	0,82	55,60	13,54	64,97	-3,23
	F 20-50	11,13	18,37	2,04	11,40	1,56	0,17	11,80	11,77	7,93	3,20
	F 2-20	17,27	15,97	2,76	15,38	1,52	0,26	17,84	10,50	17,42	-0,15
	F 0-2	10,35	20,71	2,14	11,96	2,16	0,22	15,21	9,57	9,68	0,67
	Total	100,49		18,02	100,54		1,48	100,44	12,19		
	Sol total			17,93			1,47		12,18		
Carbet 4	F 50-2000	66,20	8,92	5,91	59,67	0,84	0,56	54,88	10,63	74,83	-8,63
	F 20-50	13,48	10,82	1,46	14,74	1,10	0,15	14,59	9,87	6,12	7,36
	F 2-20	12,58	11,93	1,50	15,17	1,39	0,18	17,28	8,58	11,43	1,15
	F 0-2	8,39	12,99	1,09	11,01	1,63	0,14	13,50	7,97	7,62	0,77
	Total	100,65		9,96	100,59		1,02	100,26	9,81		
	Sol total			9,90			1,01		9,78		
JM 1	F 50-2000	58,59	24,20	14,18	50,20	2,16	1,27	46,23	11,19	66,33	-7,74
	F 20-50	22,13	32,96	7,29	25,83	3,24	0,72	26,20	10,16	14,81	7,32
	F 2-20	12,19	36,67	4,47	15,83	3,87	0,47	17,22	9,47	7,56	4,63
	F 0-2	7,59	30,17	2,29	8,11	3,51	0,27	9,73	8,59	11,31	-3,72
	Total	100,50		28,23	99,97		2,72	99,38	10,37		
	Sol total			28,24			2,74		10,30		

Annexes V

Fractionnements granulométriques et contenus organiques des différentes parcelles étudiées

Localités	Fractions (µm)	Masse des fractions (% sol sec)	Teneurs et contenus en carbone (mg/g frac.)	(mg/g sol)	(% sol)	Teneurs et contenus en azote (mg/g frac.)	(mg/g sol)	(% sol)	C/N	Analyse mécanique (%)	Etat de dispersion
JM2	F 50-2000	56,52	28,11	15,89	51,28	2,17	1,22	43,96	12,97	62,28	-5,76
billon	F 20-50	21,45	35,28	7,57	24,43	3,27	0,70	25,18	10,79	16,63	4,82
	F 2-20	10,85	37,86	4,11	13,26	3,87	0,42	15,07	9,79	5,96	4,89
	F 0-2	11,67	30,14	3,52	11,35	3,59	0,42	15,05	8,39	15,12	-3,45
	Total	100,49		31,08	100,32		2,76	99,26	11,24		
	Sol total			30,98			2,79		11,12		
JM3	F 50-2000	56,58	29,51	16,70	55,42	2,16	1,22	47,65	13,67	61,63	-5,05
	F 20-50	16,42	31,70	5,21	17,28	2,80	0,46	17,97	11,30	11,77	4,65
	F 2-20	16,82	28,91	4,86	16,14	2,97	0,50	19,48	9,74	14,73	2,09
	F 0-2	10,60	31,26	3,31	11,00	3,51	0,37	14,52	8,90	11,87	-1,27
	Total	100,42		30,08	99,83		2,55	99,61	11,78		
	Sol total			30,13			2,56		11,75		
JM4	F 50-2000	58,53	30,02	17,57	58,16	2,05	1,20	49,39	14,68	65,43	-6,90
	F 20-50	16,23	30,36	4,93	16,31	2,55	0,41	17,08	11,90	10,58	5,65
	F 2-20	15,79	30,59	4,83	15,99	3,02	0,48	19,64	10,14	12,14	3,65
	F 0-2	10,29	29,56	3,04	10,07	3,10	0,32	13,16	9,54	11,84	-1,55
	Total	100,84		30,37	100,52		2,41	99,28	12,62		
	Sol total			30,21			2,42		12,46		
JM5	F 50-2000	53,65	24,13	12,95	52,33	2,10	1,13	48,35	11,49	58,44	-4,79
billon	F 20-50	15,54	25,33	3,94	15,91	2,42	0,38	16,12	10,48	10,47	5,07
	F 2-20	20,56	25,82	5,31	21,45	2,70	0,56	23,84	9,55	19,21	1,35
	F 0-2	10,36	24,11	2,50	10,09	2,81	0,29	12,50	8,57	11,89	-1,53
	Total	100,11		24,69	99,78		2,35	100,81	10,50		
	Sol total			24,74			2,33		10,61		
Chalvet 1	F 50-2000	56,54	35,23	19,92	54,36	3,00	1,63	47,76	12,22	59,45	-2,91
	F 20-50	14,64	37,41	5,48	14,95	3,51	0,52	15,38	10,44	10,22	4,42
	F 2-20	19,34	37,62	7,28	19,85	3,91	0,78	22,74	9,38	17,76	1,58
	F 0-2	9,58	40,96	3,92	10,71	4,43	0,47	13,91	8,27	12,58	-3,00
	Total	100,10		36,60	99,87		3,41	99,78	10,75		
	Sol total			36,64			3,41		10,74		
Chalvet 2	F 50-2000	57,43	22,28	12,80	55,02	1,70	0,94	46,10	13,64	60,43	-3,00
	F 20-50	17,66	23,45	4,14	17,81	2,29	0,41	20,03	10,16	14,16	3,50
	F 2-20	16,13	26,70	4,31	18,52	2,46	0,46	22,40	9,45	12,77	3,36
	F 0-2	9,18	22,13	2,03	8,73	2,71	0,24	11,64	8,58	12,64	-3,46
	Total	100,40		23,28	100,08		2,04	100,16	11,42		
	Sol total			23,26			2,03		11,43		
Chalvet 3	F 50-2000	54,95	29,11	16,00	56,71	1,91	1,08	47,67	14,79	58,57	-3,62
	F 20-50	17,54	24,67	4,33	15,34	2,39	0,37	16,18	11,79	14,05	3,49
	F 2-20	17,00	28,54	4,85	17,20	2,75	0,47	20,82	10,27	15,15	1,85
	F 0-2	11,12	28,51	3,17	11,24	3,13	0,35	15,50	9,02	12,24	-1,12
	Total	100,61		28,35	100,49		2,27	100,17	12,47		
	Sol total			28,21			2,27		12,43		
Chalvet 4	F 50-2000	52,93	22,11	11,71	51,81	1,16	0,60	38,28	19,50	54,30	-1,37
	F 20-50	17,46	21,87	3,82	16,90	1,63	0,28	17,55	13,87	14,51	2,95
	F 2-20	19,68	23,64	4,65	20,60	2,13	0,44	27,96	10,61	16,97	2,71
	F 0-2	10,11	25,06	2,53	11,21	2,38	0,27	17,05	9,48	14,22	-4,11
	Total	100,18		22,71	100,52		1,58	100,84	14,36		
	Sol total			22,59			1,57		14,41		
Adinet 1	F 50-2000	61,85	37,10	22,95	59,54	2,78	1,65	50,76	13,87	67,09	-5,24
	F 20-50	16,24	34,65	5,63	14,60	3,30	0,48	14,76	11,69	11,11	5,13
	F 2-20	13,79	48,05	6,63	17,19	3,94	0,68	20,77	9,78	12,11	1,68
	F 0-2	8,32	41,26	3,43	8,91	4,81	0,43	13,13	8,02	9,69	-1,37
	Total	100,20		38,63	100,24		3,24	99,41	11,92		
	Sol total			38,54			3,26		11,82		
Adinet 2	F 50-2000	60,32	41,21	24,86	58,83	2,61	1,54	46,62	16,16	66,21	-5,89
	F 20-50	17,37	42,37	7,36	17,42	3,52	0,61	18,56	12,02	12,22	5,15
	F 2-20	12,23	47,98	5,87	13,89	4,41	0,61	18,56	9,58	11,06	1,17
	F 0-2	10,29	41,24	4,24	10,04	5,16	0,52	15,70	8,19	10,51	-0,22
	Total	100,21		42,33	100,19		3,28	99,45	12,90		
	Sol total			42,25			3,30		12,81		

Annexes V

Fractionnements granulométriques et contenus organiques des différentes parcelles étudiées

Localités	Fractions (µm)	Masse des fractions (% sol sec)	Teneurs et contenus en carbone (mg/g frac.)	(mg/g sol)	(% sol)	Teneurs et contenus en azote (mg/g frac.)	(mg/g sol)	(% sol)	C/N	Analyse mécanique (%)	Etat de dispersion
Adinet 3	F 50-2000	63,87	44,19	28,22	61,85	2,93	1,81	50,63	15,57	65,06	-1,19
	F 20-50	12,74	43,80	5,58	12,23	4,03	0,49	13,77	11,32	9,32	3,42
	F 2-20	10,35	48,50	5,02	11,00	4,65	0,51	14,28	9,82	5,98	4,37
	F 0-2	13,13	51,31	6,74	14,76	5,14	0,76	21,20	8,88	19,64	-6,51
	Total	100,09		45,56	99,85		3,58	99,89	12,74		
	Sol total			45,63			3,58		12,75		
Mne Vert 1	F 50-2000	51,86	67,27	34,88	52,87	4,35	2,30	41,78	15,16	53,30	-1,44
	F 20-50	12,44	67,06	8,34	12,64	5,48	0,69	12,58	12,05	11,05	1,39
	F 2-20	9,73	62,89	6,12	9,27	6,84	0,63	11,52	9,65	1,17	8,56
	F 0-2	26,83	61,13	16,40	24,86	7,51	1,87	33,92	8,78	34,48	-7,65
	Total	100,86		65,75	99,65		5,50	99,79	11,96		
	Sol total			65,98			5,51		11,98		
Mne Vert 2	F 50-2000	67,62	34,99	23,66	57,81	3,58	2,07	52,24	11,44	66,79	0,83
	F 20-50	9,47	50,42	4,77	11,66	3,95	0,46	11,62	10,37	6,48	2,99
	F 2-20	5,99	57,14	3,42	8,36	4,16	0,35	8,77	9,85	0,93	5,06
	F 0-2	17,67	49,48	8,74	21,36	4,95	1,06	26,70	8,27	25,79	-8,12
	Total	100,75		40,60	99,20		3,93	99,32	10,32		
	Sol total			40,93			3,96		10,33		
Mne Vert 3	F 50-2000	62,27	26,24	16,34	48,01	3,13	1,50	42,01	10,89	62,05	0,22
	F 20-50	11,36	37,77	4,29	12,61	3,44	0,43	12,13	9,90	9,46	1,90
	F 2-20	8,47	48,43	4,10	12,05	3,95	0,48	13,32	8,62	2,66	5,81
	F 0-2	18,13	51,19	9,28	27,27	4,26	1,16	32,49	8,00	25,83	-7,70
	Total	100,23		34,01	99,94		3,57	99,95	9,53		
	Sol total			34,03			3,57		9,53		
Mne Vert 4	F 50-2000	59,49	56,79	33,79	55,29	5,81	3,21	52,22	10,52	58,66	0,83
	F 20-50	12,07	69,00	8,33	13,63	6,40	0,87	14,19	9,54	10,47	1,60
	F 2-20	9,60	67,57	6,49	10,62	6,73	0,71	11,62	9,08	2,56	7,04
	F 0-2	19,53	61,16	11,94	19,55	7,14	1,40	22,68	8,56	28,31	-8,78
	Total	100,69		60,55	99,09		6,20	100,71	9,77		
	Sol total			61,10			6,15		9,93		
Etienne 1	F 50-2000	42,41	13,13	5,57	37,08	0,78	0,29	25,19	19,22	45,08	-2,67
	F 20-50	14,97	17,16	2,57	17,11	1,12	0,19	16,74	13,35	12,10	2,87
	F 2-20	24,92	15,73	3,92	26,12	1,42	0,37	32,29	10,56	19,65	5,27
	F 0-2	18,29	16,29	2,98	19,84	1,54	0,30	26,50	9,78	23,17	-4,88
	Total	100,59		15,04	100,15		1,16	100,72	12,98		
	Sol total			15,01			1,15		13,06		
Etienne 2	F 50-2000	40,54	48,54	19,68	36,18	3,23	1,17	26,07	16,84	42,49	-1,95
	F 20-50	12,81	53,54	6,86	12,61	4,06	0,51	11,41	13,40	8,88	3,93
	F 2-20	21,52	56,74	12,21	22,45	4,97	1,11	24,86	10,95	18,50	3,02
	F 0-2	25,18	62,79	15,81	29,07	5,82	1,69	37,72	9,35	30,13	-4,95
	Total	100,05		54,56	100,32		4,49	100,06	12,16		
	Sol total			54,38			4,48		12,13		
Plaisance	F 50-2000	32,28	13,79	4,45	26,57	0,96	0,31	18,25	14,40	31,15	1,13
	F 20-50	5,60	18,45	1,03	6,17	1,73	0,10	5,72	10,66	4,20	1,40
	F 2-20	14,83	14,82	2,20	13,13	1,58	0,23	13,84	9,37	13,21	1,62
	F 0-2	47,61	19,30	9,19	54,86	2,20	1,05	61,76	8,78	50,93	-3,32
	Total	100,32		16,87	100,73		1,69	99,57	10,00		
	Sol total			16,75			1,69		9,89		
Depaz 3 billon	F 50-2000	69,72	31,47	21,94	72,16	2,65	1,91	69,08	11,47	76,79	-7,07
	F 20-50	15,47	26,31	4,07	13,38	2,95	0,39	14,26	10,31	9,14	6,33
	F 2-20	11,86	26,51	3,14	10,34	3,33	0,34	12,43	9,13	6,99	4,87
	F 0-2	3,46	29,27	1,01	3,33	3,63	0,12	4,36	8,38	7,08	-3,62
	Total	100,51		30,17	99,21		2,77	100,13	10,88		
	Sol total			30,41			2,77		10,98		
Cirad 1	F 50-2000	20,80	13,95	2,90	16,58	0,91	0,19	11,16	15,33	19,41	1,39
	F 20-50	9,65	21,80	2,10	12,02	1,86	0,18	10,58	11,72	8,77	0,88
	F 2-20	17,64	17,66	3,11	17,80	1,68	0,30	17,45	10,52	15,71	1,93
	F 0-2	51,93	17,96	9,33	53,29	1,99	1,03	60,78	9,05	56,10	-4,17
	Total	100,02		17,45	99,70		1,70	99,98	10,29		
	Sol total			17,50			1,70		10,32		

