

*Communauté française de Belgique*

**FACULTE UNIVERSITAIRE DES SCIENCES  
AGRONOMIQUES DE GEMBLoux**

LA CARTE DES SOLS DE MARTINIQUE, COMME SUPPORT  
POUR LE CADRAGE DE SITES ET LA GESTION  
AGRONOMIQUE.

EXEMPLES DANS LA VALLEE DE LA LEZARDE

Année académique 1998-1999

Mémoire de fin d'études présenté par :

Nadège Cocu

Promoteurs :

L. Bock

JM. Marcoen

En vue de l'obtention du  
grade d'Ingénieur Agronome  
Orientation : Science du sol

© « Toute reproduction du présent document, par quelque procédé que ce soit, ne peut être réalisée qu'avec l'autorisation de l'auteur et de la Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux (Belgique) .»

« Le présent document n'engage que son auteur. »

- Août 1999 -

## REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, il m'est un devoir de remercier ceux qui y ont contribué de près ou de loin.

Au Professeur L. Bock, promoteur du mémoire, pour l'aide constante qu'il m'a accordée du terrain au laboratoire ainsi que pour sa disponibilité, ses interprétations et ses conseils en matière de rédaction.

Au Professeur J.M. Marcoen, promoteur du mémoire, pour être à l'origine de la collaboration entre l'IRD (ex-ORSTOM) de Martinique et la FUSAGx ainsi que pour son suivi et la pertinence de ses remarques.

Au Directeur administratif de l'IRD en Martinique, G.H Sala qui s'est toujours montré disponible et accueillant lors de mes sollicitations. Il a contribué à ce travail par sa gentillesse et par la qualité de son encadrement.

Au Professeur D. Lacroix, pour son attention ainsi que pour son aide précieuse à la compréhension de la géologie de la Martinique.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance au centre administratif de l'IRD, en Martinique, et tout particulièrement à Messieurs J. Z. Bernard et A. Pallud pour leur expérience et leur bonne humeur continuelle.

Toute ma gratitude va également à E. Blanchart, chargé de recherche à l'IRD et à toute l'équipe du laboratoire de biologie et d'organisation des sols tropicaux de Fort de France pour leur encadrement : que Mesdames et Messieurs J. Louri, L. Rangon, R. Totila et C. Venkatapen trouvent par la présente l'expression de ma profonde reconnaissance.

Un grand merci à V. Mercier pour son accueil et tous les souvenirs qu'il me laisse ainsi qu'à B. Khamsouk pour toutes ses informations complètes et précises.

A P. Melun, représentant délégué du CIRAD en Martinique et à Madame Rosalie, technicienne, pour m'avoir permis de réaliser quelques analyses dans leurs laboratoires.

A Messieurs Pancarte et Roch pour leurs précieuses informations concernant le parcellaire de la station expérimentale de Rivière Lézarde.

Je tiens à remercier très sincèrement G. Colinet, Ingénieur-Assistant, pour son attention et sa patience ainsi que l'unité de géopédologie : Mlle B. Lagrange, et messieurs G. Buchet, J. Laroche, J. Servais, R. Sine ainsi que S. Homsy pour leur disponibilité, leurs conseils et leur sympathie.

Il me serait également difficile d'oublier Gilles, Patrick, Laurent et spécialement Valérie pour leur soutien et leur aide ainsi que Désirée, Nathalie, Pablo, Jean-Noël, Ferdinand, Denis, Jérôme, Yannick et la famille Lecomte.

Enfin je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à ma famille et à Thomas pour leur présence et leurs encouragements pendant toute la réalisation de ce mémoire.

## RESUME

Dans le cadre d'une collaboration entre la FUSAGx et l'IRD (ex-ORSTOM), des exemples pour valoriser la carte des sols de Martinique comme support pour le cadrage de sites et la gestion agronomique sont développés (Rivière Lézarde – station CIRAD). La démarche s'articule autour de quatre points : tout d'abord, la compréhension et l'illustration de la carte des sols tout en assurant le cadrage de la station expérimentale, ensuite une approche séquentielle afin de caractériser la variabilité au sein de l'unité de sol dominante de la station (sol brun-rouille à halloysite), puis un échantillonnage composite en relation avec les toposéquences pour évaluer l'état de fertilité et enfin, la construction d'un système d'information géographique en vue de la gestion des sols.

Les résultats nous font prendre en compte l'intérêt des relations entre les unités de sol ainsi que la notion de volume pédologique : la juxtaposition, la transition, la superposition voire le remaniement par mélange de sol brun-rouille à halloysite et de ferrisol modulent la fertilité des terres, en effet, quoique, au niveau du parcellaire, celle-ci soit bonne dans l'ensemble, on observe une certaine hétérogénéité relative entre les parcelles étudiées.

Mots clés : carte des sols, approche séquentielle, cadrage de sites, gestion agronomique, fertilité, SIG.

## SUMMARY

In the framework of a scientific collaboration between « FUSAGx » and « IRD », the valorisation of the Martinique soil map for sites survey and agronomical management support was conducted around four essential points. Firstly, the study and the illustration of soil maps ensured the site understanding (Rivière Lézarde) of the CIRAD experimental station. Secondly, a sequential approach was made in order to characterise the variability inside the prevailing soil unit of the CIRAD station (dull-reddish-brown soils). Thirdly, a composite sampling according to the sequences lead to the evaluation of soil fertility. Finally, a Land-IS for soil management was set up.

The results take into account of the importance of the relations between soil units and of the geomorphological volumes : juxtaposition, transition, superimposition or even mixing of dull-reddish-brown soil with halloysite and ferrisol determine the soil fertility. Indeed, even if the fertility observed in the station is on the whole satisfactory, we notice a relative heterogeneity between the field units.

Key-words : soil map, sequential approach, site understanding, agronomical management, fertility, Land-IS.

## TABLE DES MATIERES

Introduction.....	p1
Préambule méthodologique .....	p2
<b><u>1° Partie : Cadre environnemental de l'étude : La Martinique</u></b> .....	<b>p8</b>
1. Localisation et géographie humaine.....	p8
2. Climat .....	p9
3. Hydrographie .....	p11
4. Géologie et géomorphologie .....	p12
5. La carte des sols .....	p15
<b><u>2° Partie : Compréhension et illustration à moyenne échelle de la carte des sols de Colmet-Daage</u></b> .....	<b>p17</b>
1. Cadrage du secteur et illustration des cinq principaux types de sols selon trois approches .....	p17
<b><u>A. Approche spatiale</u></b> .....	<b>p17</b>
1- Situation générale .....	p17
2- Contexte géologique .....	p18
3- Contexte pédologique .....	p22
<b><u>B. Approche séquentielle</u></b> .....	<b>p26</b>
1- Séquence 1.....	p 27
2- Séquence 2.....	p 30
<b><u>C. Approche ponctuelle</u></b> .....	<b>p 31</b>
1- Ensemble T : sols relativement peu évolués, sols à allophane sur tufs fins (cendres fines) avec généralement de la gibbsite ; faciès Ta-Hsc.....	p 31
2- Ensemble H : sols brun-rouille à halloysite ; faciès Hsa.....	p 36
3- Ensemble G : ferrisols compacts, sols à dominance de kaolinite ou d'halloysite et goethite : faciès Gc.....	p 41
4- Ensemble I : sols rouges ou bruns montmorillonitiques ; faciès Id.....	p 44
5- Ensemble A : sols à alluvions continentales ; faciès Ad.....	p 46
2. Synthèse et conclusions.....	p 49

<b><u>3° Partie : Diagnostic morphopédologique et évaluation des terres à grande échelle</u></b>	p 51
1. <i>Cadrage environnemental de la station expérimentale du CIRAD</i>	p 51
<b><u>A - Situation générale</u></b>	p 51
<b><u>B- Le contexte topographique et géologique</u></b>	p 51
<b><u>C- Le contexte pédologique</u></b>	p 52
<b><u>D- Le système d'exploitation</u></b>	p 53
2. <i>Identification morphologique</i>	p 57
<b><u>A- Séquence longitudinale</u></b>	p 57
<b><u>B- Séquence transversale</u></b>	p 59
3. <i>Evaluation de l'état de fertilité</i>	
<b><u>A- Etat de fertilité</u></b>	
a- Constat pour les paramètres chimiques	p 62
b- Constat global	p 65
<b><u>C- Besoin du bananier</u></b>	p 68
<b><u>D- Commentaires et conseils</u></b>	p 69
4. <i>Conclusion</i>	p 71
Conclusion générale	p 72
Références bibliographiques	

## INTRODUCTION

En régions intertropicales, les sols volcaniques sont particulièrement prisés du fait d'une fertilité naturelle élevée et de leur aptitude à la plupart des cultures, vivrières et industrielles.

Dans l'archipel des Antilles, de tels sols sont essentiellement voués à la culture de la banane d'exportation et de la canne à sucre. Cependant, dans ces agrosystèmes, l'utilisation intensive des sols n'est pas sans risque.

C'est dans l'optique de valoriser la carte des sols et d'établir un diagnostic sur la qualité des sols de la Martinique centrale que nous nous sommes rendue à Fort de France dans le cadre d'une collaboration entre la FUSAGx\* et l'IRD\*\* (ex-ORSTOM\*\*\*).

Ce travail de fin d'études s'inscrit à l'interface entre la pédologie et l'agronomie.

Il s'agira dans un premier temps, de présenter brièvement le cadre général de l'étude.

Ensuite, nous insisterons sur la nécessité d'illustrer la légende de la carte des sols : le but est de comprendre et de rendre plus accessible au public l'utilisation de la carte de Colmet-Daage. Notre investigation se limite au secteur Gros Morne - Saint Joseph - Le Lamentin qui présente de nombreux avantages :

- Il compte cinq des principaux types de sols représentés en Martinique;
- Il occupe une position centrale dans l'île ;
- Il est facilement accessible.

Enfin, il s'agira d'établir un diagnostic morphopédologique ainsi que d'évaluer la qualité des terres sous culture intensive dans la station expérimentale de Rivière Lézarde gérée par le CIRAD-FHLOR\*\*\*\*.

\* : FUSAGx : Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux

\*\* : IRD : Institut de recherche et de développement (ex-ORSTOM)

\*\*\* : ORSTOM : Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération.

\*\*\*\* : CIRAD-FHLOR : Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement – Département des productions fruitières et horticoles.

## *PREAMBULE METHODOLOGIQUE*

D'après Baize, 1988 ; De Villers, 1989 ; Gaziaux et Huchette, 1998 ; Gernez, 1991 ; Pansu, 1998 ; protocoles des laboratoires du BOST, du CIRAD et de la science du sol (FUSAGx).

La méthode d'approche peut être scindée en plusieurs phases :

### 1. L'information existante

La première étape consiste en l'exploitation de la documentation existante (articles, thèses, livres, etc.) afin de se familiariser avec les caractéristiques géographique, climatique, géologique, géomorphologique et pédologique de la région.

### 2. L'approche du secteur Gros Morne – Saint Joseph – Le Lamentin

Le secteur retenu est ensuite analysé par l'examen des cartes topographique (au 1/25 000), géologique (au 1/50 000) et des planchettes de la carte des sols (au 1/20 000) ainsi que par la réalisation de deux toposéquences représentatives. Elles nous permettent d'établir les premières relations géomorphopédologiques, approfondies lors de la reconnaissance sur le terrain par des sondages à la tarière.

Ces sondages nous permettent de définir pour chaque unité cartographiée, une zone type où une fosse fut ouverte. Chaque unité de sol est donc abordée à la fois par un profil (décrit, prélevé et analysé) et par des sondages de reconnaissance (uniquement décrits).

La zone ainsi cadrée, nous pouvons mettre en relation la topographie, la pédologie et la géologie par l'intermédiaire du SIG\*.

### 3. L'approche au niveau de la station du CIRAD

Le cadre environnemental de la station expérimentale du CIRAD étant ainsi décrit, il s'agit d'envisager les relations géomorphopédologiques à grande échelle. Deux toposéquences réalisées à pied permettent l'étude des relations sol-relief de la station.

Les parcelles concernées sont donc soumises à des sondages et prélèvements tant ponctuels que composites dans le but d'y établir le bilan morphopédogénétique et d'évaluer l'état de fertilité. Par la lecture de la carte et des vérifications sur le terrain nous disposons d'informations sur les pentes et l'état de surface. Ces données peuvent être complétées par l'âge et le dispositif de la plantation au niveau du parcellaire. L'ensemble de ces précisions ainsi que les résultats d'analyse nous permettent d'établir un diagnostic sur la qualité des sols.

\*SIG : Système d'information géographique

#### 4. La stratégie d'échantillonnage

Les échantillonnages composites sont réalisés de manière aléatoire sur une surface se répartissant à moins de 15 m du prélèvement ponctuel. Les échantillons ponctuels sont prélevés à la tarière hélicoïdale et les profils sont creusés manuellement à la pelle. Sur base des critères de terrain (texture, charge, pH, couleur, taches, résistance, etc.), seuls les horizons bien différenciés sont prélevés.

Le composite est un mélange de 15 à 20 prélèvements des vingt-cinq premiers centimètres de sol, dans lesquels nous n'avons pas fait la distinction entre les horizons. Il est réalisé à la tarière à vrille plutôt qu'à la tarière tubulaire suite à la consistance très friable du sol.

#### 5. La stratégie d'analyse

Tous les échantillons ont subi le même type d'analyses. Elles sont réalisées dans trois laboratoires différents.

##### a. Au BOST\*

- *Le séchage*

Les échantillons sont séchés à l'air pendant quelques jours puis mis à l'étuve pendant 48 heures à 40°C.

- *L'émottage, le tamisage et le broyage*

Ils sont émottés manuellement au mortier et pilon de porcelaine ; les échantillons les plus argileux sont émottés au rouleau de bois. Ensuite, ils sont tamisés à 2 mm et les éléments grossiers pesés.

Seule une petite fraction des échantillons a été broyée à 500 µm pour le dosage du carbone organique total et de l'azote total.

- *L'humidité résiduelle*

La mesure est réalisée dans le but de vérifier la qualité du séchage à l'air. Il s'agit de peser dans un godet 5g de terre fine ; de la placer à l'étuve à 105°C jusqu'à poids constant et le rapport des pesées donne une idée du pourcentage d'humidité de l'échantillon séché.

- *La granulométrie*

L'analyse granulométrique est réalisée dans le but de définir la texture de l'échantillon.

\*BOST : laboratoire de Biologie et d'Organisation des Sols tropicaux (ORSTOM Fort de France)

Chacune des fractions de la terre fine joue un rôle fondamental dans le sol : l'argile pédologique partage avec l'humus les fonctions colloïdales du sol dont les propriétés sont multiples (adsorption, échange, fixation, structure, porosité...) ; le limon est important au point de vue de la rétention d'eau dans le sol et les sables constituent une sorte de support.

Baize 1988, définit la granulométrie comme la «répartition des particules minérales inférieures à 2 mm selon des classes de grosseur. L'analyse granulométrique est une opération de laboratoire qui implique la dissociation complète du matériel pédologique jusqu'à l'état de particules élémentaires et donc la destruction totale des agrégats, elle nécessite aussi l'action de supprimer les ciments. »

Nos échantillons sont analysés en associant le tamisage et la granulométrie laser.

On pèse 5g de terre fine dans un bêcher recouvert d'une coupelle de verre avec 25 ml d'eau distillée et 25 ml d'eau oxygénée à 30% volume. Il est laissé au repos toute une nuit à température ambiante : il s'agit de l'attaque à froid.

Le bêcher est ensuite chauffé pendant 4 heures à 60°C afin de compléter la destruction de matière organique : c'est l'attaque à chaud. Après s'être assuré que l'attaque est terminée, la suspension est portée à ébullition pendant 15 minutes et quelques gouttes d'ammoniac sont ajoutées pour éliminer l'excès d' $H_2O_2$ . Après refroidissement, on disperse les particules par passage aux ultrasons. Le volume du bêcher est ensuite porté à 400 ml avec de l'eau distillée et avec 2 à 4 ml d'hexamétaphosphate de sodium (15g/l). Le contenu du bêcher est transvasé dans un flacon pour une agitation de deux heures au culbuteur. Les fractions 200-500  $\mu m$  et plus de 500  $\mu m$  sont séparées par tamisage sous eau puis séchées en étuve à 105°C et pesées.

La dispersion de la fraction inférieure à 200  $\mu m$  est complétée par un bain de deux minutes aux ultrasons et la distribution de ces particules est mesurée par granulométrie laser. Le granulomètre laser Master Sizer / E est composé d'une unité de mesure optique en association avec un programme d'analyse et de présentation des résultats. Un rayon laser est envoyé sur la suspension ; il est d'autant plus diffracté qu'il rencontre des particules plus petites. Un récepteur mesure ensuite la diffraction de la lumière : l'angle et le rayon de diffraction du rayon laser diffracté permettent d'évaluer la taille de la particule.

- *Le carbone organique total et l'azote total*

Le taux de carbone organique total permet d'estimer la teneur en matière organique du sol et le rapport C/N d'en appréhender la qualité à l'origine de nombreuses propriétés du sol.

L'analyseur d'azote CARLO-ERBA NA 1500 est conçu pour déterminer la totalité de l'élément azote contenu dans une large gamme d'échantillons. Ce micro-analyseur permet par exemple un dosage simultané du carbone, de l'azote et du soufre dans une fraction de sol.

La méthode d'analyse se base sur la combustion complète et instantanée de l'échantillon transformant l'ensemble de la matière organique en produits de combustion gazeux. Ces gaz subissent alors différentes oxydations et réductions pour finalement pénétrer dans une colonne chromatographique. Ils y sont séparés puis

décelés par un détecteur à combustion thermique qui génère un signal proportionnel à la concentration de chaque constituant.

Il s'agit de peser 10 µg de terre broyée à 50 µm dans une capsule en étain ; celle-ci est introduite sous flux d'hélium dans une colonne portée à 1040°C. L'échantillon est calciné (combustion flash) grâce à un apport d'oxygène. Les gaz de combustion sont ramenés en CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O et SO<sub>3</sub> (le passage sur l'oxyde de chrome inhibe la formation d'oxydes d'azote). Ensuite, le flux gazeux traverse une couche d'oxyde de cobalt qui piège d'éventuels composés halogénés et soufrés risquant de perturber le système chromatographique.

Le mélange gazeux pénètre alors dans la colonne de réduction et passe sur des copeaux de cuivre maintenus à 650°C, l'excès d'oxygène est éliminé et les oxydes d'azote réduits sous forme de N<sub>2</sub>. Enfin, l'eau résiduelle est piégée en passant sur de l'anhydron (perchlorate de magnésium anhydre) avant de pénétrer dans la colonne chromatographique qui sépare les constituants en CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> et SO<sub>2</sub> (le temps de rétention étant fonction de la nature du gaz).

Un détecteur à conductivité thermique placé en fin de circuit génère un signal proportionnel à la concentration d'un composé à son passage. Un intégrateur analyse le signal en calculant l'aire des pics produits pour chaque élément.

Avant chaque utilisation, l'appareil est étalonné avec un standard de composition connue.

#### b. Au CIRAD : Capacité d'Echange Cationique (CEC), bases échangeables et aluminium échangeable

La détermination de la CEC et des bases échangeables est réalisée par la méthode au chlorure de cobaltihexamine au pH du sol (selon la norme AFNOR X31-130) dans le but d'étudier le complexe d'échange des sols. C'est un paramètre important au point de vue de la fertilité et il permet de donner une idée globale de la nature des minéraux argileux.

Le principe consiste à déplacer les cations échangeables par simple contact avec l'ion cobaltihexamine [Co(NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub><sup>3+</sup>] : l'échantillon est saturé par ce cation, puis celui-ci est déplacé et dosé.

L'ion cobaltihexamine est intéressant en raison de sa grande affinité pour l'échangeur, de sa présence initiale négligeable dans le sol, de sa facilité de détermination, et de sa neutralité vis à vis de la solution qui affecte peu le comportement du sol et lui laisse imposer le pH.

La CEC est ensuite calculée par la détermination du cobaltihexamine disparu de la solution d'échange initiale et les cations minéraux échangeables (Ca, Mg, K, Na, Al) sont dosés dans l'extrait de cobaltihexamine par absorption atomique.

Il s'agit de peser précisément 3,5g de sol tamisé à 2 mm dans un tube à centrifuger. On y ajoute 70 ml d'une solution de cobalthexamine de concentration connue. L'ensemble est mis en contact pendant deux heures au culbuteur. Après centrifugation pendant 5 minutes à 7000 tours/minute, le surnageant est filtré sur entonnoir. On conserve 20 ml de la solution d'extraction pour la détermination de tous les éléments.

Avant chaque mesure, on étalonne l'appareil par une série de solutions de concentration connue, puis par le passage des échantillons de référence permettant un contrôle de la qualité de l'analyse.

### c. A l'Unité de Géopédologie de la FUSAGx

#### • *Le pH H<sub>2</sub>O et KCl*

Il s'agit d'une mesure permettant d'apprécier rapidement les conditions écologiques globales ainsi que l'état physico-chimique d'un sol car elle conditionne certaines analyses spécifiques. Nous nous sommes attachée à déterminer l'acidité actuelle du sol (la mesure des protons rendus libres dans une suspension à l'eau) ainsi que l'acidité d'échange (la somme des ions H<sup>+</sup> de la suspension et des ions H<sup>+</sup> échangés avec le K<sup>+</sup>).

Les pH H<sub>2</sub>O et KCl résultent de mesures de type potentiométriques obtenues en délayant dans des proportions 2/5 de la terre fine et de l'eau distillée pour le pH H<sub>2</sub>O ; de la terre fine et du KCl 1N pour le pH KCl. Les suspensions sont préalablement agitées pendant deux heures et centrifugées.

#### • *L'acidité d'échange (technique Yuan)*

Dans les sols acides, l'acidité d'échange peut être importante : il s'agit de la résultante de deux ions H<sup>+</sup> et Al<sup>3+</sup> dont les effets sont plus ou moins néfastes à la végétation selon la proportion d'aluminium présente. Il s'agit donc de bien distinguer la part prise par les deux ions dans l'acidité globale.