Annexes V

Fractionnements granulométriques et contenus organiques des différentes parcelles étudiées

Localités	Fractions (µm)	Masse des fractions (% sol sec)	Teneurs et contenus en carbone (mg/g frac.)	(mg/g sol)	(% sol)	Teneurs et contenus en azote (mg/g frac.)	(mg/g sol)	(% sol)	C/N	Analyse mécanique (%)	Etat de dispersion
Cirad 2	F 50-2000	20,35	10,85	2,21	13,27	0,87	0,18	10,64	12,50	19,43	0,92
	F 20-50	15,58	17,25	2,69	16,15	1,47	0,23	13,80	11,73	13,43	2,15
	F 2-20	13,57	18,95	2,57	15,46	1,82	0,25	14,88	10,41	11,49	2,08
	F 0-2	50,84	18,03	9,17	55,11	1,95	0,99	59,76	9,24	55,66	-4,82
	Total	100,34		16,63	99,99		1,65	99,07	10,11		
	Sol total			16,64			1,66		10,02		
Cirad 3	F 50-2000	16,56	12,60	2,09	12,84	0,93	0,15	9,51	13,55	16,99	-0,43
	F 20-50	12,82	17,29	2,22	13,64	1,50	0,19	11,88	11,53	10,47	2,35
	F 2-20	18,25	16,27	2,97	18,27	1,57	0,29	17,67	10,38	14,42	3,83
	F 0-2	52,71	17,14	9,03	55,57	1,87	0,99	61,04	9,14	58,11	-5,40
	Total	100,34		16,31	100,31		1,62	100,11	10,06		
	Sol total			16,26			1,62		10,04		
Cirad 4	F 50-2000	17,05	32,71	5,58	15,78	2,41	0,41	11,33	13,55	21,46	-4,41
	F 20-50	13,16	23,42	3,08	8,72	2,18	0,29	7,91	10,73	4,84	8,32
	F 2-20	20,33	23,50	4,78	13,52	2,37	0,48	13,27	9,91	16,18	4,15
	F 0-2	50,16	43,57	21,86	61,84	4,84	2,43	66,82	9,01	57,52	-7,36
	Total	100,70		35,29	99,86		3,61	99,33	9,78		
	Sol total			35,34			3,63		9,73		
Cirad 5	F 50-2000	21,35	13,64	2,91	16,48	1,01	0,22	12,66	13,48	25,65	-4,30
	F 20-50	12,68	19,65	2,49	14,11	1,70	0,22	12,66	11,53	9,21	3,47
	F 2-20	18,15	18,20	3,30	18,70	1,69	0,31	18,01	10,74	13,54	4,61
	F 0-2	48,49	18,68	9,06	51,27	1,99	0,96	56,39	9,41	51,60	-3,11
	Total	100,67		17,77	100,56		1,70	99,73	10,44		
	Sol total			17,67			1,71		10,35		
Verger 1 Inter rang	F 50-2000	15,70	15,62	2,45	16,74	1,03	0,16	10,53	15,18	17,63	-1,93
	F 20-50	11,90	19,41	2,31	15,76	1,63	0,19	12,64	11,91	5,72	6,18
	F 2-20	15,55	17,53	2,73	18,60	1,64	0,26	16,64	10,68	12,63	2,92
	F 0-2	57,09	12,41	7,08	48,35	1,63	0,93	60,61	7,62	64,03	-6,94
	Total	100,24		14,57	99,45		1,54	100,41	9,46		
	Sol total			14,65			1,53		9,55		
Verger 2 Rang	F 50-2000	20,21	8,16	1,65	14,16	0,69	0,14	12,08	11,77	24,00	-3,79
	F 20-50	15,95	13,28	2,12	18,18	1,19	0,19	16,41	11,13	11,05	4,90
	F 2-20	15,73	15,07	2,37	20,35	1,44	0,23	19,49	10,49	9,80	5,93
	F 0-2	48,41	11,57	5,60	48,07	1,25	0,60	52,12	9,27	55,15	-6,74
	Total	100,30		11,74	100,75		1,16	100,10	10,11		
	Sol total			11,65			1,16		10,05		
Verger 3 Rang	F 50-2000	17,66	20,82	3,68	20,32	1,64	0,29	15,42	12,70	20,22	-2,56
	F 20-50	13,07	18,86	2,46	13,62	1,60	0,21	11,17	11,75	6,17	6,90
	F 2-20	13,74	16,95	2,33	12,87	1,79	0,25	13,13	9,45	10,25	3,49
	F 0-2	56,22	16,94	9,52	52,64	1,98	1,12	59,43	8,54	63,36	-7,14
	Total	100,69		17,99	99,45		1,86	99,15	9,67		
	Sol total			18,09			1,88		9,64		
Verger 4 Inter rang	F 50-2000	26,41	9,09	2,40	17,97	0,46	0,12	9,59	19,80	31,17	-4,76
	F 20-50	16,33	14,24	2,32	17,40	1,28	0,21	16,49	11,14	12,99	3,34
	F 2-20	12,16	15,33	1,86	13,95	1,51	0,18	14,51	10,16	3,17	8,99
	F 0-2	45,25	15,04	6,80	50,91	1,64	0,74	58,66	9,16	52,67	-7,42
	Total	100,15		13,39	100,24		1,26	99,25	10,66		
	Sol total			13,36			1,27		10,56		
St James 1	F 50-2000	26,46	11,44	3,03	15,38	0,37	0,10	6,47	31,02	29,82	-3,36
	F 20-50	10,00	20,00	2,00	10,16	1,53	0,15	10,16	13,05	6,86	3,14
	F 2-20	17,24	22,24	3,83	19,48	1,79	0,31	20,45	12,43	13,51	3,73
	F 0-2	46,30	23,14	10,72	54,44	2,03	0,94	62,30	11,40	49,82	-3,52
	Total	100,00		19,58	99,46		1,50	99,37	13,06		
	Sol total			19,68			1,51		13,05		
St James 2	F 50-2000	15,74	15,81	2,49	16,48	0,44	0,07	6,59	36,20	20,69	-4,95
	F 20-50	14,18	11,69	1,66	10,98	0,60	0,08	8,10	19,62	8,69	5,49
	F 2-20	14,54	14,24	2,07	13,71	1,13	0,16	15,70	12,64	8,47	6,07
	F 0-2	56,01	15,75	8,82	58,44	1,29	0,73	69,51	12,17	62,15	-6,14
	Total	100,47		15,04	99,61		1,04	99,90	14,43		
	Sol total			15,10			1,04		14,47		

Annexes V

Fractionnements granulométriques et contenus organiques des différentes parcelles étudiées

Localités	Fractions (µm)	Masse des fractions (% sol sec)	Teneurs et contenus en carbone (mg/g frac.)	(mg/g sol)	(% sol)	Teneurs et contenus en azote (mg/g frac.)	(mg/g sol)	(% sol)	C/N	Analyse mécanique (%)	Etat de dispersion
Discorde 1	F 50-2000	32,80	20,18	6,62	31,16	1,12	0,37	20,21	17,98	30,38	2,42
	F 20-50	7,13	28,43	2,03	9,54	2,18	0,16	8,55	13,02	2,98	4,15
	F 2-20	17,92	19,88	3,56	16,77	1,85	0,33	18,19	10,75	15,91	2,01
	F 0-2	42,89	21,48	9,21	43,36	2,29	0,98	53,94	9,37	50,73	-7,84
	Total	100,74		21,42	100,84		1,84	100,89	11,65		
	Sol total			21,24			1,82		11,66		
Discorde 2	F 50-2000	35,66	26,58	9,48	33,29	1,46	0,52	23,34	18,22	39,61	-3,95
	F 20-50	10,44	20,59	2,15	7,55	1,50	0,16	7,02	13,74	5,58	4,86
	F 2-20	12,27	29,70	3,64	12,80	2,54	0,31	13,99	11,69	10,24	2,03
	F 0-2	41,77	32,06	13,39	47,04	3,00	1,25	56,15	10,70	44,58	-2,81
	Total	100,14		28,66	100,68		2,24	100,50	12,80		
	Sol total			28,47			2,23		12,78		
Discorde 3	F 50-2000	30,16	67,60	20,39	35,49	2,33	0,70	17,50	29,01	30,71	-0,55
	F 20-50	7,50	37,06	2,78	4,84	2,36	0,18	4,40	15,72	6,93	0,57
	F 2-20	10,19	43,29	4,41	7,68	3,74	0,38	9,49	11,57	6,53	3,66
	F 0-2	52,42	57,33	30,05	52,31	5,30	2,78	69,20	10,81	55,84	-3,42
	Total	100,27		57,63	100,32		4,04	100,59	14,27		
	Sol total			57,45			4,02		14,30		
Démarche 1	F 50-2000	48,48	12,18	5,90	41,68	1,26	0,52	34,72	11,26	49,75	-1,27
	F 20-50	8,83	18,74	1,65	11,68	1,90	0,17	11,14	9,84	6,81	2,02
	F 2-20	9,60	16,33	1,57	11,06	1,92	0,18	12,23	8,48	1,45	8,15
	F 0-2	33,11	15,28	5,06	35,72	1,92	0,64	42,12	7,95	41,99	-8,88
	Total	100,02		14,19	100,14		1,51	100,21	9,37		
	Sol total			14,17			1,51		9,38		
Démarche 2	F 50-2000	50,86	15,18	7,72	40,70	1,57	0,64	33,74	12,10	53,40	-2,54
	F 20-50	7,95	21,30	1,69	8,93	1,97	0,16	8,29	10,80	5,58	2,37
	F 2-20	7,56	22,91	1,73	9,13	2,40	0,18	9,59	9,55	1,37	6,19
	F 0-2	33,70	23,02	7,76	40,89	2,69	0,91	47,99	8,55	39,64	-5,94
	Total	100,07		18,90	99,66		1,88	99,61	10,03		
	Sol total			18,97			1,89		10,03		
Démarche 3	F 50-2000	43,93	49,30	21,66	42,84	3,43	1,47	32,78	14,74	49,22	-5,29
	F 20-50	11,74	49,79	5,85	11,56	4,36	0,51	11,42	11,42	6,62	5,12
	F 2-20	9,64	54,72	5,27	10,43	5,47	0,53	11,77	10,00	3,56	6,08
	F 0-2	35,03	50,86	17,82	35,25	5,59	1,96	43,68	9,10	40,60	-5,57
	Total	100,34		50,59	100,09		4,47	99,65	11,33		
	Sol total			50,55			4,48		11,28		
Piton 1	F 50-2000	20,46	21,97	4,50	19,96	0,74	0,15	8,05	29,81	27,94	-7,48
	F 20-50	10,77	28,09	3,03	13,43	2,16	0,23	12,39	13,03	3,32	7,45
	F 2-20	14,87	23,33	3,47	15,40	2,27	0,34	17,99	10,29	14,37	0,50
	F 0-2	53,74	21,26	11,43	50,72	2,14	1,15	61,45	9,92	54,37	-0,63
	Total	99,84		22,42	99,52		1,87	99,88	11,98		
	Sol total			22,53			1,87		12,02		
Piton 2	F 50-2000	23,71	36,19	8,58	25,81	1,46	0,35	12,27	24,83	27,01	-3,30
	F 20-50	10,95	27,25	2,98	8,98	1,73	0,19	6,74	15,72	4,24	6,71
	F 2-20	17,53	25,03	4,39	13,20	2,35	0,41	14,64	10,64	15,89	1,64
	F 0-2	48,04	36,26	17,42	52,40	3,93	1,89	66,98	9,24	52,85	-4,81
	Total	100,23		33,37	100,39		2,83	100,63	11,78		
	Sol total			33,24			2,82		11,80		
Piton 3	F 50-2000	30,19	13,54	4,09	24,93	0,80	0,24	16,36	16,96	29,42	0,77
	F 20-50	11,09	18,74	2,08	12,67	1,66	0,18	12,53	11,26	9,17	1,92
	F 2-20	16,22	15,48	2,51	15,31	1,53	0,25	16,79	10,14	12,23	3,99
	F 0-2	43,39	17,63	7,65	46,65	1,83	0,80	53,99	9,62	49,17	-5,78
	Total	100,89		16,33	99,56		1,47	99,67	11,12		
	Sol total			16,40			1,47		11,13		
Piton 4	F 50-2000	17,12	19,25	3,30	20,16	1,44	0,25	15,59	13,36	19,28	-2,16
	F 20-50	8,36	17,79	1,49	9,10	1,57	0,13	8,29	11,34	6,68	1,68
	F 2-20	22,58	16,34	3,69	22,57	1,52	0,34	21,67	10,76	18,80	3,78
	F 0-2	52,58	15,17	7,98	48,80	1,62	0,85	53,88	9,36	55,24	-2,66
	Total	100,64		16,45	100,63		1,57	99,42	10,46		
	Sol total			16,35			1,58		10,33		

Annexes V

Fractionnements granulométriques et contenus organiques des différentes parcelles étudiées

Localités	Fractions (µm)	Masse des fractions (% sol sec)	Teneurs et contenus en carbone (mg/g frac.)	(mg/g sol)	(% sol)	Teneurs et contenus en azote (mg/g frac.)	(mg/g sol)	(% sol)	C/N	Analyse mécanique (%)	Etat de dispersion
Fleury 1	F 50-2000	16,94	35,20	5,96	18,05	2,68	0,45	14,05	13,12	15,97	0,97
	F 20-50	10,01	26,08	2,61	7,90	2,31	0,23	7,15	11,27	7,88	2,13
	F 2-20	22,43	29,73	6,67	20,19	2,87	0,64	19,89	10,36	19,04	3,39
	F 0-2	51,17	35,26	18,04	54,62	3,75	1,92	59,34	9,40	57,11	-5,94
	Total	100,55		33,28	100,76		3,25	100,43	10,24		
	Sol total			33,03			3,24		10,21		
Fleury 2	F 50-2000	30,85	4,19	1,29	11,72	0,32	0,10	8,31	13,24	32,45	-1,60
	F 20-50	13,10	17,20	2,25	20,44	1,65	0,22	18,38	10,43	13,90	-0,80
	F 2-20	9,11	23,08	2,10	19,07	2,39	0,22	18,54	9,65	5,91	3,20
	F 0-2	47,10	11,33	5,34	48,40	1,35	0,64	54,16	8,38	47,74	-0,64
	Total	100,16		10,98	99,64		1,17	99,40	9,40		
	Sol total			11,02			1,18		9,38		
Galion 4 billon	F 50-2000	19,37	21,82	4,23	23,68	0,81	0,16	10,74	26,90	18,70	0,67
	F 20-50	7,84	17,62	1,38	7,74	1,22	0,10	6,51	14,49	5,14	2,70
	F 2-20	12,88	16,23	2,09	11,71	1,35	0,17	11,90	12,00	12,43	0,45
	F 0-2	60,43	16,80	10,15	56,89	1,71	1,03	70,68	9,82	63,74	-3,31
	Total	100,52		17,85	100,02		1,46	99,84	12,22		
	Sol total			17,85			1,46		12,20		
Mascret 1	F 50-2000	46,36	20,44	9,48	40,41	1,42	0,58	30,08	16,47	47,25	-0,89
	F 20-50	11,15	23,16	2,58	11,01	1,87	0,21	10,76	12,55	9,25	1,90
	F 2-20	20,69	23,93	4,95	21,11	2,19	0,46	24,17	10,71	17,40	3,29
	F 0-2	22,23	28,32	6,30	26,85	2,50	0,67	35,08	9,38	26,11	-3,88
	Total	100,43		23,30	99,39		1,91	100,08	12,17		
	Sol total			23,45			1,91		12,26		
Mascret 2	F 50-2000	44,00	38,19	16,80	40,81	2,45	1,08	31,80	15,58	43,37	0,63
	F 20-50	9,64	36,46	3,51	8,54	2,68	0,26	7,62	13,60	8,03	1,61
	F 2-20	19,95	38,70	7,72	18,75	3,63	0,72	21,35	10,66	18,75	1,20
	F 0-2	26,70	49,62	13,25	32,18	5,05	1,35	39,74	9,83	29,85	-3,15
	Total	100,29		41,29	100,28		3,41	100,50	12,11		
	Sol total			41,17			3,39		12,14		
Cadets 1	F 50-2000	50,05	16,48	8,25	36,96	0,96	0,48	24,50	17,21	57,12	-7,07
	F 20-50	14,37	23,59	3,39	15,20	2,07	0,30	15,18	11,42	7,84	6,53
	F 2-20	15,13	28,32	4,28	19,21	2,86	0,43	22,15	9,89	14,87	0,26
	F 0-2	20,54	30,40	6,24	27,99	3,69	0,76	38,73	8,25	20,18	0,36
	Total	100,09		22,16	99,36		1,97	100,56	11,27		
	Sol total			22,31			1,96		11,41		
Cadets 2	F 50-2000	53,45	20,83	11,13	39,89	1,82	0,97	34,57	11,43	57,20	-3,75
	F 20-50	10,69	30,27	3,24	11,59	2,93	0,31	11,13	10,32	7,05	3,64
	F 2-20	15,21	36,97	5,62	20,15	3,88	0,59	20,96	9,52	13,28	1,93
	F 0-2	21,19	37,20	7,88	28,25	4,33	0,92	32,57	8,59	22,48	-1,29
	Total	100,54		27,87	99,88		2,80	99,23	9,97		
	Sol total			27,91			2,82		9,91		
Godinot	F 50-2000	51,64	18,06	9,32	55,18	1,07	0,55	44,02	16,83	56,37	-4,73
	F 20-50	13,16	15,77	2,08	12,28	1,30	0,17	13,57	12,15	8,48	4,68
	F 2-20	15,30	13,67	2,09	12,37	1,30	0,20	15,76	10,54	13,25	2,05
	F 0-2	19,14	17,54	3,36	19,87	1,75	0,34	26,65	10,01	21,90	-2,76
	Total	99,24		16,85	99,70		1,26	99,99	13,39		
	Sol total			16,90			1,26		13,42		
Bochette 1	F 50-2000	18,07	18,33	3,31	12,59	0,90	0,16	6,67	20,30	20,78	-2,71
	F 20-50	6,96	26,48	1,84	7,01	2,02	0,14	5,74	13,13	4,01	2,95
	F 2-20	18,96	25,80	4,89	18,59	2,51	0,48	19,45	10,29	16,08	2,88
	F 0-2	56,41	29,18	16,46	62,57	2,99	1,69	68,93	9,77	59,13	-2,72
	Total	100,40		26,51	100,77		2,46	100,79	10,76		
	Sol total			26,30			2,44		10,76		
Bochette 2	F 50-2000	19,32	19,62	3,79	14,83	0,91	0,18	7,62	21,48	18,89	0,43
	F 20-50	10,20	27,95	2,85	11,15	2,19	0,22	9,65	12,75	10,00	0,20
	F 2-20	14,45	23,69	3,42	13,39	2,17	0,31	13,53	10,92	12,22	2,23
	F 0-2	56,50	27,72	15,66	61,28	2,87	1,62	70,08	9,65	58,89	-2,39
	Total	100,47		25,73	100,65		2,34	100,89	11,01		
	Sol total			25,56			2,32		11,04		

Annexes V

Fractionnements granulométriques et contenus organiques des différentes parcelles étudiées