Après un échange de 30 minutes entre la terre fine et du KCl 1N, on extrait les protons sur la colonne de percolation par du chlorure de potassium 1N. L'acidité d'échange est ensuite déterminée par titrage du percolat à la soude 0,1N en présence de phénolphtaléine.

#### • *Le phosphore (Olsten)*

La détermination du phosphore disponible est réalisée dans une optique de fertilité afin de se rendre compte de l'état de nutrition des sols en cet élément.

L'extraction s'effectue par le mélange au culbuteur de 5g de terre fine, d'une cuillerée de charbon de bois lavé à l'heptamolybdate d'ammonium (pour absorber les acides organiques et ne pas gêner la mesure colorimétrique), et de 100 ml de NaHCO<sub>3</sub> à 0,5N et à pH 8,5 (solution d'extraction). On prélève une aliquote de filtrat (5 ou 10 ml)

auquel on ajoute 10 ml d'eau distillée et 10 ml d'heptamolybdate d'ammonium (qui complexe le phosphore) et on complète à l'eau distillée pour obtenir un volume de 100 ml. Le dosage s'effectue, après rétention par le  $\text{SnCl}_2$  de cette solution, au photocolorimètre.

- *Les analyses minéralogiques*

L'examen détaillé des constituants du sol et de leurs propriétés permet de faire des prédictions sur leur comportement : l'étude des minéraux argileux présentant un intérêt pour raisonner les pratiques d'amendements.

Tous les échantillons ne sont pas analysés, nous nous sommes limitée aux plus contrastés au niveau de la texture.

Il s'agit de préparer des lames orientées en plaçant 500 mg de terre fine en suspension dans 40 cl d'eau distillée (flacon standardisé). Après agitation manuelle, on le passe aux ultrasons pendant 3 à 4 minutes pour obtenir une bonne dispersion des particules. (Il est à noter que lorsque les échantillons flocculent, nous ajoutons quelques gouttes d'une solution  $\text{NH}_4$  pour améliorer la peptisation) On laisse le flacon au repos pendant 50 minutes puis on étale 4 cl de l'échantillon (particules inférieures à 2  $\mu\text{m}$  selon la loi de Stokes) sur la lame de verre et on laisse évaporer. Les lames sont séchées naturellement à 20°C, sur un statif à niveau, à l'abri de la poussière pendant 48 heures environ.

Les lames sont soumises à la diffraction par Rayons X après les traitements suivants :

- Conditions naturelles
- Glycérolage : ce traitement a pour but de remplir l'espace interfoliaire des minéraux 2/1 par le liquide polaire qui forme, selon leur nature, des complexes à une ou plusieurs couches d'épaisseur connue. Il met ainsi en évidence l'expansion des feuillets et permet de déterminer la présence éventuelle de smectites (de 14 Å en normal à 17 Å en glycolé). Il s'agit d'une vaporisation au glycérol bidistillé à 87%.
- Chauffage à 110°C.
- Chauffage à 550°C : il entraîne la réduction de la distance basale de certains minéraux argileux par déshydratation.
- Formamide : il s'agit d'une vaporisation employée dans le but de différencier la kaolinite de l'halloysite. (Test controversé employé à titre d'essai dans le contexte de ce travail)

**PREMIERE PARTIE :**

**CADRE ENVIRONNEMENTAL DE L'ETUDE :**  
**LA MARTINIQUE**

Ce thème est rédigé d'après Chalono, 1985 ; Colmet-Daage et Lagache, 1965 ; Colmet-Daage, 1969 ; Martinique C.R.D., 1996 ; CNRS, 1977 ; Georges-Picot, 1980 ; Segalen , 1995 ; Venkatapen , 1997 ; Westercamp et Andreieff, 1989 ; Westercamp et Tazieff 1980.

### *1. : Localisation et géographie humaine* (Document I – figures A et B)

Située au cœur de l'archipel caraïbe, entre la Dominique et Sainte Lucie, la Martinique est une île des Petites Antilles localisée par 14°30 de latitude nord et 61°00 de longitude ouest (à Rivière Salée).

Elle possède une superficie de 1100 km<sup>2</sup> qui lui confère le troisième rang au sein de l'archipel des Antilles après Trinidad et la Guadeloupe. Sa plus grande longueur n'atteint pas 70 km et sa plus grande largeur est proche de 30 km. De cette disposition, il résulte qu'aucun point de l'île n'est à plus de 12 km de la côte en ligne droite.

Ségalen 1995, décrit l'île comme une «forme grossièrement ovoïde, orientée Nord Ouest-Sud Est, avec une profonde échancrure sur la côte Ouest correspondant à la baie de Fort de France, tandis que sur la côte Est s'allonge la presqu'île de la Caravelle ».

Malgré la migration vers la métropole, la population ne cesse d'augmenter. De près de 350 000 habitants d'après l'estimation de 1974, la population est chiffrée aujourd'hui à 407 284 habitants (estimation de juillet 98).

Elle est relativement jeune : 26% a entre 0 et 19 ans et la majorité (54%) a entre 20 et 59 ans.

Le taux de fertilité est plus élevé qu'en métropole, soit 1,8 naissances par femme. Il s'agit d'une population féconde et très métissée : 90% de la population est de type africain ou métis, 5% de la population est blanche et les communautés indiennes, chinoises et libanaises représentent moins de 5% des groupes ethniques.

## 2. : *Le climat*

L'île est caractérisée par un climat de type insulaire, tropical chaud et humide. En raison de la topographie, le climat présente des variations quant à l'exposition au vent et au régime des pluies (Document II - figure C).

On peut évoquer une subdivision de l'île suite à l'influence des vents dominants :

### - La côte au vent

L'est de l'île subit l'influence des Alizés : il s'agit de vents dominants, réguliers, humides et relativement frais, dirigés sur les Antilles par l'anticyclone des Açores.

### - La côte sous le vent

Il s'agit de l'Ouest de l'île qui profite de la protection offerte par les hauts reliefs martiniquais.

On peut également diviser la Martinique en deux zones suivant la pluviosité :

### - La Martinique humide

Il s'agit du nord de l'île où le relief, de type montagneux, favorise les fortes précipitations. Ainsi la Martinique humide au nord d'une ligne Fort de France - Le Robert reçoit plus de 1 750 mm de pluie par an, voire plus de 6 000 mm par an pour les Pitons du Carbet et pour la Montagne Pelée.

### - La Martinique sèche

Le sud n'est que faiblement arrosé : le nord de Fort de France, la partie méridionale de l'île et le sud de la ligne Le Lamentin - Le Robert reçoivent moins de 1 500 mm de pluie par an.

Le régime des pluies est donc très variable dans l'espace, mais il est également très capricieux suite à son irrégularité dans le temps. De plus, l'île est parcourue occasionnellement par des cyclones qui apportent un supplément de précipitation à caractère souvent catastrophique.

On enregistre toutefois un maximum de précipitations de juin à novembre et un minimum de janvier à avril. On distingue donc deux saisons : une saison sèche dite «carême » et une saison humide dite «hivernage ».

La température, quant à elle, constitue un des éléments climatique le plus constant du climat martiniquais. Cette régularité, due aux courants marins exceptionnellement chauds et aux vents constants, rend la température semblable à celle des climats équatoriaux.

La température moyenne annuelle à Fort de France est de 25,6°C (calculée sur 15 ans de 1956 à 1970).

Septembre, le mois le plus chaud, indique une température moyenne de 26,6°C contre 24,4°C en janvier (le mois le plus froid). L'amplitude moyenne annuelle ne dépasse pas 3°C, ce qui est comparable aux amplitudes des climats équatoriaux insulaires.

Pour Ségalen 1995, le climat est de type équatorial dans les parties hautes de l'île, tandis qu'il serait plutôt de type tropical humide ou moyen dans les régions côtières, surtout au sud et à l'ouest.

### 3. : *L'hydrographie*

On peut faire une distinction entre le type de rivière au Nord et au Sud d'une courbe qui emprunte la vallée de la Lézarde et qui se dirige ensuite vers l'Atlantique jusqu'au havre du Robert.

Au Nord le réseau hydrographique est dense et les bassins versants sont très réduits en surface. Le débit des cours d'eau n'est élevé que lors des grandes pluies. Comme le relief est de type montagneux, et suite au régime pluviométrique, les cours d'eau ont un régime torrentiel.

Seules les rivières du Lorrain, Rivière Blanche et Rivière Lézarde (débit d'étiage 800 l/sec) et Rivière Capot (500 l/sec) sont larges. Les interfluves principaux sont plus étroits et les rivières sont généralement encaissées au fond de gorges resserrées.

Au sud, le réseau hydrographique est moins dense et constitué de petites rivières (longueur inférieure à 30 km). Leur réseau est cependant bien hiérarchisé et les rivières sont à forte pente dans les mornes, le lit inférieur s'allonge en méandres dans les petites plaines alluviales où les cours d'eau aboutissent.

L'artère la plus importante est celle de Rivière Salée dont le cours serait guidé par des effondrements localisés.

#### 4. : Géologie et géomorphologie

##### A. Mise en place des Petites Antilles

Le domaine caraïbe constitue une petite plaque lithosphérique autonome, coincé entre deux plaques : celle de l'Amérique du Sud et la plaque Cocos du Pacifique.

L'Archipel des Petites Antilles est un arc volcanique lié à la subduction de la plaque Américaine sous la plaque Caraïbe.

Westercamp D. et Tazieff H. (1980) distinguent trois étapes pour la mise en place de l'arc (Document III – figure D).

##### – L'arc ancien :

Son activité remonte à l'Eocène inférieur (il y a environ 50 millions d'années) où le volcanisme était entièrement sous-marin. C'est durant tout l'Oligocène que l'arc ancien est le siège d'une activité volcanique particulièrement nette, puis son activité cesse.

Durant le Miocène inférieur, il se développe des complexes récifaux sur les bas-reliefs des îles, en particulier en Martinique au niveau de Sainte-Anne et de la Caravelle.

##### – L'arc intermédiaire :

Il s'agit d'une période de transition où les mouvements relatifs des plaques sont modifiés (déplacement de l'arc). Le mouvement de compression de la plaque caraïbe qui en résulte se poursuit jusqu'à la fin du Miocène, bouleversant l'équilibre tectonique antillais.

Des failles cisailantes de direction Nord Est-Sud Ouest se développent ce qui permet la construction, en Martinique notamment, d'une vaste chaîne volcanique sous-marine.

##### – L'arc actuel :

Il émerge en Martinique au début du Pliocène, il y a environ 5 millions d'années et poursuit son activité actuellement (éruptions, séismes etc.). C'est à cette époque que naissent les strato-volcans explosifs (type Montagne Pelée en Martinique) et les volcans fissuraux effusifs (type Morne Jacob en Martinique).

## **B. Géologie et géomorphologie de la Martinique** (Document III – figure E)

### **– Les formations anciennes :**

L'activité volcanique a débuté il y a 50 MA par un volcanisme sous marin caractérisé par des laves basiques : basaltes et andésites. Une dizaine de millions d'années plus tard, les premières formations volcaniques émergent.