Localités	Fractions (µm)	Masse des fractions (% sol sec)	Teneurs et contenus en carbone (mg/g frac.)	(mg/g sol)	(% sol)	Teneurs et contenus en azote (mg/g frac.)	(mg/g sol)	(% sol)	C/N	Analyse mécanique (%)	Etat de dispersion
Favorite 1	F 50-2000	32,37	11,53	3,73	24,48	0,63	0,20	14,50	18,24	34,38	-2,01
	F 20-50	12,01	24,37	2,93	19,20	1,95	0,23	16,63	12,47	9,14	2,87
	F 2-20	13,18	20,12	2,65	17,40	1,92	0,25	17,94	10,47	12,86	0,32
	F 0-2	43,29	13,76	5,95	39,06	1,66	0,72	50,89	8,29	43,62	-0,33
	Total	100,85		15,27	100,14		1,41	99,96	10,82		
	Sol total			15,24			1,41		10,80		
Favorite 2	F 50-2000	33,31	30,96	10,31	34,23	2,17	0,72	26,20	14,27	33,57	-0,26
	F 20-50	19,09	24,37	4,65	15,44	1,92	0,37	13,30	12,68	17,33	1,77
	F 2-20	7,58	41,51	3,15	10,44	3,92	0,30	10,78	10,59	5,08	2,50
	F 0-2	40,67	30,14	12,26	40,68	3,34	1,36	49,28	9,02	44,03	-3,36
	Total	100,65		30,37	100,79		2,75	99,56	11,06		
	Sol total			30,13			2,76		10,93		
Mauny 1	F 50-2000	21,11	21,59	4,56	19,45	0,96	0,20	10,62	22,46	26,62	-5,51
	F 20-50	16,88	21,52	3,63	15,50	1,50	0,25	13,23	14,37	11,85	5,03
	F 2-20	18,20	21,72	3,95	16,88	1,87	0,34	17,79	11,63	15,22	2,98
	F 0-2	44,19	25,19	11,13	47,52	2,52	1,11	58,24	10,00	46,31	-2,12
	Total	100,38		23,27	99,36		1,91	99,88	12,19		
	Sol total			23,42			1,91		12,26		
CTCS 1	F 50-2000	11,58	29,57	3,42	12,20	0,92	0,11	4,51	32,31	12,67	-1,09
	F 20-50	12,38	38,71	4,79	17,07	2,25	0,28	11,86	17,20	6,68	5,70
	F 2-20	10,82	41,90	4,53	16,15	2,97	0,32	13,68	14,12	8,36	2,46
	F 0-2	65,64	23,70	15,56	55,42	2,50	1,64	69,77	9,50	72,30	-6,66
	Total	100,42		28,31	100,84		2,34	99,83	12,08		
	Sol total			28,07			2,35		11,96		
CTCS 2 sillon	F 50-2000	16,34	26,21	4,28	16,12	0,91	0,15	6,95	28,76	17,78	-1,44
	F 20-50	15,36	28,24	4,34	16,33	1,62	0,25	11,59	17,46	11,47	3,89
	F 2-20	17,84	26,00	4,64	17,46	2,07	0,37	17,20	12,58	13,79	4,05
	F 0-2	50,93	25,97	13,22	49,78	2,71	1,38	64,43	9,58	56,97	-6,04
	Total	100,47		26,48	99,69		2,15	100,16	12,34		
	Sol total			26,57			2,14		12,40		
Lareinty billon	F 50-2000	16,19	21,48	3,48	16,13	0,75	0,12	6,61	28,60	15,59	0,60
	F 20-50	12,76	19,70	2,51	11,66	1,25	0,16	8,70	15,71	12,22	0,54
	F 2-20	16,14	20,23	3,26	15,14	1,77	0,28	15,49	11,46	10,87	5,27
	F 0-2	55,58	21,91	12,18	56,48	2,30	1,28	69,54	9,52	61,32	-5,74
	Total	100,67		21,43	99,42		1,85	100,33	11,61		
	Sol total			21,56			1,84		11,72		
Galion 1	F 50-2000	11,20	133,46	14,95	14,06	2,33	0,26	6,59	57,35	14,73	-3,53
	F 20-50	17,26	110,43	19,06	17,93	3,30	0,57	14,42	33,42	13,56	3,70
	F 2-20	19,40	102,03	19,79	18,62	3,45	0,67	16,92	29,58	13,86	5,54
	F 0-2	52,22	100,03	52,24	49,14	4,63	2,42	61,17	21,59	57,85	-5,63
	Total	100,08		106,04	99,75		3,92	99,09	27,05		
	Sol total			**106,31**			**3,96**		26,87		
Galion 2	F 50-2000	14,99	23,46	3,52	18,08	0,95	0,14	8,51	24,69	21,33	-6,34
	F 20-50	17,37	16,04	2,79	14,33	1,34	0,23	13,87	12,00	12,02	5,35
	F 2-20	18,23	18,91	3,45	17,73	1,71	0,31	18,67	11,03	15,80	2,43
	F 0-2	49,44	19,36	9,57	49,22	1,97	0,98	58,25	9,81	50,85	-1,41
	Total	100,03		19,32	99,36		1,66	99,30	11,62		
	Sol total			19,44			1,67		11,61		
Galion 3	F 50-2000	13,71	29,86	4,09	15,86	1,43	0,20	9,17	20,91	12,67	1,04
	F 20-50	9,74	28,92	2,82	10,91	1,76	0,17	8,02	16,46	6,68	3,06
	F 2-20	19,41	26,57	5,16	19,97	2,14	0,42	19,48	12,40	18,36	1,05
	F 0-2	57,19	24,16	13,81	53,51	2,36	1,35	63,16	10,25	62,30	-5,11
	Total	100,05		25,88	100,25		2,13	99,84	12,15		
	Sol total			25,82			2,13		12,10		
Beauséjour 1	F 50-2000	26,55	9,97	2,65	15,08	0,61	0,16	11,39	16,31	29,87	-3,32
	F 20-50	16,97	23,08	3,92	22,33	1,58	0,27	18,88	14,56	13,26	3,71
	F 2-20	13,90	24,07	3,35	19,07	1,95	0,27	19,06	12,33	9,94	3,96
	F 0-2	43,17	17,36	7,50	42,73	1,66	0,72	50,39	10,44	46,94	-3,77
	Total	100,59		17,41	99,21		1,42	99,72	12,25		
	Sol total			17,54			1,42		12,32		

Annexes V

Fractionnements granulométriques et contenus organiques des différentes parcelles étudiées

Localités	Fractions (µm)	Masse des fractions (% sol sec)	Teneurs et contenus en carbone (mg/g frac.)	(mg/g sol)	(% sol)	Teneurs et contenus en azote (mg/g frac.)	(mg/g sol)	(% sol)	C/N	Analyse mécanique (%)	Etat de dispersion
Beauséjour 2	F 50-2000	21,11	31,52	6,65	18,87	1,02	0,22	8,30	30,84	23,95	-2,84
	F 20-50	12,19	32,55	3,97	11,25	2,23	0,27	10,47	14,58	9,66	2,53
	F 2-20	23,99	30,02	7,20	20,43	2,38	0,57	21,95	12,62	19,82	4,17
	F 0-2	42,91	41,25	17,70	50,21	3,64	1,56	60,06	11,34	46,56	-3,65
	Total	100,20		35,53	100,76		2,62	100,78	13,56		
	Sol total			35,26			2,60		13,56		
Laillet 1	F 50-2000	67,18	15,07	10,12	68,93	1,25	0,84	58,90	12,06	67,59	-0,41
	F 20-50	8,52	15,40	1,31	8,94	1,62	0,14	9,72	9,48	8,22	0,30
	F 2-20	7,35	12,62	0,93	6,32	1,43	0,10	7,36	8,85	5,64	1,71
	F 0-2	17,36	13,93	2,42	16,47	1,93	0,33	23,48	7,23	18,54	-1,18
	Total	100,41		14,78	100,65		1,42	99,45	10,43		
	Sol total			14,69			1,43		10,31		
Laillet 2	F 50-2000	64,27	23,31	14,98	63,65	2,12	1,36	56,77	11,02	66,63	-2,36
	F 20-50	10,70	18,69	2,00	8,49	1,96	0,21	8,77	9,52	8,34	2,36
	F 2-20	12,40	28,59	3,55	15,06	3,27	0,41	16,92	8,75	11,63	0,77
	F 0-2	12,86	24,23	3,12	13,24	3,12	0,40	16,78	7,76	13,40	-0,54
	Total	100,23		23,64	100,44		2,38	99,23	9,95		
	Sol total			23,54			2,39		9,83		
Laugier 1	F 50-2000	7,94	46,56	3,70	14,77	1,45	0,12	5,19	32,10	4,89	3,05
	F 20-50	10,8	21,94	2,37	9,47	1,46	0,16	7,09	15,07	4,54	6,26
	F 2-20	21,3	23,19	4,94	19,74	2,19	0,47	21,05	10,58	22,52	-1,22
	F 0-2	59,63	23,50	14,02	56,01	2,50	1,49	67,09	9,42	68,05	-8,42
	Total	99,67		25,02	100,00		2,23	100,42	11,23		
	Sol total			25,02			2,22		11,28		
Laugier 2	F 50-2000	12,15	30,13	3,66	14,92	1,75	0,21	9,16	17,18	16,01	-3,86
	F 20-50	9,91	24,57	2,43	9,93	1,81	0,18	7,70	13,59	5,81	4,10
	F 2-20	22,34	20,24	4,52	18,43	2,01	0,45	19,32	10,06	20,56	1,78
	F 0-2	55,75	24,61	13,72	55,94	2,66	1,48	63,70	9,25	57,61	-1,86
	Total	100,15		24,34	99,22		2,32	99,88	10,47		
	Sol total			24,53			2,33		10,54		
Laugier 3	F 50-2000	10,99	36,04	3,96	12,45	1,78	0,20	6,50	20,30	10,75	0,24
	F 20-50	9,09	29,33	2,67	8,38	2,10	0,19	6,37	13,93	9,79	-0,70
	F 2-20	22,17	28,67	6,36	19,98	2,63	0,58	19,39	10,91	18,01	4,16
	F 0-2	57,16	33,03	18,88	59,35	3,53	2,02	67,15	9,36	61,45	-4,29
	Total	99,41		31,86	100,16		2,99	99,40	10,67		
	Sol total			31,81			3,00		10,59		
3 Rves 1	F 50-2000	9,30	38,80	3,61	12,70	1,80	0,17	6,77	21,54	7,61	1,69
	F 20-50	9,81	34,36	3,37	11,86	2,35	0,23	9,32	14,63	8,65	1,16
	F 2-20	26,33	23,57	6,20	21,84	2,21	0,58	23,54	10,66	24,36	1,97
	F 0-2	55,09	28,04	15,45	54,37	2,70	1,49	60,07	10,40	59,78	-4,69
	Total	100,53		28,63	100,77		2,47	99,70	11,61		
	Sol total			28,41			2,47		11,49		
3 Rves 2	F 50-2000	18,81	26,61	5,00	16,43	1,59	0,30	10,19	16,77	20,33	-1,52
	F 20-50	10,23	33,57	3,43	11,28	2,58	0,26	9,02	13,01	6,43	3,80
	F 2-20	15,09	29,24	4,41	14,49	3,00	0,45	15,49	9,74	11,11	3,98
	F 0-2	56,50	31,61	17,86	58,65	3,40	1,92	65,65	9,30	62,13	-5,63
	Total	100,63		30,71	100,85		2,94	100,35	10,46		
	Sol total			30,45			2,93		10,40		
3 Rves 3	F 50-2000	15,80	30,24	4,78	16,82	1,07	0,17	6,94	28,14	17,67	-1,87
	F 20-50	10,44	31,94	3,33	11,74	2,59	0,27	11,05	12,33	10,56	-0,12
	F 2-20	20,50	21,90	4,49	15,81	2,10	0,43	17,58	10,43	16,7	3,80
	F 0-2	53,27	29,40	15,66	55,13	2,96	1,57	64,33	9,94	55,51	-2,24
	Total	100,00		28,26	99,50		2,45	99,90	11,56		
	Sol total			28,40			2,45		11,60		
Val d'Or 1	F 50-2000	18,86	14,81	2,79	17,10	0,98	0,18	10,65	15,11	21,04	-2,18
	F 20-50	5,71	18,71	1,07	6,54	1,62	0,09	5,32	11,57	3,9	1,81
	F 2-20	18,96	15,55	2,95	18,05	1,70	0,32	18,53	9,17	16,57	2,39
	F 0-2	56,92	16,58	9,44	57,78	2,01	1,14	65,80	8,27	58,49	-1,57
	Total	100,45		16,24	99,47		1,74	100,31	9,34		
	Sol total			16,33			1,73		9,41		

Annexes V

Fractionnements granulométriques et contenus organiques des différentes parcelles étudiées

Localités	Fractions (µm)	Masse des fractions (% sol sec)	Teneurs et contenus en carbone (mg/g frac.)	(mg/g sol)	(% sol)	Teneurs et contenus en azote (mg/g frac.)	(mg/g sol)	(% sol)	C/N	Analyse mécanique (%)	Etat de dispersion
Val d'Or 2	F 50-2000	16,19	19,99	3,24	16,98	0,97	0,16	9,49	20,68	17,87	-1,68
	F 20-50	5,88	18,69	1,10	5,77	1,20	0,07	4,27	15,60	3,96	1,92
	F 2-20	14,32	20,24	2,90	15,21	1,66	0,24	14,41	12,20	13,85	0,47
	F 0-2	63,70	18,71	11,92	62,56	1,88	1,19	72,45	9,98	64,32	-0,62
	Total	100,09		19,16	100,52		1,66	100,63	11,55		
	Sol total			19,06			1,65		11,56		
Val d'Or 3	F 50-2000	27,55	11,30	3,11	17,83	0,48	0,13	10,05	23,62	27,65	-0,10
	F 20-50	6,24	17,33	1,08	6,20	1,04	0,06	4,95	16,66	3,76	2,48
	F 2-20	17,13	17,71	3,03	17,38	1,37	0,23	17,83	12,97	17,85	-0,72
	F 0-2	49,78	20,58	10,24	58,69	1,78	0,88	67,42	11,59	50,74	-0,96
	Total	100,70		17,47	100,10		1,31	100,25	13,29		
	Sol total			17,46			1,31		13,31		
Gd Fond 1	F 50-2000	13,20	41,99	5,54	12,18	1,92	0,25	6,46	21,83	16,86	-3,66
	F 20-50	6,48	26,14	1,69	3,72	1,84	0,12	3,03	14,22	4,24	2,24
	F 2-20	16,28	49,28	8,02	17,62	4,28	0,70	17,70	11,53	12,26	4,02
	F 0-2	64,74	47,29	30,61	67,25	4,46	2,89	73,44	10,60	66,64	-1,90
	Total	100,70		45,87	100,77		3,96	100,63	11,59		
	Sol total			45,52			3,93		11,58		
Gd Fond 2	F 50-2000	7,31	70,86	5,18	14,12	2,50	0,18	5,88	28,29	11,82	-4,51
	F 20-50	7,57	21,61	1,64	4,46	1,42	0,11	3,46	15,21	3,88	3,69
	F 2-20	13,24	46,74	6,19	16,87	3,97	0,53	16,90	11,76	7,44	5,80
	F 0-2	72,24	32,87	23,75	64,75	3,21	2,32	74,60	10,23	76,86	-4,62
	Total	100,36		36,75	100,21		3,14	100,84	11,71		
	Sol total			36,67			3,11		11,78		
Gd Fond 3	F 50-2000	5,70	81,27	4,63	8,32	5,29	0,30	5,33	15,37	2,78	2,92
	F 20-50	6,64	37,79	2,51	4,51	3,31	0,22	3,89	11,42	2,98	3,66
	F 2-20	20,08	49,07	9,85	17,70	4,85	0,97	17,25	10,11	23,81	-3,73
	F 0-2	68,30	57,04	38,96	69,97	6,15	4,20	74,29	9,28	70,44	-2,14
	Total	100,72		55,96	100,49		5,69	100,76	9,83		
	Sol total			55,69			5,65		9,86		
Gd Fond 4	F 50-2000	6,67	69,62	4,64	9,88	2,44	0,16	4,91	28,57	4,63	2,04
	F 20-50	7,14	41,95	3,00	6,38	2,33	0,17	5,02	18,01	1,14	6,00
	F 2-20	15,89	41,49	6,59	14,03	2,95	0,47	14,18	14,05	17,03	-1,14
	F 0-2	71,04	46,39	32,96	70,15	3,54	2,52	76,02	13,10	77,2	-6,16
	Total	100,74		47,19	100,44		3,31	100,13	14,24		
	Sol total			46,98			3,31		14,20		
Anglais 1	F 50-2000	8,64	34,84	3,01	21,50	1,88	0,16	11,06	18,55	11,42	-2,78
	F 20-50	6,99	17,76	1,24	8,87	1,30	0,09	6,19	13,68	2,89	4,10
	F 2-20	22,92	10,80	2,48	17,69	1,21	0,28	18,86	8,96	22,15	0,77
	F 0-2	61,45	11,69	7,19	51,33	1,53	0,94	64,15	7,64	63,55	-2,10
	Total	100,00		13,91	99,38		1,47	100,25	9,46		
	Sol total			14,00			1,47		9,55		
Anglais 2	F 50-2000	10,49	17,77	1,86	18,97	0,85	0,09	8,82	21,02	9,75	0,74
	F 20-50	13,42	8,70	1,17	11,88	0,81	0,11	10,81	10,75	11,54	1,88
	F 2-20	14,95	9,78	1,46	14,88	1,01	0,15	15,06	9,66	12,58	2,37
	F 0-2	62,08	8,56	5,32	54,08	1,06	0,66	65,26	8,10	66,13	-4,05
	Total	100,94		9,81	99,81		1,00	99,96	9,76		
	Sol total			9,83			1,01		9,78		
Anglais 3	F 50-2000	21,41	31,43	6,73	17,35	1,02	0,22	6,48	30,92	21,27	0,14
	F 20-50	16,52	36,87	6,09	15,70	2,65	0,44	13,04	13,92	16,28	0,24
	F 2-20	8,17	40,32	3,29	8,49	3,72	0,30	9,06	10,84	3,11	5,06
	F 0-2	54,66	42,10	23,01	59,33	4,40	2,41	71,68	9,56	59,35	-4,69
	Total	100,76		39,13	100,87		3,37	100,26	11,62		
	Sol total			38,79			3,36		11,55		
Anglais 4	F 50-2000	10,07	62,80	6,32	16,36	1,92	0,19	6,79	32,64	10,85	-0,78
	F 20-50	20,94	28,48	5,96	15,43	2,14	0,45	15,72	13,30	19,39	1,55
	F 2-20	10,91	33,23	3,63	9,38	2,62	0,29	10,02	12,68	3,32	7,59
	F 0-2	58,20	39,26	22,85	59,10	3,32	1,93	67,83	11,81	66,44	-8,24
	Total	100,12		38,76	100,26		2,86	100,37	13,54		
	Sol total			38,66			2,85		13,56		

Annexes V

Fractionnements granulométriques et contenus organiques des différentes parcelles étudiées

Localités	Fractions (µm)	Masse des fractions (% sol sec)	Teneurs et contenus en carbone (mg/g frac.)	(mg/g sol)	(% sol)	Teneurs et contenus en azote (mg/g frac.)	(mg/g sol)	(% sol)	C/N	Analyse mécanique (%)	Etat de dispersion
Caritan 1	F 50-2000	10,05	67,54	6,79	22,62	2,73	0,27	12,03	24,72	9,5	0,55
	F 20-50	10,04	50,43	5,06	16,87	2,88	0,29	12,67	17,52	8,75	1,29
	F 2-20	6,08	32,01	1,95	6,48	2,15	0,13	5,74	14,85	0,92	5,16
	F 0-2	74,46	21,65	16,12	53,71	2,14	1,60	69,89	10,11	80,81	-6,35
	Total	100,63		29,92	99,68		2,29	100,33	13,07		
	Sol total			30,01			2,28		13,15		
Caritan 2	F 50-2000	10,27	66,14	6,79	17,74	2,99	0,31	10,18	22,15	11,71	-1,44
	F 20-50	7,62	65,07	4,96	12,95	3,63	0,28	9,19	17,91	6,28	1,34
	F 2-20	4,04	42,90	1,73	4,53	3,30	0,13	4,42	13,01	1,00	3,04
	F 0-2	78,40	31,83	24,96	65,18	2,92	2,29	75,96	10,91	81,01	-2,61
	Total	100,33		38,44	100,40		3,01	99,75	12,79		
	Sol total			38,29			3,01		12,71		
Caritan 3	F 50-2000	20,55	50,67	10,41	18,50	3,86	0,79	13,56	13,13	19,83	0,72
	F 20-50	10,65	54,38	5,79	10,29	4,94	0,53	9,00	11,00	6,23	4,42
	F 2-20	8,06	40,11	3,23	5,74	4,36	0,35	6,01	9,19	5,43	2,63
	F 0-2	61,45	60,41	37,12	65,95	6,79	4,17	71,36	8,89	68,51	-7,06
	Total	100,71		56,56	100,48		5,84	99,93	9,68		
	Sol total			56,28			5,85		9,62		
Mauny 2	F 50-2000	19,84	20,71	4,11	20,08	0,91	0,18	10,01	22,86	24,04	-4,20
	F 20-50	12,34	19,96	2,46	12,04	1,56	0,19	10,73	12,78	7,89	4,45
	F 2-20	19,56	18,45	3,61	17,63	1,79	0,35	19,48	10,32	16,86	2,70
	F 0-2	49,17	20,60	10,13	49,50	2,20	1,08	60,14	9,38	51,21	-2,04
	Total	100,91		20,31	99,25		1,80	100,37	11,27		
	Sol total			20,46			1,80		11,40		
Caravelle 1	F 50-2000	15,47	26,96	4,17	20,08	0,98	0,15	8,17	27,50	15,3	0,17
	F 20-50	13,25	14,19	1,88	9,05	0,94	0,12	6,71	15,10	7,33	5,92
	F 2-20	16,33	19,39	3,17	15,25	1,90	0,31	16,72	10,21	15,28	1,05
	F 0-2	55,13	20,71	11,41	54,97	2,29	1,26	67,93	9,06	62,11	-6,98
	Total	100,18		20,63	99,35		1,85	99,53	11,17		
	Sol total			20,77			1,86		11,19		
Caravelle 2	F 50-2000	17,43	31,73	5,53	20,41	1,90	0,33	12,84	16,67	20,69	-3,26
	F 20-50	13,74	16,48	2,26	8,36	1,40	0,19	7,42	11,80	8,69	5,05
	F 2-20	13,24	24,80	3,28	12,12	2,48	0,33	12,69	10,00	8,47	4,77
	F 0-2	55,90	28,78	16,09	59,38	3,13	1,75	67,68	9,19	62,15	-6,25
	Total	100,31		27,16	100,26		2,60	100,63	10,44		
	Sol total			27,09			2,59		10,48		
Fontane 1	F 50-2000	23,76	11,98	2,85	15,38	0,91	0,22	11,69	13,12	26,9	-3,14
	F 20-50	12,27	19,56	2,40	12,96	1,95	0,24	12,88	10,04	12,50	-0,23
	F 2-20	23,82	18,83	4,49	24,24	1,92	0,46	24,69	9,79	21,30	2,52
	F 0-2	40,37	21,58	8,71	47,06	2,35	0,95	51,16	9,17	39,29	1,08
	Total	100,22		18,44	99,63		1,86	100,42	9,90		
	Sol total			18,51			1,86		9,98		
Fontane 2	F 50-2000	17,10	12,99	2,22	15,22	0,80	0,14	8,72	16,27	22,33	-5,23
	F 20-50	15,59	15,14	2,36	16,17	1,14	0,18	11,34	13,28	10,61	4,98
	F 2-20	19,56	15,95	3,12	21,38	1,75	0,34	21,86	9,11	19,44	0,12
	F 0-2	47,85	14,24	6,81	46,71	1,87	0,90	57,26	7,60	47,62	0,23
	Total	100,10		14,52	99,49		1,55	99,19	9,34		
	Sol total			14,59			1,57		9,32		