Les presqu'îles de la Caravelle et de Sainte-Anne, à l'Est et au Sud de l'île, sont des vestiges de l'arc ancien (ou arc externe). A la Caravelle, on retrouve des andésites et des brèches polygéniques tandis qu'à Sainte-Anne, on observe des tuffites azoïques. Ces formations volcaniques anciennes sont recoupées en tout sens par des dykes de basalte et d'andésite. Celles-ci ont été partiellement recouvertes de calcaire correspondant à une sédimentation marine lors de phases de submersion. Puis l'activité volcanique reprend dans l'ensemble des régions Est et Sud-Est martiniquaises où se mettent en place :

- des coulées de basalte à olivine, augite et hyperstène ;
- des coulées et intrusions d'andésite à augite et hyperstène
- des intrusions de dacites aphyriques.

Mais au-delà de leurs similitudes structurales, les deux presqu'îles présentent des paysages très différents.

La presqu'île de Sainte-Anne est constituée d'une multitude de mornes et de buttes isolées dont l'altitude varie entre 100 et 200 m. Ces unités dominent une topographie indécise vers 50 m d'altitude.

La presqu'île de la Caravelle se profile comme une longue crête avançant dans l'océan. Son modelé est plus vigoureux même si l'altitude sommitale n'est que de 189 m (au Morne Pavillon).

### **– Les formations intermédiaires :**

L'activité volcanique se poursuit ensuite par l'édification de volcans boucliers constitués par des empilements successifs de coulées massives de basalte puis d'andésite.

Une suite d'édifices volcaniques (Morne Vert-Pré, Morne Pitault, Morne Sulpice, Montagne du Vauclin) s'alignent au Miocène sur un axe Sud Est-Nord Ouest, de la presqu'île de Sainte-Anne à celle de la Caravelle : le front volcanique a migré vers l'ouest. Leur mise en place a eu lieu sous la mer et ils présentent une morphologie plutôt de type collinaire.

La région du François se caractérise par une multitude de mornes isolés, signes de la présence de dykes et de dômes. Il existe également des massifs élevés tel celui culminant au Morne Pitault (345m). La lithologie de la région est constituée de conglomérats grossiers hétérogènes ; les faciès fins, tufs lités et conglomérats, apparaissent surtout au sommet des édifices volcaniques.

La région du Vauclin constitue également un ensemble de crêtes culminant au niveau de la Montagne du Vauclin (504m). Les séries du Vauclin reposent au Nord sur celles du François (plus anciennes). Elles sont composées de tufs constitués de micro-conglomérats de cinérites en général bien lités.

– Les formations récentes :

Au sud, apparaît au cycle plio-pléistocène, la presqu'île des Trois-Ilets à laquelle on associe le Rocher du Diamant (entre 5 et 2 millions d'années). Les brèches andésitiques et dacitiques à hyperstène et hornblende de Sainte-Luce correspondraient aux premières manifestations d'un volcanisme explosif en Martinique.

Au nord se dressent les plus imposants ensembles volcaniques.

L'édifice du Morne Jacob se met en place entre 6 et 2 millions d'années, les Pitons du Carbet apparaissent aux alentours d'un million d'années. Ils forment des volcans effusifs d'où se sont épanchées d'énormes coulées de lave semi-visqueuse : andésite et dacite.

Le massif du Morne Jacob est un ensemble assez vaste et dont les matériaux se retrouvent à la fois sur le littoral atlantique et caraïbe : il s'étend de Fort de France à l'Anse Céron et de la côte caraïbe à la côte atlantique. L'édifice du morne Jacob marque le passage du volcanisme sous-marin au volcanisme continental : on y rencontre graduellement les conglomérats fluvio-marins et les tuffites. Le versant atlantique se distingue du versant caraïbe par une altération plus poussée. En effet, les versants sont incisés en profondeur, les dénivellations sont importantes et les interfluves étroits.

Le massif des Pitons du Carbet est beaucoup plus montagneux. Il possède 6 sommets de plus de 1000 m et présente des pentes supérieures à 40% sur plusieurs centaines de mètres.

Puis s'édifie le Mont Conil (entre 1 et 0,5 million d'années) ainsi que la Montagne Pelée (0,5 million d'années). Le massif du Mont Conil apparaît sous les dépôts de la Montagne Pelée. Il est constitué de coulées et de dômes, il culmine à 1 017 m au niveau du Piton Marcel. Il se présente comme un enchevêtrement de crêtes forestières enserrant un réseau dense de rivières encaissées. La Montagne Pelée est le point culminant de l'île (1397 m) et en constitue le seul volcan actif. On peut distinguer deux grands ensembles géomorphologiques : les longs versants d'accumulation qui forment la masse principale du cône et les éléments de caldeira ainsi que les dômes qui constituent la partie sommitale du volcan.

– L'érosion, les colluvions et les alluvions :

Depuis 6 000 ans, l'érosion retouche les reliefs en épargnant relativement les coulées de laves mais en déblayant cendres, lapillis et ponces.

Les apports de sédiments par les rivières comblent le fond des vallées, créant de nombreuses petites plaines comme celle du Lamentin.

## 5. La carte des sols

La diversité des climats et des matériaux originels en Martinique, rend l'étude des phénomènes d'altération et d'évolution des sols particulièrement intéressante.

Il est ainsi possible de rencontrer des sols très divers :

- Soit sur des formations géologiques similaires mais évoluant sous des climats différents ;
- Soit sur des matériaux de composition chimique ou minéralogique analogue mais d'âges différents. D'après Colmet-Daage et Lagache 1965, on peut donc trouver en superposition ou en juxtaposition des sols ayant atteint des stades différents d'évolution suite à des éruptions d'époques variées ou suite au décapage par érosion de formations plus récentes de recouvrement.
- Soit, sur des matériaux de composition minéralogique et chimique voisine mais présentant des textures très différentes : cendres, ponces, brèches, tufs de perméabilité variable, coulées.

Les types de sols qui sont distingués par Colmet-Daage 1969 (pour la cartographie) sont nombreux mais ils peuvent être regroupés en plusieurs ensembles principaux : (Document IV – figure F)

- Les sols ferrallitiques ;
- Les ferrisols des régions humides et les intergrades vers les vertisols ;
- Les vertisols.

Il s'agit de la séquence climatique des sols issus de roches-mères anciennes (labradorites, andésites, dacites). Ils résultent en général, toujours d'après Colmet-Daage 1969, de phénomènes d'altération et d'évolution durant de longues périodes sur des matériaux originels peu perméables.

- Les sols peu évolués sur cendres.
- Les sols à allophane.
- Les sols brun-rouille à halloysite.

Nous rencontrons alors la séquence climatique des sols issus de projections volcaniques récentes (labradorites, andésites, dacites). Dans ce cas, les phénomènes d'altération et d'évolution n'ont pu se produire que sur de brèves périodes et sur des matériaux très perméables.

- Les alluvions : elles présentent des liens de parentés avec les sols dont elles dérivent.

L'extrême diversité des sols a nécessité une cartographie détaillée à l'échelle du 1/20 000 ° (Carte des sols de F. Colmet-Daage – ORSTOM 1969) et souvent même du 1/10 000 °. Plusieurs milliers de profils ont été examinés, en leur temps, de manière systématique, ils permettent une bonne approche de la répartition géographique et topographique des différents sols.

La classification tient compte des caractères observables sur le terrain, des données de laboratoire ainsi que du facteur pente des sols et des possibilités de mécanisation ; ces deux derniers paramètres constituant le handicap majeur des sols martiniquais. Elle insiste également sur les niveaux climatiques et chronologiques. La carte des sols se veut donc très complète et détaillée mais elle semble malgré tout peu accessible aux utilisateurs potentiels.

La carte des sols de Martinique se présente en 24 feuilles découpées selon un axe Est-Ouest. Elle a été établie à partir des fonds topographiques au 1/20 000 de 1955. Les unités de sols ont été définies suite à la réalisation de nombreux profils (décrits et analysés) et par interprétation des photos aériennes au 1/20 000 et au 1/10 000 de l'IGN (missions de 1955 à 1967). La légende est telle que les lettres et les couleurs correspondent aux sols : une lettre majuscule indique un ensemble principal de sols tandis que les lettres minuscules correspondent aux subdivisions. De plus, l'intensité de la teinte (foncée ou claire) et les tramés (quadrillage noir, traits obliques et points) correspondent au modelé du terrain et aux pentes, indices de l'épaisseur du sol.

Nous nous limitons dans la deuxième partie de l'étude à la description et à la caractérisation de cinq des principaux types de sols de l'île :

- les sols à allophane ;
- les sols brun-rouille à halloysite ;
- les ferrisols ;
- les intergrades à montmorillonite ;
- les alluvions continentales.

**DEUXIEME PARTIE :**

**COMPREHENSION ET ILLUSTRATION A MOYENNE**  
**ECHELLE DE LA CARTE DES SOLS**

D'après Boyer, 1982 ; Chamayou et Legros, 1989 ; Chevignard, 1985 ; Colmet-Daage et Lagache, 1965 ; Colmet-Daage, 1969 ; Colmet-Daage, 1977 ; Decarreau, 1990 ; Delvaux, 1988 ; Delvaux *et al.*, 1990 ; Girod, 1978 ; Godefroy et Dormoy, 1989 ; Millot, 1964 ; Ministère de la coopération, 1980 ; Ségalen, 1994 ; Theng *et al.*, 1984 ; Van Wambeke, 1995 ; Westercamp et Tazieff 1980.

*1 : Cadrage du secteur et illustration des cinq principaux types de sols selon trois approches*

**A. Approche spatiale**

**1. Situation générale**

Dans un souci d'illustrer des contrastes Nord-Sud et de situer la station du CIRAD (abordée dans la troisième partie) dans son cadre physique, nous avons délimité notre secteur par les communes de Gros Morne – Saint Joseph – Le Lamentin.

Nous situant dans le centre de l'île, nous prenons comme référence climatique pour l'année 1998 le poste de Saint Joseph - Rivière Lézarde (Document V – figure G). On en déduit que la saison sèche y a été particulièrement accusée de février à avril, la saison des pluies s'étant affirmée de mai à juin, avec un maximum en décembre. L'hivernage y a été bien pourvu en eau puisque les mois de mai à janvier ont recueilli 94 % des précipitations annuelles. Ce climat s'est étendu sur une longue période ce qui a contribué à maintenir une humidité importante dans la région. En ce qui concerne les températures, elles ont été relativement constantes : oscillant entre 21,5°C et 25°C, soit une amplitude annuelle moyenne de 3,5°C. Le Carême correspond à une période plus fraîche marquée par le minimum pluviométrique.

En se basant sur la carte topographique 4502 MT Le Lamentin, nous pouvons subdiviser le secteur en trois parties (Document VI – figure H):

**a. Au Nord :**

Cette zone s'étend essentiellement sur la commune de Gros-Morne et un peu sur celle du Robert et de son hameau : Vert-Pré.

Il s'agit d'un secteur de mornes, terme créole désignant des reliefs isolés : la commune de Gros-Morne a été aménagée sur un promontoire accidenté à 240m d'altitude, le hameau de Vert-Pré domine à 311m, le hameau de Croix-Blanche à 220m, et Sainte-Croix à 242m.

Le réseau hydrographique est peu dense, on ne retiendra que la Rivière Lézarde de cours Nord-Sud ainsi que son affluent la Rivière Pomme de direction Nord Est-Sud Ouest.

Les principales cultures se polarisent autour du triptyque traditionnel : banane, canne à sucre et ananas même si l'horticulture y est en nette progression.

b. Au Centre :

Il s'agit du territoire de Saint-Joseph qui constitue en quelque sorte un intermédiaire entre le Nord accidenté et la plaine du Lamentin au Sud.

C'est l'une des zones les mieux marquée par des cours d'eau et par conséquent par des forêts galeries ; citons : la Rivière Lézarde, la Rivière Quiarbon de cours Est-Ouest, la Prospérité coulant du Nord au Sud et surtout la Rivière Blanche de direction Est-Ouest.

Les cultures traditionnelles dominantes comme la canne à sucre, la banane et l'ananas ont légèrement régressé au profit de productions maraîchères et vivrières telles les choux de Chine (Dachine) et les ignames cultivés dans les jardins créoles.

c. Au sud :

Cette zone est marquée par la plaine du Lamentin qui résulte de l'accumulation de sédiments dans un graben.

Le réseau hydrographique se marque par l'embouchure de la Rivière Lézarde, de la Rivière du Longvilliers ainsi que par les ravines et petits canaux récoltant les eaux de drainage.

Cette région présente trois avantages majeurs pour la culture : elle est située à la croisée des axes Nord-Sud et Est-Ouest ; les cultures sont facilement mécanisables étant donné le manque de relief ; enfin, il s'agit d'une contrée très fertile. Les travaux de mise en valeur et notamment l'installation des réseaux de drainage ont permis la culture de la banane et surtout de la canne à sucre. Actuellement, la tendance n'est plus aux activités sucrières, peu rentables, mais plutôt à l'urbanisation avec notamment l'extension des zones industrielles.

2. Situation géologique (Document VI – figure I et Document VII)

Le secteur a été profondément marqué par 4 phases :

- Au Pliocène - Pléistocène :
  - l'édification du volcan bouclier du morne Jacob
  - le complexe volcanique des Carbets.
- Au Miocène :
  - l'édification de la chaîne volcanique sous-marine du Vauclin-Pitault ;
  - les formations volcano-sédimentaires de Sainte-Marie et de Fort de France.

Il est important d'expliciter davantage ces phases afin de comprendre le cadre physique du secteur étudié et d'avoir une meilleure approche de la géomorphologie ; cependant nous n'aborderons que les phases représentées dans le secteur étudié.

a. La chaîne volcanique sous-marine du Vauclin-Pitault :

Les formations de l'épisode initial François-Robert sont essentiellement affleurantes dans le Nord-Est du secteur. Il s'agit de la mise en place de hyaloclastites remaniées (Hm2a) dans lesquelles s'imbriquent des coulées de lave ( $\beta m2a$  et  $\alpha m2a$ ) ; l'ensemble étant recoupé de dykes. Les hyaloclastites remaniées en tuffites constituent la formation géologique principale en volume et en extension à l'échelle de l'île.

Au niveau de la première phase effusive généralisée, un ensemble de lave massive ( $\rho\beta m2a$ ) s'épanche sur la retombée occidentale des reliefs volcaniques sous-marins mis en place. Ces coulées sont profondément altérées, la roche apparaissant uniquement dispersée dans une matrice argilisée. Cette formation est particulièrement développée entre Gros-Morne et Vert-Pré et constitue un dôme morphologique (au niveau de la zone Vert-Pré Grozan) qui rompt avec la retombée orientale régulière du volcan plus récent du morne Jacob.

La phase majeure d'activité de la chaîne volcanique sous-marine du Vauclin-Pitault consiste en la mise en place du plus grand complexe de hyaloclastites (Hm2b) et de coulées sous-marines associées ( $\alpha m2b$  et  $\rho\alpha m2b$ ). Ces produits reposent sur les épanchements basaltiques ( $\rho\beta m2a$ ) qui constituent le dôme de Vert-Pré.

b. Les formations volcano-sédimentaires de Sainte-Marie et Fort de France

Les formations calcaires s'installent dans le secteur de Sainte-Marie et de Fort de France sur les matériaux volcaniques sous-marins appartenant à la chaîne Vauclin-Pitault. Elles laissent ensuite la place à des tuffites terrigènes azoïques (1tf) et à des conglomérats polygéniques à éléments grossiers (1C). Ces formations marquent la limite entre les reliefs et les hauts-fonds formés à l'Oligocène et au Miocène et les formations du Pliocène et du Pléistocène.

Les tuffites sont très peu affleurantes dans ce secteur: on ne les rencontre qu'au Lamentin, au niveau des coulées  $\rho\alpha m2b$  du morne Doré où elles se réduisent à quelques mètres d'épaisseur ainsi que le long de la rivière Longvilliers. Les conglomérats ravinent les tuffites ou reposent sur les coulées anciennes  $\rho\beta m2a$ .

c. Le volcan bouclier du morne Jacob

Il s'agit du plus vaste édifice volcanique de l'île qui se met en place en deux phases.

La première phase volcanique est caractérisée par une activité sous-marine ainsi que par des épanchements aériens. En effet, des hyaloclastites puis des coulées de lave massive, d'abord basiques et porphyriques ( $1\beta_0$ ) puis andésitiques et aphyriques ( $^1_a\alpha$ ) se mettent en place. Des conglomérats soulignent le rôle de l'érosion dès l'édification des premiers reliefs ( $1C\alpha$ ) puis l'activité effusive se poursuit avec des coulées massives de basalte et d'andésite à grains fins ( $^1\beta$  et  $^1\alpha$ ).

La première formation observée ( $1\beta_0$ ) dans le secteur est très peu affleurante, on la distingue uniquement au niveau du Quartier Glotin où elle est associée aux faciès plus acides ( $^1\beta$  et  $^1\alpha$ ). Les coulées d'andésites ( $^1_a\alpha$ ) affleurent à l'Ouest, près de Saint Joseph, puis elles disparaissent sous les coulées plus récentes. Les conglomérats proviennent de l'érosion et du débit en fines plaquettes des coulées aphyriques ; on les retrouve donc en périphérie de ces dernières sur des formations plus anciennes. Dans le secteur de référence, ils affleurent au Quartier La Belème où ils recouvrent les basaltes porphyriques de la première phase effusive de la chaîne du Vauclin.

Enfin, les coulées massives peu porphyriques qui se mettent ensuite en place ont la particularité de présenter à l'œil le même aspect quelle que soit leur nature ; l'appellation des plages de la carte géologique en  $^1\beta$  et  $^1\alpha$  est dès lors assez arbitraire. Les coulées basaltiques sont affleurantes au niveau de Gros-Morne et du Quartier Glotin, tandis que les coulées andésitiques sont davantage localisées au sud, entre Saint Joseph et le Lamentin : ces formations recouvrent les coulées et les conglomérats aphyriques  $^1_a\alpha$  et  $1C\alpha$ .

A la fin de cette première phase, le mécanisme devient explosif avec la mise en place de lahars et de coulées pyroclastiques. Puis, suite à une période de repos marquée par le dépôt de conglomérats polygéniques grossiers ( $^{1-2}C$ ), l'activité effusive reprend du côté caraïbe.

Enfin, la phase effusive terminale se traduit par l'épanchement d'épaisses coulées dans toutes les directions. Après l'extinction du volcanisme, le démantèlement du volcan-bouclier du morne Jacob se poursuit avec la formation de vallées (qui seront empruntées par la suite par les écoulements en provenance du complexe des Carbets) où reposent les formations de remaniement (essentiellement des conglomérats :  $^{2-5}C$ ). Les conglomérats affleurent au centre du secteur le long de la Rivière Blanche et de la Rivière Lézarde ; ils sont recouverts par les formations du complexe des Carbets.

d. Le complexe volcanique des Carbets

Ses premières manifestations ne sont pas représentées dans le secteur : coulées de ponces dacitiques, brèches pyroclastiques et dômes andésitiques proviennent d'une phase d'activité de type peléen. Puis le style de dynamique du volcan change radicalement avec l'émission d'épaisses coulées d'andésites massives, de plus la chambre de l'édifice peléen précédemment établie se réactive en émettant des coulées pyroclastiques d'andésites et de dacites.

Notre secteur ne présente que les signes de fin de l'activité volcanique : mise en place des pitons centraux du Carbet et d'épaisses coulées de lave (9 $\alpha$ bi) caractérisées par une abondance en phénocristaux de quartz et par le remplacement partiel de la hornblende par la biotite. De plus, on note la présence de formations conglomératiques résultant de l'érosion du massif (9C).

Le secteur présente des traces de la coulée de Saint-Joseph (coulées de lave de la deuxième phase 9 $\alpha$ bi) au Quartier la Presqu'île et au Quartier La Chapelle. Elle a emprunté un ancien cours de la Rivière Blanche (vallée créée par le démantèlement du morne Jacob) et s'est écoulée jusqu'à l'actuel confluent avec la Rivière Lézarde ; depuis elle a été recreusée par la rivière, aussi elle ne couvre pas une surface importante.

Les conglomérats riches en blocs d'andésite porphyrique remplissent le cours de la Rivière Blanche, en aval et en amont des témoins en place de la grande coulée de lave de Saint-Joseph ; on les retrouve au Quartier l'Allée, Quartier Choco, Habitation Rivière Lézarde, Quartier Pelletier, Habitation Bois carré et au Quartier Four à chaud.

Les phases plus récentes du volcanisme du Mont Conil et de la Montagne Pelée ne sont pas représentées dans la zone, hormis les tufs jaunâtres peléens non cartographiés. En effet, dans la moitié nord de la Martinique, des tufs jaunâtres à brunâtres plus ou moins lités reposent en surface sur toutes les formations géologiques cartographiées. Il s'agit de retombées de cendres en provenance de la montagne Pelée, émises lors des paroxysmes ponceux (explosions pliniennes) et des grandes éruptions de type Saint-Vincent qui ont caractérisé sa période d'activité intermédiaire. L'épaisseur cumulée des niveaux de cendres (constitutifs des tufs jaunâtres) varie de moins d'un mètre à quelques 7-8m à proximité du volcan. Ces formations ont été rencontrées à de nombreuses reprises lors des investigations de terrain, notamment au niveau de sondages de reconnaissance, d'une carrière à Gros-Morne, et au sein du profil n°1 à Grosan.

Les autres formations superficielles rencontrées sont des argiles rouge riches en cristaux de quartz qui représentent des dépôts de cendres altérées en provenance des volcans des Pitons du Carbet. Il s'agit probablement de la retombée des nuages volcaniques qui accompagnaient l'émission des nuées ardentes et surtout des coulées de

ponce. Ces nuages atteignaient, au cours des éruptions, la zone des contre-alizés et, en conséquence étaient entraînés vers l'Est. On en retrouve des témoins au niveau de l'Habitation Jonction et du Quartier Chambord.