Annexes VI

Agrégation et diamètre médian pondéral des parcelles étudiées (horizon 0-10 cm)

Echantillon	Traitement	2000 µm	1000 µm	500 µm	200 µm	100 µm (%)	50 µm	< 50 (sec) µm	< 50 (alcool) µm	MWD (mm)
Depaz 1b	1	29,38	5,12	10,62	32,26	16,73	5,33	0,38	0,40	**1,33**
	2	63,30	6,03	7,06	13,93	6,24	2,80	0,30	0,37	**2,42**
	3	37,04	7,99	6,12	26,59	15,07	6,18	0,68	0,90	**1,58**
Depaz 2s	1	38,10	6,47	16,80	26,08	8,37	3,20	0,41	0,67	**1,66**
	2	69,14	4,24	3,08	12,12	6,15	4,07	0,18	0,45	**2,56**
	3	38,68	10,29	10,60	23,78	10,23	5,64	0,94	0,33	**1,69**
St Pierre 1	1	53,52	12,76	14,82	13,94	4,11	0,38	0,01	0,33	**2,23**
	2	68,36	11,53	12,37	3,88	2,68	0,29	0,00	0,53	**2,68**
	3	54,85	21,62	13,74	4,08	4,56	0,52	0,01	0,82	**2,37**
St Pierre 2	1	51,45	13,70	14,01	15,00	3,51	2,00	0,00	0,20	**2,17**
	2	60,83	20,00	14,87	2,60	1,31	0,16	0,00	0,41	**2,55**
	3	52,16	18,16	10,76	10,60	4,29	4,13	0,01	0,27	**2,23**
St Pierre 3	1	52,59	16,65	12,27	12,31	4,96	0,52	0,04	1,04	**2,23**
	2	66,17	17,67	11,01	1,01	2,44	0,25	0,01	1,02	**2,67**
	3	49,07	18,21	11,27	12,45	3,69	4,04	0,01	1,02	**2,13**
Carbet 1	1	16,19	14,31	21,40	30,46	8,87	5,71	0,13	2,69	**1,07**
	2	48,10	10,43	15,37	7,33	8,92	5,88	0,49	3,29	**2,00**
	3	31,46	25,75	15,07	15,17	5,50	4,95	0,02	1,89	**1,67**
Carbet 2	1	11,72	9,36	15,83	34,04	17,56	8,63	0,78	2,53	**0,82**
	2	31,32	15,17	19,38	21,43	6,83	4,82	0,54	0,91	**1,56**
	3	30,66	23,59	16,34	17,39	6,02	3,20	0,01	2,55	**1,62**
Carbet 3	1	34,56	18,75	16,26	17,80	6,53	2,66	0,16	2,64	**1,69**
	2	59,45	15,97	8,07	8,22	5,22	1,25	0,11	1,59	**2,42**
	3	48,25	18,14	10,30	11,26	4,78	4,19	0,13	2,34	**2,09**
Carbet 4	1	13,24	10,48	26,76	31,55	10,31	5,09	0,44	2,25	**0,95**
	2	29,27	22,47	27,98	14,55	3,73	0,83	0,05	1,26	**1,63**
	3	26,22	21,75	19,44	20,99	4,16	4,81	0,18	2,62	**1,47**
JM 1	1	63,35	6,22	8,38	8,03	5,22	6,92	0,07	1,34	**2,41**
	2	74,80	9,33	4,10	3,52	3,87	1,84	0,17	1,81	**2,81**
	3	65,45	7,13	8,38	7,44	7,20	4,29	0,04	0,30	**2,50**
JM 2	1	68,21	4,47	4,38	8,94	7,54	5,50	0,30	0,13	**2,53**
	2	85,87	6,09	2,39	2,72	1,81	0,49	0,06	0,31	**3,13**
	3	82,48	6,09	2,76	3,49	2,74	1,04	0,10	1,29	**3,02**
JM3	1	78,19	4,10	3,64	5,57	4,11	2,31	0,22	1,78	**2,85**
	2	87,04	4,88	3,60	1,61	2,74	0,43	0,06	0,22	**3,16**
	3	85,81	6,36	2,01	2,80	1,27	0,74	0,03	0,91	**3,13**
JM 4	1	74,12	6,13	3,21	4,68	8,96	1,70	0,18	1,01	**2,74**
	2	86,53	2,25	2,39	3,49	1,47	3,79	0,06	0,39	**3,10**
	3	86,18	1,55	1,83	2,32	2,94	5,36	0,11	0,15	**3,07**
JM 5b	1	52,73	13,33	10,48	10,56	8,34	5,22	0,00	0,24	**2,18**
	2	68,03	8,66	8,45	8,11	3,51	1,06	0,07	1,72	**2,61**
	3	52,51	12,25	11,16	10,55	9,41	3,45	0,00	0,69	**2,16**
Chalvet 1	1	65,04	10,30	7,02	7,38	4,00	5,10	0,36	1,04	**2,52**
	2	76,68	7,06	4,71	4,84	1,86	4,33	0,28	0,15	**2,85**
	3	67,89	9,41	7,45	6,92	4,55	3,52	0,31	0,42	**2,61**

Annexes VI

Agrégation et diamètre médian pondéral des parcelles étudiées (horizon 0-10 cm)

Echantillon	Traitement	2000 µm	1000 µm	500 µm	200 µm	100 µm (%)	50 µm	< 50 (sec) µm	< 50 (alcool) µm	MWD (mm)
Chalvet 2	1	51,45	10,13	10,47	12,79	5,98	6,62	0,95	1,36	**2,09**
	2	69,01	8,68	7,55	4,69	5,38	2,96	0,51	0,86	**2,63**
	3	58,62	9,47	12,99	10,35	4,08	2,05	0,72	1,50	**2,34**
Chalvet 3	1	52,27	11,08	12,36	11,49	4,35	5,80	0,70	1,97	**2,14**
	2	73,68	7,18	6,25	5,70	2,21	4,38	0,27	0,33	**2,76**
	3	59,34	8,51	8,62	9,62	6,67	5,03	0,60	2,08	**2,32**
Chalvet 4	1	83,79	6,34	2,35	1,97	2,73	2,39	0,04	0,36	**3,06**
	2	87,59	6,05	0,75	0,73	2,40	2,28	0,01	0,69	**3,17**
	3	87,81	5,13	0,93	0,98	2,45	2,30	0,03	0,42	**3,17**
Mne Vert 1	1	71,32	5,19	6,22	9,45	2,65	4,95	0,11	0,14	**2,66**
	2	90,89	1,73	1,99	2,19	2,64	0,23	0,04	0,03	**3,23**
	3	84,17	4,10	3,13	3,34	5,02	0,42	0,04	0,09	**3,05**
Mne Vert 2	1	61,02	7,55	8,68	13,47	3,79	5,47	0,21	0,39	**2,37**
	2	86,54	2,02	1,55	3,43	5,09	0,68	0,14	0,27	**3,09**
	3	76,03	4,16	4,79	7,96	2,29	4,85	0,16	0,16	**2,79**
Mne Vert 3	1	60,89	8,15	8,95	12,18	4,25	4,92	0,17	0,50	**2,37**
	2	68,53	6,89	6,60	9,53	3,20	3,35	0,30	2,06	**2,59**
	3	64,04	7,37	7,77	11,22	4,04	4,63	0,26	0,63	**2,46**
Mne Vert 4	1	63,59	7,59	9,24	2,10	3,19	1,16	0,30	12,97	**2,43**
	2	82,31	3,61	3,58	4,52	5,58	0,48	0,08	0,02	**2,99**
	3	74,60	4,92	5,37	7,54	2,33	4,91	0,11	0,16	**2,76**
St Etienne 1	1	58,34	14,18	10,83	10,63	3,44	1,04	0,01	0,76	**2,38**
	2	84,87	11,16	1,26	1,68	0,56	0,21	0,01	0,16	**3,15**
	3	76,12	8,88	3,20	5,86	2,35	1,28	0,09	1,89	**2,85**
St Etienne 2	1	78,49	13,58	3,80	2,41	0,19	0,08	0,04	0,65	**2,99**
	2	88,51	9,19	0,92	0,38	0,51	0,21	0,00	0,45	**3,24**
	3	85,40	12,22	0,85	0,28	0,25	0,86	0,00	0,35	**3,18**
Plaisance	1	57,97	14,98	8,67	8,11	4,05	5,80	0,15	0,25	**2,36**
	2	85,53	5,69	6,27	2,53	0,19	0,08	0,00	0,12	**3,14**
	3	83,62	8,23	2,19	2,11	4,19	0,09	0,00	0,15	**3,08**
Adinet 1	1	67,00	9,57	6,73	8,03	2,35	6,32	0,15	0,21	**2,58**
	2	86,03	3,85	2,09	2,48	3,64	1,88	0,07	0,19	**3,10**
	3	72,32	7,89	4,93	7,29	3,11	4,28	0,11	0,27	**2,72**
Adinet 2	1	59,61	11,16	9,89	11,41	3,85	2,98	0,09	0,63	**2,38**
	2	74,45	9,27	4,51	6,45	2,30	2,42	0,13	0,39	**2,81**
	3	72,32	7,89	4,90	7,69	2,77	2,32	0,19	1,98	**2,72**
Adinet 3	1	74,90	9,39	5,01	5,93	1,42	2,51	0,08	0,39	**2,82**
	2	88,14	6,97	1,42	1,24	0,95	1,04	0,02	0,19	**3,21**
	3	86,34	6,65	2,03	1,86	0,77	2,31	0,02	0,27	**3,15**
Depaz 3b	1	34,60	9,42	16,27	24,89	9,41	4,94	0,31	0,38	**1,58**
	2	78,23	10,64	2,86	3,87	3,80	0,55	0,02	0,40	**2,94**
	3	42,20	7,53	11,79	21,92	9,57	6,48	0,63	0,35	**1,77**
Cirad 1	1	11,48	20,00	34,02	24,15	5,51	4,60	0,13	0,34	**1,05**
	2	72,85	15,62	4,53	2,27	4,27	0,35	0,06	0,25	**2,83**
	3	56,18	37,39	3,04	2,19	0,40	0,12	0,00	0,18	**2,56**

Annexes VI

Agrégation et diamètre médian pondéral des parcelles étudiées (horizon 0-10 cm)