On rencontre également, dans ce secteur, une importante couverture d'alluvions qui occupe le fond des vallées. La plus grande plaine est celle du Lamentin qui résulte d'un remblaiement actif du fond de la baie de Fort de France par les sédiments apportés suite à la convergence de nombreuses rivières. Le morne Doré, le Petit Morne et le morne Rouge sont d'anciennes îles aujourd'hui englobées dans cette plaine. Il s'agit de conglomérats, de silts et d'argiles dont les épaisseurs peuvent varier de 5 à 35 m.


### 3. Situation pédologique

Le climat tropical humide de la Martinique transforme petit à petit les roches volcaniques selon trois types de complexe d'altération.

- Le complexe d'altération andique caractéristique de sols morphologiquement peu différenciés : les andosols
- Le complexe d'altération monosiallitique où dominent les minéraux argileux de type 1/1 halloysitiques voire kaolinitiques caractéristique de sols brunifiés ou ferrallitiques.
- Le complexe d'altération bisiallitique dominé par les smectites et caractéristique des vertisols.

Ces différents états d'altération correspondent à l'apparition, en proportion plus ou moins grande de kaolinite en milieu bien drainé et de smectite en milieu confiné ; ces deux espèces étant accompagnées d'oxydes et d'hydroxydes de fer et d'aluminium en proportion variable.

Les sols qui en découlent sont variés et au sein du secteur, on en dénombre essentiellement cinq ensembles qui se répartissent selon les conditions du milieu et selon la durée de la pédogenèse (Document VI – figure J).

-  a. Ensemble T : Sols relativement peu évolués, sols à allophane sur tufs fins (cendres fines) avec généralement de la gibbsite.

Ces sols sont typiques des climats humides à saison sèche très réduite, la pluviométrie annuelle étant comprise entre 2,5 et 5 m. Ils se développent sur des tufs dont la particularité est d'être très perméables.

On les retrouve à l'extrême Nord-Ouest, sur les hautes terres du secteur où l'altitude permet le maintien de l'humidité.

Ces sols sont caractérisés par un taux important d'allophane (20 à 80%) et de matière organique sur tout le profil. Les allophanes confèrent au sol une texture

particulière de pseudo-limon.

On peut également constater l'apparition de gibbsite en quantité variable.  
Ces sols sont globalement de couleur brun foncé à beige jaune en profondeur.

Ils sont associés au secteur de mornes : on les situe depuis Vert-Pré jusqu'à Gros-Morne ainsi qu'au Nord-Est de Saint-Joseph où on rencontre essentiellement les faciès suivants :

➤ Ta : Sol à dessiccation temporaire de surface

Ce type de sol est largement rencontré au Quartier Presqu'île. Il présente une coloration foncée jusqu'à 60 cm de profondeur ; la présence d'argile n'est pas sensible au toucher ; l'humidité est importante même après séchage à l'étuve ; la teneur en bases échangeables est voisine de 4 à 10 me/100g de sol frais.

➤ Tb :


Ce faciès est présent au niveau du Quartier Rivière Roche, la coloration foncée n'est présente que sur 30 cm.

➤ Ta-Hsb :

Essentiellement observé au Quartier Glotin, ce faciès constitue une transition entre les sols à allophane et les sols brun-rouille à halloysite. Le tuf dont dérive le sol à allophane est peu épais et le sol brun-rouille sous-jacent apparaît à moins d'un mètre de profondeur et en affleurement sur les pentes.

➤ Tb-Gd :

Ce faciès est majoritaire à Croix Blanche, il s'agit d'un profil complexe correspondant à la transition entre sol à allophane et ferrisol.

 b. Ensemble H : sols brun-rouille à halloysite

Des halloysites se forment déjà dans les andosols et leur présence devient prépondérante dès que la pluviométrie est plus faible et/ou que la durée de pédogenèse est plus longue. Les faciès les plus évolués s'apparentent aux sols ferrallitiques, ils s'en distinguent cependant par la présence majoritaire d'halloysite (et non de kaolinite) associée à des oxydes et hydroxydes de fer et éventuellement d'aluminium. Ils forment une auréole autour des sols à allophane, dans une station où la pluviométrie annuelle varie de 1,3 à 2,5 m et où une saison sèche commence à se marquer. Ils se développent sur des tufs blanchâtres peu durcis.

La couleur brun-rouille, de même que l'aspect luisant sont caractéristiques de ces sols. Le taux d'argile varie de 30 à 60 % dans l'horizon B ; la CEC varie de 10 à 25

me/100g de sol avec un pH rarement inférieur à 5,5 ; l'état de saturation en bases est voisin de 60 à 70 %. Le minéral argileux est du type halloysite ou métahalloysite, mais bien que dans les zones plus humides, ces sols contiennent encore une importante proportion d'allophane ; les zones plus sèches voient l'apparition de montmorillonite.


On les retrouve donc en périphérie des sols à allophane, dans le centre du secteur, où ils se répartissent entre les faciès suivants (la lettre « H » désigne le type de sol (halloysite) et la lettre « s » correspond au faciès typique de Sainte-Marie) :

➤ H<sup>s</sup>a :

Il s'agit d'un faciès très argileux (40 à 60 % d'argile) présent le long de Rivière Lézarde. Ces sols sont caractérisés par une augmentation des débris d'altération avec la profondeur.

➤ H<sup>s</sup>b :

Les sols sont plus légers, argilo-limoneux et la luisance est plus accentuée ; ils sont bien représentés au Quartier Presqu'île.

 c. Ensemble G : Ferrisols compacts, sols à dominance de kaolinite ou d'halloysite et goethite.

Ils constituent une importante partie des sols dérivés de formations anciennes du centre de l'île (régions humides avec 1,3 à 2,6 m de pluie par an). Ils subissent une évolution ferrallitique plus ou moins accentuée, ils sont plus compacts, moins perméables et d'apparence plus argileuse quoi qu'il y ait moins d'argile au sens granulométrique. Les bases échangeables demeurent stationnaires voire augmentent en profondeur (les teneurs sont élevées pour le calcium et le magnésium).

Les ferrisols à horizon B compact se situent sur des brèches ou sur des coulées andési-labradoritiques anciennes : Hm2a et pβm2a au sud de Vert-Pré et au Quartier Chambord.

Les principaux faciès rencontrés sont :

➤ Gc :

Il s'agit d'un sol brun foncé uniforme avec présence de roches altérées dures vers 1,5m de profondeur ; il est très présent aux Quartiers Long-Bois, Chambord et Petite Rivière.

➤ G-Hsa :

On le rencontre surtout le long de la rivière Quiembon ; il s'agit d'une transition entre un sol brun-rouille à halloysite et un ferrisol. Le sol H<sup>s</sup>a a une faible épaisseur sur les pentes et dès lors il est discontinu, surmontant des ferrisols.

 d. Ensemble I : sols rouge ou brun montmorillonitique

Ce sont des sols érodés peu profonds, relativement bien drainés sur de fortes ou de très fortes pentes. Ils dérivent de tufs volcaniques et s'observent dans les régions humides recevant entre 1,8 et 2 m de pluie par an ; soit dans la zone intermédiaire entre l'aire couverte par les vertisols et celle couverte par les ferrisols.

Ils sont caractérisés par la présence en quantités importantes d'argiles gonflantes montmorillonitiques ; les bases échangeables sont nettement plus importantes que dans les sols précédemment décrits.

Les principaux faciès observés sont :

➤ Id :

C'est l'orthotype : il s'agit d'un sol rouge vif ou brun rougeâtre caractérisé par l'apparition d'un niveau bariolé (rouge, gris) de tuf altéré vers 1 m de profondeur. Les horizons de surface sont friables à l'état sec tandis qu'en profondeur le sol est plus compact et gras.

➤ Id-Gc :

C'est un faciès de transition entre les sols à montmorillonite et les ferrisols.

 e. Ensemble A : Alluvions continentales

Les sols alluviaux présentent un lien de parenté avec les formations dont ils sont issus. Dans les régions de volcanisme récent, ils se caractérisent par une texture plus sableuse de par l'influence des cendres fines. Dans les régions de ferrisols, les alluvions sont plutôt argileuses et renferment parfois une légère proportion de montmorillonite.

Ces sols sont localisés dans les fonds de vallée sur des surfaces très réduites, la seule zone où ils offrent un large développement est la plaine du Lamentin.

Les principaux faciès sont :

*Alluvions lourdes à montmorillonite*

➤ Aa :

Ce sont des sols argileux, gras, de couleur beige ou grisâtre, observés au Lamentin ; certains faciès s'apparentant aux vertisols. La perméabilité de ces sols est insignifiante et le drainage est dès lors indispensable.

- Aaw : Il s'agit de sols à engorgement temporaire en profondeur avec présence de taches grisâtres et rouilles avant 1,2m de profondeur.
- Aagg : Ce symbole définit les sols pour lesquels un gley apparaît dès 50 cm de profondeur ou en deçà.

*Alluvions argileuses (kaolinite et montmorillonite)*

➤ Ab :

Ces alluvions, présentes au Quartier Jeanne d'Arc, sont assez lourdes mais moins que pour le type a, et ne présentent pas d'horizons vertiques. L'adhérence est plus faible et la couleur plutôt brunâtre ; le drainage est également indispensable.

- Abw : Il présente les mêmes caractéristiques d'engorgement que le faciès Aaw.

➤ Ac :

Ce sont des sols bien structurés à perméabilité modérée, brun foncé, avec des débris minéraux altérés assez abondants.

*Alluvions légères (kaolinite et montmorillonite)*

➤ Ad :

Il s'agit de sols limono-argileux, d'excellente structure, que l'on rencontre plutôt au Nord, le long de la Rivière Lézarde.

De plus, au Quartier La Césaire, nous observons un sigle Ag où le type d'alluvions n'est pas précisé (il s'agit d'une zone où coexistent les formes a et b), seul le caractère marquant du gley uniforme (ayant 1,2m) est indiqué.

## **B. Approche séquentielle**

Aux Antilles, on observe d'importants gradients climatiques (précipitation et température) en fonction de deux paramètres : l'altitude et l'exposition aux alizés. En outre, les matériaux dont sont issus les sols ont souvent des âges différents, ils peuvent être très altérables (comme les cendres volcaniques) et chimiquement contrastés. En conséquence, les sols qui s'y développent sont diversifiés et s'organisent généralement en séquences plus ou moins complexes.

D'après Decarreau 1990, lorsque la pluviométrie est importante, les composés organiques les moins agressifs se fixent sur les fractions cristallisées à courte distance (c'est le domaine des andosols où se retrouvent les allophanes). Lorsque la pluviométrie est moins importante, les phyllosilicates cristallisés à longue distance peuvent se former avec apparition soit de monosiallites (formation d'halloysite), soit de bisiallites (formation de smectite). Le facteur temps joue également un rôle en conduisant à la formation de kaolinite et de gibbsite. Au sein des séquences de sols, toutes les étapes intermédiaires peuvent exister.

Les séquences qui sont tracées dans le secteur rassemblent sur quelques kilomètres, des sols différents de par leur nature et leurs propriétés. Elles s'appuient sur les documents existants suivants :

- la carte topographique 4502MT Le Lamentin, éditée au 1/25 000 par l'IGN en 1996. Elle permet de tracer la coupe topographique ainsi que de schématiser l'occupation du sol.
- la carte géologique de France – feuillet La Martinique éditée au 1/50 000 par le BRGM en 1990. Elle est à l'origine de la représentation des unités lithologiques rencontrées. Nous avons limité la représentation en ne faisant pas figurer sur le schéma les structures géologiques jugées trop complexes ( au niveau du mode de mise en place, de la nature volcanique des formations ainsi que de la présence de nombreuses failles dans le secteur). Par ailleurs, nous n'avons pas schématisé la présence des formations récentes d'alluvions Fz car elles recouvrent les formations plus anciennes au niveau des vallées et leur présence est suggérée par les sols alluvionnaires.
- les planchettes de la carte des sols n°10 (Saint Joseph – Vert Pré), n°12 (Hauteurs de Fort de France), n°14 (Fort de France – Le Lametin), et n°13 (Régions de Morne Pitault Nord) éditées au 1/20 000 par l'ORSTOM, en 1969. Elles sont à la base du tracé de la caténa, symbolisée à la fois par les couleurs et par les sigles employés par Colmet-Daage. Il est important de signaler que nous n'avons pas schématisé la symbolique concernant le modelé : celui-ci étant suggéré par la coupe topographique.

Nous avons choisi de représenter les deux coupes à la même échelle, soit au 1/30 000 afin d'avoir un format compatible au format A3 pour la plus longue des deux séquences.

#### 1. Séquence 1 : ( document VIII et figure K )

Il s'agit d'une coupe longitudinale, de direction Nord - Sud pour laquelle, sur base de la lithologie et de la pédologie, nous avons délimité quatre unités de relief.

- UNITE 1 : Reliefs sur coulées de basalte, à sol à allophane

La première unité se différencie par une certaine homogénéité des unités de sols rencontrés : c'est le domaine des sols à allophane. On se situe entre 175 et 75 m d'altitude.

Ces sols reposent essentiellement sur des coulées de basalte :  $\rho\beta m2a$  et  ${}^1\beta$ , mais également sur des conglomérats issus du débit des coulées d'andésite  $1\alpha$ , formations recouvertes par les tufs de la Montagne Pelée.

Nous constatons que les transitions sol à allophane - ferrisol se localisent dans les lieux découpés. Nous pensons que le tuf dont dérive le sol à allophane est peu épais car fortement érodé, dès lors le ferrisol sous-jacent affleure sur les pentes.

Le tuf est un matériau très perméable et constitue, selon Ségalen 1994, un véritable filtre. Il est probable que la percolation verticale soit prépondérante et que la plus grande partie des produits dissous soit perdue. Dans ce cas, Ségalen constate que l'aluminium et le fer s'accumulent sous forme d'oxydes, hydroxydes ou minéraux argileux kandiques qui pourront être dispersés et entraînés vers la profondeur.

Au point de vue de la symbolique employée par Colmet-Daage, on constate que l'unité de relief est dominée par le faciès Ta, assez sec. Pour les associations sol à allophane - ferrisol, Colmet-Daage utilise le sigle Tb désignant un sol plus argileux. Cela semble logique car il existe une relation avec le ferrisol sous-jacent plus argileux. Une incompréhension subsiste au sujet de la suggestion de Colmet-Daage concernant par exemple la symbolique Hsb (sol brun-rouille à halloysite) sur un fond vert (sol à allophane) : est-ce que le sol présente des caractéristiques intermédiaires entre ces deux types de sols (sol brun andique) ? Est-ce qu'il s'agit d'un sol à allophane de faible épaisseur laissant apparaître un sol brun-rouille à halloysite à la faveur des fortes pentes ? Pourquoi, alors, ne pas associer les lettres H et T comme il le fait parfois (T-Hsb) ? Est-ce simplement une erreur ? Dans ce cas, elle serait non négligeable sur le secteur puisque nous trouvons également des sigles G (ferrisol) sur des fonds de couleur orange (sol brun-rouille à halloysite).

▪ UNITE 2 : Reliefs sur conglomérats et coulées d'andésite, à sol brun-rouille à halloysite

On se situe alors entre 100 et 30 m d'altitude, sur des formations volcaniques du Morne Jacob (conglomérats) et des Pitons du Carbet (conglomérats et coulées d'andésite).

Au niveau des plaines alluviales de la Lézarde et de la Rivière Blanche, on retrouve, sans surprise les sols alluvionnaires présentant les caractéristiques des sols dont ils dérivent, c'est-à-dire les sols brun-rouille à halloysite puisque la symbolique employée est Hsb.

A 100 m d'altitude, nous observons sur un dôme, les sols à allophane : ce n'est pas surprenant puisque la position de relief est telle que les conditions sont plus favorables à leur maintien (exposition aux vents, profondeur du sol plus importante sur le dôme plutôt que sur les pentes et maintien de l'humidité).

On constate qu'au contact avec les sols à allophane, les faciès présentés par les sols brun-rouille à halloysite sont moins argileux, c'est-à-dire de type Hsb. Plus on s'éloigne des sols à allophane, plus les sols deviennent argileux (faciès Hsa),

probablement plus altérés et influencés par le contact avec les ferrisols.

- UNITE 3 : Reliefs sur coulées de basalte et hyaloclastites, à ferrisol

Le domaine des ferrisols se situe entre 60 et 20 m d'altitude, essentiellement sur des formations anciennes de la chaîne du Vauclin-Pitault ( $\rho\beta m2a$  et  $Hm2a$ ): le contraste lithologique est net, accentué par la présence de failles.

Le faciès dominant cette unité de relief est  $Gc$ , on constate également la présence d'un type plus rouge et plus gonflant :  $Id$ .

- UNITE 4 : Reliefs sur conglomérats, à ferrisol et sol alluvionnaire

Cette unité repose sur divers matériaux de la phase majeure du Vauclin-Pitault et sur les conglomérats du Carbet.

Les unités de sol présentent un gradient d'hydromorphie : du Nord au Sud, on évolue d'un contexte de pseudogley ( $Abw$ ) à celui d'un gley ( $Ag$ ) puis à un stade gonflant ( $Aagg$ ).

Par ailleurs, l'influence de la tectonique est bien marquée dans ce domaine. En effet, la plaine alluviale de la Longvilliers s'inscrit entre deux failles, dès lors il s'agirait d'une plaine d'effondrement tout comme celle du Lamentin.

Cette séquence peut se simplifier au schéma de la figure 1 :

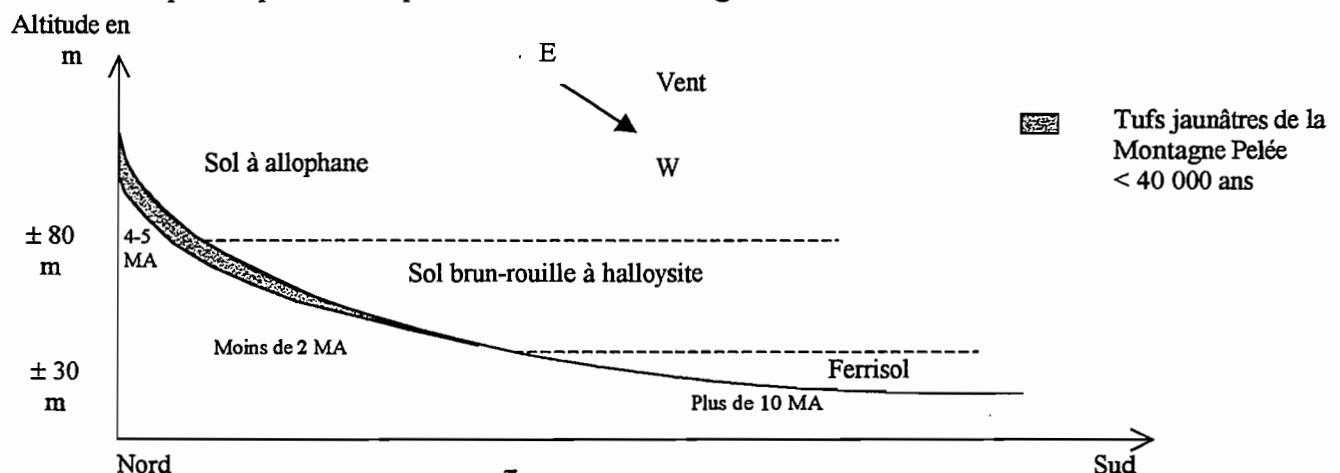


Figure 1 : Schéma de synthèse de la séquence longitudinale

On peut être surpris par le fait que les sols brun-rouille à halloysite reposent sur un substrat de lithologie plus récente que celui des sols à allophane (les sols les plus jeunes). En fait, il faut garder à l'esprit que les tufs jaunâtres de la Montagne Pelée ne sont pas cartographiés bien qu'ils soient présents dans le centre de l'île. C'est sur ce

type de matériau que se développent les sols brun-rouille à halloysite et les sols à allophane.

La topographie, le climat et la chronologie sont des facteurs d'altération importants mais il ne faut pas négliger l'influence de la modalité des dépôts de cendres. En effet, l'apport éolien est assorti d'un triage granulométrique en fonction de la distance par rapport au cône d'émission : les matériaux les plus fins sont déposés à des distances plus grandes. Sur ces matériaux, l'altération est plus rapide ce qui constitue également une explication du fait que des sols différents peuvent être observés sur des dépôts d'âges identiques.

## 2. Séquence 2 : (document IX – figure L)

Il s'agit d'une coupe transversale de direction Ouest - Est, pour laquelle nous délimitons également quatre unités de relief selon les mêmes critères que pour la première séquence.

Cette coupe permet l'apport de quelques informations supplémentaires :

- Les ferrisols occupent les positions concaves
- La dernière unité se distingue des autres au niveau de la lithologie et de la pédologie : le substrat est plus ancien, aussi les ferrisols et les sols brun ou rouge à montmorillonite dominant.

L'approche séquentielle nous permet de mettre en évidence les domaines des différents types de sol :

- le domaine des sols à allophane : sur les sommets et les pentes en altitude.
- le domaine des sols brun-rouille à halloysite : intermédiaire entre les sols à allophane et les ferrisols.
- le domaine des ferrisols : en position basse et concave.

Par ailleurs, l'observation des séquences indique, du Nord au Sud, un déploiement de sols allant d'un pôle très humide et peu argileux à un pôle sec et très argileux. Cette gradation se marque aussi bien entre les ensembles de sols (T-H-G-I) abordés dans l'approche spatiale, mais également à l'intérieur des unités de relief.

### C. Approche ponctuelle

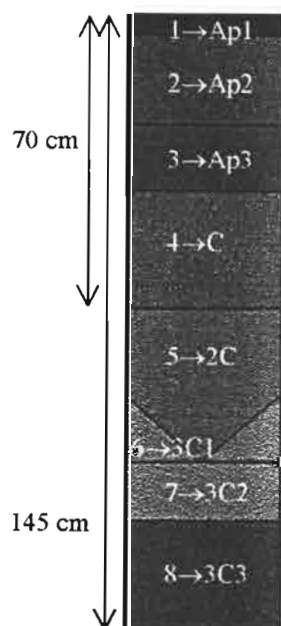
La description des profils des cinq principaux types de sols annoncés par les toposéquences est présentée ci-dessous ainsi que la caractérisation au laboratoire.