Echantillon	Traitement	2000 µm	1000 µm	500 µm	200 µm	100 µm (%)	50 µm	< 50 (sec) µm	< 50 (alcool) µm	MWD (mm)
Cirad 2	1	7,33	19,87	37,22	23,67	5,24	5,76	0,23	0,78	**0,93**
	2	72,71	13,22	5,94	3,62	4,21	0,45	0,02	0,00	**2,81**
	3	48,30	38,61	7,95	2,70	2,67	0,28	0,02	0,18	**2,34**
Cirad 3	1	5,08	15,83	38,56	28,16	5,72	5,99	0,13	0,78	**0,82**
	2	61,91	31,04	3,14	1,17	2,40	0,15	0,02	0,10	**2,66**
	3	56,66	26,17	7,86	3,73	5,22	0,43	0,06	0,29	**2,46**
Cirad 4	1	61,30	23,15	7,74	5,43	1,77	0,64	0,04	0,16	**2,57**
	2	91,81	4,52	3,61	0,45	0,18	0,05	0,00	0,05	**3,31**
	3	80,52	13,24	4,56	1,13	0,58	0,21	0,02	0,15	**3,06**
Cirad 5	1	13,39	23,10	28,34	23,01	6,32	6,16	0,19	0,00	**1,12**
	2	62,21	25,09	6,09	2,58	4,01	0,36	0,05	0,14	**2,61**
	3	59,15	33,14	3,70	1,71	2,46	0,15	0,04	0,19	**2,61**
Verger 1	1	20,06	6,72	16,24	36,39	13,97	4,47	0,20	2,14	**1,08**
	2	68,94	16,32	6,58	4,88	2,04	0,84	0,08	0,41	**2,73**
	3	49,24	19,50	19,32	6,91	2,57	1,11	0,04	1,13	**2,19**
Verger 2	1	18,75	27,16	28,10	15,01	3,38	7,05	0,05	0,82	**1,34**
	2	72,56	18,60	5,25	2,93	0,39	0,15	0,03	0,33	**2,87**
	3	61,85	16,31	13,89	6,83	0,60	0,20	0,00	0,31	**2,54**
Verger 3	1	8,73	14,12	35,89	25,60	10,17	4,89	0,17	1,30	**0,90**
	2	53,61	20,23	8,02	13,72	4,08	0,35	0,02	0,36	**2,29**
	3	32,88	40,47	14,11	4,61	6,54	0,73	0,07	0,30	**1,89**
Verger 4	1	16,34	7,61	30,87	33,75	6,60	4,39	0,02	0,53	**1,05**
	2	57,42	16,66	17,84	4,56	1,76	0,79	0,01	0,73	**2,41**
	3	43,35	20,41	13,92	6,26	11,28	5,39	0,03	0,28	**1,97**
St James 1	1	56,36	18,97	9,87	7,01	6,21	0,74	0,01	0,61	**2,37**
	2	89,16	7,98	1,22	1,04	0,42	0,17	0,00	0,35	**3,25**
	3	75,29	12,04	3,68	2,05	5,88	0,45	0,01	1,13	**2,86**
St James 2	1	46,97	14,92	8,56	13,92	9,35	3,45	0,15	2,39	**2,00**
	2	84,46	8,24	5,61	0,97	0,36	0,11	0,00	0,30	**3,13**
	3	85,30	7,05	5,36	0,96	0,51	0,25	0,00	0,51	**3,14**
La Discorde 1	1	13,51	15,09	21,29	31,50	12,85	4,23	0,31	1,12	**0,99**
	2	75,07	14,92	3,50	4,07	1,75	0,55	0,08	0,09	**2,89**
	3	61,66	19,08	4,57	5,78	7,44	1,00	0,16	0,45	**2,51**
La Discorde 2	1	39,05	10,58	23,58	10,91	7,77	6,12	0,07	2,17	**1,76**
	2	78,27	11,01	4,32	3,81	1,47	0,54	0,11	0,19	**2,95**
	3	71,76	12,35	5,71	6,54	2,46	1,19	0,24	0,59	**2,77**
La Discorde 3	1	66,02	17,00	7,42	6,96	2,11	0,71	0,11	0,45	**2,65**
	2	86,43	10,20	1,60	1,51	0,52	0,20	0,01	0,14	**3,20**
	3	78,35	9,11	3,81	5,52	2,41	1,32	0,09	0,19	**2,93**
Démarche 1	1	7,79	7,69	13,76	40,72	16,59	10,83	0,16	2,60	**0,67**
	2	49,35	12,73	10,60	13,59	5,53	6,50	0,11	1,08	**2,06**
	3	33,44	15,68	13,93	20,06	6,73	8,86	0,22	1,67	**1,60**
Démarche 2	1	17,20	12,04	17,22	33,64	11,47	7,41	0,03	1,53	**1,05**
	2	65,80	17,99	3,45	6,06	5,50	0,81	0,06	0,66	**2,63**
	3	56,04	15,77	6,17	11,33	5,25	4,51	0,14	1,20	**2,30**

Annexes VI

Agrégation et diamètre médian pondéral des parcelles étudiées (horizon 0-10 cm)

Echantillon	Traitement	2000 µm	1000 µm	500 µm	200 µm	100 µm (%)	50 µm	< 50 (sec) µm	< 50 (alcool) µm	MWD (mm)
Démarche 3	1	67,23	10,67	6,77	7,73	7,05	0,50	0,00	0,43	**2,60**
	2	84,44	5,78	5,82	2,49	0,83	0,11	0,00	0,22	**3,10**
	3	83,19	7,39	6,63	2,21	0,80	0,23	0,01	0,29	**3,08**
Piton 1	1	35,97	23,34	17,42	14,19	2,48	4,78	0,55	1,20	**1,80**
	2	77,91	7,17	9,02	2,19	2,01	0,92	0,07	0,51	**2,91**
	3	57,21	23,28	5,57	5,00	4,59	3,19	0,03	0,71	**2,42**
Piton 2	1	45,55	16,03	14,67	15,54	4,96	1,73	0,21	0,81	**2,01**
	2	90,02	5,95	2,32	0,89	0,33	0,12	0,03	0,12	**3,26**
	3	80,20	13,26	3,77	1,70	0,67	0,21	0,02	0,18	**3,04**
Piton 3	1	35,08	22,81	18,82	16,21	1,89	1,66	0,88	2,01	**1,77**
	2	75,86	7,26	7,82	2,43	3,66	1,67	0,13	0,84	**2,84**
	3	50,02	29,20	6,38	5,83	4,97	1,97	0,04	1,09	**2,27**
Piton 4	1	36,85	23,87	16,01	12,17	3,06	7,91	0,22	0,38	**1,82**
	2	79,97	7,08	10,22	1,95	0,36	0,17	0,00	0,17	**2,99**
	3	64,39	17,36	4,76	4,17	4,20	4,41	0,02	0,33	**2,57**
Fleury 1	1	76,31	13,24	3,82	2,45	3,90	0,30	0,00	0,64	**2,91**
	2	87,88	9,42	0,60	0,53	0,25	0,12	0,00	0,48	**3,22**
	3	83,64	12,43	2,67	0,42	0,12	0,08	0,00	0,35	**3,14**
Fleury 2	1	37,67	24,21	20,59	10,24	5,37	1,02	0,01	0,75	**1,88**
	2	86,65	7,83	1,21	1,32	1,68	1,30	0,00	0,46	**3,17**
	3	82,04	8,54	5,94	1,03	0,44	1,68	0,00	0,24	**3,05**
Galion 4b	1	21,95	22,32	23,14	19,85	5,58	7,17	0,02	0,66	**1,36**
	2	64,65	18,43	6,56	8,31	1,11	0,30	0,00	0,60	**2,62**
	3	35,76	30,16	15,71	6,25	9,45	1,15	0,05	1,31	**1,86**
Mascret 1	1	31,86	15,78	17,22	22,91	6,57	4,42	0,20	1,19	**1,57**
	2	72,02	14,14	4,73	4,36	3,55	0,78	0,13	0,37	**2,79**
	3	69,81	15,75	3,46	4,09	5,72	0,80	0,01	1,11	**2,73**
Mascret 2	1	46,06	19,37	13,44	14,35	4,30	1,74	0,17	0,57	**2,06**
	2	85,17	9,53	1,89	2,29	0,93	0,33	0,01	0,57	**3,15**
	3	75,20	12,16	4,82	4,94	1,80	0,88	0,09	0,26	**2,87**
Cadets 1	1	27,57	11,76	20,15	25,82	7,08	5,24	0,46	1,92	**1,40**
	2	70,75	20,55	1,92	2,54	3,02	0,55	0,11	0,16	**2,81**
	3	65,22	21,06	2,90	4,66	3,88	1,19	0,22	0,78	**2,64**
Cadets 2	1	31,33	9,67	18,17	21,05	13,68	5,04	0,49	0,26	**1,48**
	2	70,93	20,08	2,60	3,25	3,06	0,34	0,08	0,04	**2,82**
	3	69,37	19,67	2,74	4,43	3,36	0,61	0,10	0,23	**2,76**
Godinot	1	59,37	14,35	8,44	10,56	4,21	1,92	0,37	1,12	**2,40**
	2	83,52	6,20	6,24	1,17	2,53	0,24	0,06	0,01	**3,07**
	3	72,99	9,12	3,82	5,53	2,41	4,32	0,09	1,94	**2,75**
Bochette 1	1	59,44	19,28	9,00	8,81	2,82	0,88	0,19	0,49	**2,47**
	2	75,34	20,95	1,68	1,03	0,38	0,19	0,04	0,19	**2,97**
	3	66,31	27,37	2,50	1,41	1,64	0,21	0,00	0,39	**2,76**
Bochette 2	1	55,38	22,30	7,63	6,14	7,37	0,83	0,22	0,34	**2,36**
	2	84,66	7,02	6,36	0,74	0,28	0,14	0,02	0,16	**3,12**
	3	68,99	20,40	8,01	1,32	0,55	0,15	0,00	0,23	**2,79**

Annexes VI

Agrégation et diamètre médian pondéral des parcelles étudiées (horizon 0-10 cm)

Echantillon	Traitement	2000 µm	1000 µm	500 µm	200 µm	100 µm (%)	50 µm	< 50 (sec) µm	< 50 (alcool) µm	MWD (mm)
Favorite 1	1	18,29	21,16	21,64	24,61	7,01	6,65	0,24	1,13	**1,22**
	2	46,74	17,59	13,74	6,44	5,63	8,77	0,29	0,68	**2,04**
	3	42,67	18,15	19,89	6,03	6,42	6,16	0,32	0,27	**1,95**
Favorite 2	1	54,45	17,73	10,16	7,41	8,76	0,64	0,00	0,74	**2,29**
	2	79,52	9,08	2,06	8,56	0,66	0,18	0,00	0,32	**2,97**
	3	79,06	8,81	8,70	1,94	0,86	0,25	0,01	0,50	**2,97**
La Mauny 1	1	17,44	13,68	21,75	28,32	12,59	3,92	0,15	2,69	**1,10**
	2	65,96	14,74	8,27	6,21	3,09	1,11	0,04	1,09	**2,62**
	3	61,72	19,60	7,87	5,81	2,80	1,27	0,03	1,38	**2,54**
CTCS 1	1	37,46	24,84	15,47	10,16	9,06	1,12	0,05	2,17	**1,85**
	2	76,36	9,69	10,01	2,05	0,76	0,26	0,00	0,75	**2,90**
	3	70,07	16,53	5,12	6,38	0,73	0,26	0,01	0,84	**2,76**
									0,84	
CTCS 2b	1	62,89	20,66	7,31	4,54	2,46	0,93	0,13	0,83	**2,59**
	2	85,81	5,94	6,17	0,86	0,36	0,20	0,00	0,54	**3,14**
	3	82,11	7,39	2,74	2,53	2,21	2,12	0,01	0,67	**3,02**
Lareinty	1	39,20	18,62	14,81	14,34	10,62	1,26	0,01	1,65	**1,83**
	2	79,42	8,98	7,95	2,23	0,94	0,38	0,00	0,78	**2,98**
	3	58,72	23,21	5,48	8,54	1,78	0,62	0,03	1,51	**2,48**
Galion 1	1	46,56	13,25	10,90	14,39	7,12	6,44	0,23	1,50	**1,98**
	2	76,31	11,97	5,59	2,12	1,31	0,73	0,02	1,70	**2,90**
	3	69,34	15,13	8,06	2,67	1,79	0,99	0,04	2,26	**2,73**
Galion 2	1	11,57	13,89	28,42	28,34	9,36	6,31	0,16	2,56	**0,95**
	2	59,23	17,59	7,97	5,17	8,74	0,47	0,02	1,20	**2,43**
	3	22,45	28,80	29,15	10,99	2,81	3,98	0,07	1,57	**1,48**
Galion 3b	1	66,82	13,43	6,37	4,42	8,21	0,43	0,00	0,23	**2,62**
	2	81,94	8,12	2,86	2,76	2,37	1,15	0,01	0,30	**3,03**
	3	77,18	10,12	5,35	5,96	0,91	0,40	0,01	0,63	**2,92**
Beauséjour 1	1	15,95	14,94	18,72	27,40	12,13	9,78	0,10	1,38	**1,04**
	2	60,57	13,14	10,58	7,99	6,61	0,63	0,05	0,98	**2,43**
	3	40,34	22,20	13,97	9,12	10,77	1,25	0,02	2,63	**1,90**
Beauséjour 2	1	47,14	26,91	14,76	7,79	2,35	0,69	0,07	0,90	**2,20**
	2	90,02	6,40	2,23	1,23	0,44	0,09	0,00	0,30	**3,27**
	3	77,54	13,50	4,54	2,75	1,06	0,36	0,02	0,77	**2,96**
Laillet 1	1	22,72	7,19	15,55	33,74	13,15	6,35	0,37	1,34	**1,16**
	2	56,18	6,17	8,46	16,72	6,93	5,32	0,37	0,36	**2,20**
	3	36,86	7,81	10,90	23,95	11,86	6,46	0,64	1,81	**1,60**
Laillet 2	1	9,98	4,62	13,15	41,08	19,62	7,72	0,62	2,45	**0,70**
	2	22,94	16,31	19,75	23,84	11,78	3,67	0,46	0,96	**1,30**
	3	16,04	18,72	18,46	26,01	12,40	6,13	0,78	1,69	**1,10**
Laugier 1	1	28,84	22,79	22,89	11,02	10,68	1,31	0,16	2,67	**1,58**
	2	53,39	21,24	9,62	7,92	6,27	0,75	0,04	1,55	**2,30**
	3	40,70	22,08	13,00	11,48	9,27	1,54	0,06	2,46	**1,91**
Laugier 2	1	19,18	30,44	20,93	12,06	13,11	1,47	0,06	2,84	**1,35**
	2	50,06	24,70	14,56	5,44	3,30	1,07	0,05	1,64	**2,26**
	3	38,04	27,96	10,38	8,04	12,68	1,05	0,01	2,41	**1,88**

Annexes VI

Agrégation et diamètre médian pondéral des parcelles étudiées (horizon 0-10 cm)

Echantillon	Traitement	2000 µm	1000 µm	500 µm	200 µm	100 µm (%)	50 µm	< 50 (sec) µm	< 50 (alcool) µm	MWD (mm)
Laugier 3	1	36,11	26,62	15,07	16,40	3,60	1,05	0,08	1,49	**1,84**
	2	69,65	13,06	10,65	3,40	1,51	0,33	0,03	0,79	**2,73**
	3	45,28	19,47	14,74	10,59	7,14	0,93	0,04	2,27	**2,04**
3 Rves 1	1	38,88	28,57	11,62	10,59	5,41	2,26	0,08	3,30	**1,92**
	2	58,82	20,12	9,44	5,08	2,08	2,78	0,08	2,05	**2,46**
	3	54,17	19,53	15,41	5,69	2,33	0,91	0,02	2,19	**2,33**
3 Rves 2	1	54,27	17,00	9,94	10,93	6,18	0,43	0,01	1,44	**2,28**
	2	67,68	9,40	9,37	8,58	2,24	0,60	0,00	1,83	**2,61**
	3	62,10	13,30	9,91	10,05	3,01	0,75	0,00	1,40	**2,49**
3 Rves 3	1	36,75	23,49	16,93	11,45	7,78	1,46	0,06	2,81	**1,82**
	2	55,95	16,83	15,64	4,48	4,57	1,11	0,01	2,22	**2,35**
	3	51,63	16,54	14,79	7,17	6,30	1,87	0,02	2,07	**2,20**
Val d'Or 1	1	7,86	2,01	5,65	18,49	22,98	21,51	2,42	18,42	**0,47**
	2	1,84	17,44	46,57	22,15	6,86	1,91	0,11	2,48	**0,76**
	3	3,42	5,01	22,17	31,89	16,41	11,20	1,28	7,68	**0,51**
Val d'Or 2	1	6,66	20,61	29,72	21,65	8,87	7,47	0,09	4,60	**0,86**
	2	47,31	10,85	14,62	14,34	4,68	1,22	0,12	5,90	**1,99**
	3	16,52	8,44	11,59	25,45	16,73	12,71	1,16	7,33	**0,92**
Vald'Or 3	1	6,56	20,29	29,26	21,31	8,73	9,43	0,09	4,53	**0,85**
	2	13,11	11,87	19,71	29,52	13,87	5,25	0,40	5,69	**0,91**
	3	3,84	25,94	38,15	15,09	9,66	5,54	0,11	1,49	**0,88**
B Anglais 1	1	0,14	2,51	20,81	44,83	14,94	11,78	1,38	4,36	**0,39**
	2	30,56	2,37	7,90	23,96	12,02	10,95	0,38	11,67	**1,28**
	3	1,25	3,19	29,14	36,01	13,02	12,34	0,76	4,72	**0,47**
B Anglais 2	1	0,00	0,68	2,55	29,24	29,57	24,57	1,24	13,00	**0,20**
	2	0,23	2,63	31,22	36,93	12,79	10,18	0,69	5,64	**0,44**
	3	0,00	0,42	12,47	47,22	14,78	15,31	1,18	8,86	**0,30**
B Anglais 3	1	35,36	35,41	14,53	7,47	4,09	1,76	0,05	2,04	**1,91**
	2	53,04	29,62	8,93	5,63	2,36	0,55	0,01	0,60	**2,39**
	3	47,78	32,52	9,60	6,12	2,65	0,77	0,05	0,63	**2,26**
B Anglais 4	1	35,21	21,55	21,20	7,44	7,80	3,99	0,60	2,96	**1,76**
	2	43,68	27,68	14,86	7,92	3,20	1,30	0,19	1,42	**2,09**
	3	37,66	28,20	14,85	9,56	4,42	2,94	0,38	2,44	**1,90**
Gd Fond 1	1	37,00	21,36	21,20	18,38	0,57	0,38	0,28	0,74	**1,84**
	2	64,41	20,50	3,26	2,11	4,77	3,44	0,29	1,76	**2,60**
	3	51,49	15,44	11,93	14,04	3,80	1,87	0,22	1,21	**2,18**
Gd Fond 2	1	26,66	20,53	20,87	15,12	9,38	6,28	0,70	0,73	**1,47**
	2	48,09	32,99	11,55	5,07	1,54	0,60	0,04	0,56	**2,29**
	3	39,84	26,97	19,99	6,98	3,33	1,20	0,05	1,48	**1,98**
Gd Fond 3	1	44,06	23,87	15,00	7,63	5,64	1,62	0,10	1,91	**2,05**
	2	77,49	15,47	3,13	1,77	0,76	0,16	0,01	0,53	**2,98**
	3	63,80	23,65	6,71	2,84	2,06	0,16	0,00	0,55	**2,65**
Gd Fond 4	1	31,49	24,34	19,91	19,43	3,52	0,46	0,42	0,27	**1,69**
	2	63,18	20,29	13,98	1,03	0,22	0,63	0,07	0,97	**2,63**
	3	60,90	18,08	13,49	5,68	0,26	1,23	0,08	0,86	**2,53**

Annexes VI

Agrégation et diamètre médian pondéral des parcelles étudiées (horizon 0-10 cm)

Echantillon	Traitement	2000 µm	1000 µm	500 µm	200 µm	100 µm (%)	50 µm	< 50 (sec) µm	< 50 (alcool) µm	MWD (mm)
Caritan 1	1	7,56	23,89	29,45	20,78	10,38	6,32	0,12	1,58	**0,94**
	2	13,43	31,98	24,64	16,00	11,10	1,19	0,08	1,18	**1,21**
	3	6,74	25,94	29,76	16,97	10,14	7,26	0,10	3,82	**0,93**
Caritan 2	1	36,23	23,89	22,58	11,87	4,25	1,32	0,08	0,44	**1,84**
	2	55,71	26,77	13,08	2,91	0,76	0,46	0,04	0,94	**2,46**
	3	51,60	22,17	20,79	3,88	0,67	0,49	0,09	0,35	**2,31**
Caritan 3	1	39,41	31,36	14,53	7,47	4,09	1,76	0,05	2,04	**1,99**
	2	73,04	19,62	3,93	1,63	0,36	0,55	0,01	0,60	**2,89**
	3	63,78	22,52	6,60	3,12	2,65	0,77	0,05	0,63	**2,64**
La Mauny 2b	1	25,01	20,04	17,58	15,10	12,19	5,72	0,03	4,31	**1,38**
	2	47,31	16,96	11,45	8,66	8,35	4,72	0,06	2,34	**2,04**
	3	33,96	23,03	14,78	11,60	10,11	4,62	0,02	2,25	**1,70**
Caravelle 1	1	25,67	32,11	21,37	12,17	4,66	3,45	0,13	0,95	**1,59**
	2	50,70	25,97	11,40	5,98	2,10	1,62	0,03	1,92	**2,28**
	3	40,70	25,97	21,40	5,98	2,10	1,62	0,03	1,92	**2,00**
Caravelle 2	1	39,36	39,16	9,00	8,65	2,81	0,88	0,19	0,49	**2,07**
	2	75,25	20,97	1,68	1,03	0,38	0,19	0,04	0,19	**2,97**
	3	66,85	27,37	2,50	1,41	0,64	0,21	0,00	0,39	**2,77**
Fontane 1	1	4,58	6,52	27,55	25,37	17,17	7,26	3,24	8,51	**0,59**
	2	13,07	32,40	24,73	13,28	11,01	2,25	0,08	3,10	**1,19**
	3	10,64	42,57	20,59	9,79	8,39	5,54	0,09	2,60	**1,22**
Fontane 2	1	10,70	11,05	27,10	28,66	10,27	4,83	0,28	7,21	**0,86**
	2	14,53	30,67	25,45	13,59	7,89	3,58	0,20	4,16	**1,22**
	3	12,38	30,36	28,59	14,43	7,75	3,67	0,14	3,46	**1,17**