Les horizons des différents profils sont désignés par des sigles établis essentiellement à partir des critères de texture, de charge en élément grossiers, de couleur et de taches. Il faut noter que, parfois, les propositions peuvent être multiples et la solution apportée ici ne constitue qu'une possibilité parmi d'autres.

En ce qui concerne les résultats d'analyse, nous les traitons en faisant référence aux sols tropicaux, aux échelles de fertilité établies par différents auteurs (Annexe 3), ainsi qu'aux critères de fertilité définis par Colmet-Daage 1977 lors de la réalisation du zonage cultural des régions bananières de Guadeloupe. Nos observations font également allusion à la culture de la banane puisque les profils 9,12,15, et 16 sont actuellement voués à la culture de celle-ci tandis que le profil 1, actuellement en jachère était cultivé en banane il y a cinq ans.

Nous ne traitons pas des teneurs en phosphore, très faibles pour l'ensemble des profils. Il est difficile d'atteindre un bon niveau de richesse dans les sols antillais qui ont un pouvoir fixateur très élevé vis à vis du phosphore. D'après Cheignard 1985, il existe un ordre de fixation croissant dans le sens andosol > sol brun-rouille à halloysite > ferrisol. Cette déficience peut donc s'expliquer tout d'abord par la présence d'une quantité d'amorphe importante dans tous les profils : les allophanes ayant un extrême pouvoir fixateur vis à vis des phosphates. Cette propriété découle de leur morphologie, ce sont notamment les allophanes les plus alumineux qui présentent l'affinité la plus élevée vis-à-vis des ions phosphates. Enfin, pour les sols acides, la minéralisation de la matière organique est moins efficace et le phosphore, biodisponible sous forme minérale, demeure complexé par la matière organique.

Les teneurs en sodium ne nécessitent pas de réflexion particulière, il n'y a pas de risque de salinisation.



1. Ensemble T : Sols relativement peu évolués, sols à allophane sur tufs fins (cendres fines) avec généralement de la gibbsite : Faciès Ta-Hsc (Document X )

#### a. Description

Le profil (figure 2) est situé dans la commune de Gros-Morne, au lieu-dit La Poulette, sur un relief isolé. Le substrat est basaltique ( $\rho\beta m2a$ ), de plus on observe un affleurement de tuf dans la parcelle sous-jacente. L'occupation actuelle est une friche qui succède à une culture bananière (5 ans).

**Figure 2 : Profil 1 –Sol à allophane**

Le profil est de couleur brun foncé en surface puis tend vers un éclaircissement en profondeur. Le sol, au toucher, a une apparence limoneuse, très onctueuse. La structure est bonne sur les cinquante premiers centimètres puis devient peu nette.

La consistance du sol est compacte dans l'ensemble et devient très compacte à la base du profil.

Avec la profondeur, la charge en éléments grossiers augmente : il s'agit des débris de l'altération du tuf. On observe également des alternances d'horizons plus ou moins riches en fine ou en éléments grossiers. Un sondage a été réalisé à la base du profil, nous avons alors atteint une argile très lourde et rubéfiée : il s'agit probablement de l'altération de la coulée basaltique sous-jacente.

Les trois premiers horizons sont enrichis en matière organique et se caractérisent par une homogénéité du taux d'argile ainsi que par l'absence d'éléments grossiers. Ils se différencient cependant par des nuances de couleur et de consistance.

Ensuite, les horizons suivants constituent les roches-mères pédologiques : le préfixe se base sur la charge en éléments grossiers tandis que le suffixe rend compte des différences pour le taux d'argile ainsi que pour les couleurs.

### b. Caractérisation au laboratoire (Tableau 1)

Tableau 1 : Analyse de caractérisation du profil 1

Profil 1: Sol à allophane sur tufs fins			Fraction minérale				Acidité				Fraction organique				Bases échangeables et CEC									
Référence	Profondeur du profil	Humidité résiduelle	Eléments grossiers	Granulométrie			FAO	pH		Acidité d'échange	Al 3+ cobalt-héxamine	C total	Taux de MO estimé (coeff:1,72)	N total	C/N	Na ech	K ech	Mg ech	Ca ech	S	CEC	V	m	P
				A	L	S		H2O	KCl															
NG P1,1	0-5	23,1	3,0	39,6	34,1	26,3	LA	6,2	5,2	0,5	0,1	14,9	25,7	1,17	12,7	0,29	2,67	10,08	11,86	24,90	30,5	81,6	0,4	8,9
NG P1,2	5-25	10,9	0,8	27,4	22,9	49,6	LAS	5,5	4,2	0,6	0,2	3,5	6,0	0,35	10,1	0,09	2,04	2,85	3,74	8,72	17,0	51,4	2,2	4,3
NG P1,3	25-50	22,5	0,0	32,9	17,6	49,5	LAS	6,0	4,4	1,0	0,5	2,7	4,6	0,25	10,8	0,03	1,75	2,17	2,39	6,34	12,0	52,9	7,7	NA
NG P1,4	50-70	27,4	50,2	10,7	18,8	70,5	LS	5,8	5,3	0,3	0,1	1,2	2,0	0,12	9,9	0,07	0,84	1,77	3,31	5,99	14,3	41,8	0,8	NA
NG P1,5	70-97,5	40,1	0,0	8,3	21,4	70,2	LS	6,3	5,6	0,2	0,3	1,0	1,7	0,10	9,8	0,10	0,64	1,49	3,31	5,54	15,8	35,0	4,3	NA
NG P1,6	97,5-105	37,1	68,0	6,7	20,3	73,0	LS	6,2	5,5	0,4	0,3	0,8	1,3	0,06	12,3	0,04	0,49	1,85	1,23	3,61	10,9	33,2	7,2	NA
NG P1,7	105-122,5	20,2	76,6	13,2	29,7	57,1	LS	6,1	5,5	0,2	0,2	0,7	1,2	0,04	16,8	0,04	0,43	1,69	0,81	2,97	10,0	29,8	5,4	NA
NG P1,8	122,5-145	31,2	69,3	11,1	23,2	65,6	LS	6,3	5,6	0,3	0,2	0,8	1,3	0,06	13,1	0,01	0,67	2,32	3,34	6,34	13,7	46,1	3,1	NA
NG P1,9	145-225	18,3	3,1	65,7	23,7	10,7	AL	6,3	5,1	0,5	0,2	-	-	-	-	0,39	0,02	1,11	3,78	5,30	9,0	59,1	3,8	NA
NG P1,10	225-265	21,0	2,1	71,3	19,4	9,3	AL	6,3	5,4	0,0	0,0	-	-	-	-	0,37	0,02	2,25	3,89	6,53	10,0	65,5	0,5	NA

#### ▪ Paramètres géopédologiques :

Ces sols présentent les plus faibles taux d'argile : ils varient de 40 à moins de 10%.

L'analyse granulométrique de ce profil révèle une certaine hétérogénéité des textures ( Document XI – figure M) à l'exception des cinquante premiers centimètres qui semblent former un ensemble assez homogène au niveau de la charge en éléments grossiers, du taux d'argile et de la classe texturale. En effet, à plus de cinquante centimètres de profondeur et bien que la texture soit toujours de type limon - sableux, nous observons une alternance d'horizons riches en éléments grossiers (4,6,7 et 8) et d'un horizon ne présentant aucune trace d'éléments grossiers (5).

La pierrosité des horizons 4,6,7 et 8 étant de même nature, il s'agit de tufs, nous pouvons penser qu'ils proviennent de retombées de cendres émises par deux paroxysmes différents mais il peut également s'agir d'un effet de colluvionnement suite à l'érosion des parcelles supérieures plantées en bananes : on sait qu'en bananeraie l'érosion le long de l'interligne pose problème.

▪ *Caractéristiques minéralogiques : ( document XX – figure R )*

Le diffractogramme de l'échantillon P1.3 est caractéristique des sols à allophane puisqu'il est dominé par la bosse des amorphes (ces substances non cristallisées entraînent une diffusion des rayons X et non une diffraction).

Nous distinguons cependant quelques pics de faible intensité. En conditions normales, le diffractogramme présente essentiellement des pics à 14 ; à 10 ; à 7 ; à 4,8 et à 4,08 nm.

Les pics peu nets de 14 nm pourraient provenir de la présence de minéraux argileux du type smectite. D'après Delvaux (1988), on peut mettre en évidence dans les sols à allophane, une phase mineure constituée de phyllosilicates 2/1 : il s'agit principalement de montmorillonite.

Girod (1978), définit les roches des arcs insulaires comme appartenant à la série calco-alcaline dont les basaltes seraient constitués de ferromagnésiens typiques du clinopyroxène et de l'olivine (la montmorillonite en serait un dérivé).

A 110°C, par le traitement à l'éthylène-glycol, et par un traitement poussé à la chaleur, nous observons les mêmes effets pour le pic à 10 nm qui s'écrase vers les petits angles et indique ainsi la présence d'halloysite.

Pour le pic à 7 nm, seul le chauffage à 550°C provoque une disparition du pic et traduit la présence de kaolinite. Cependant, comme il est assez large vers les petits angles, nous supposons également la présence de méthalloysite (existant naturellement à l'état frais avec l'halloysite) étant donné que les échantillons ont été séchés en étuve avant expédition de Martinique. Sa présence risque d'être plus prononcée étant donné que les échantillons sont séchés à l'étuve.

Le pic à 4,85 nm correspond à la présence de gibbsite, déjà reconnue dans les sols à allophane par Colmet-Daage et Lagache en 1965. Ils notent également, de même que Chevignard dans des études plus récentes (1985), la présence de cristobalite caractérisée par un pic à 4,06 nm. On peut également supposer la présence de tridymite (4,08 nm) ce qui est d'ailleurs confirmé par Girod (1978) puisque tridymite et cristobalite sont habituellement présentes en petites quantités dans les roches de la série calco-alcaline des arcs insulaires. Les pics de sortie étant assez proches, on peut difficilement trancher quant à la présence de l'un et/ou de l'autre.

▪ *Paramètres écologiques :*

Le pH du profil cultural s'inscrit entre 5,8 et 6,2 ; le sol étudié appartient donc d'après Boyer (1982) à la classe des sols acides. Ces valeurs n'apparaissent pas comme puisque les valeurs de pH optimales se situe entre 5,5 et 6,5 pour la culture bananière.

Nous remarquons également une discontinuité très nette pour les valeurs de  $\Delta\text{pH}$  ( $\text{pH eau} - \text{pH KCl}$ ) caractérisant l'effet d'échange. Pour les cinquante premiers centimètres, le  $\Delta\text{pH}$  est supérieur à une unité tandis que pour les horizons sous-jacents, nous observons des valeurs voisines de 0,6. Ces variations semblent corrélées à la teneur en matière organique, à la charge en éléments grossiers et au taux de saturation en bases.

D'après Boyer 1982, la toxicité aluminique n'est pas envisageable dans ce sol étant donné que l'indice de Kamprath (rapport  $\text{Al}/(\text{Al} + \text{S})$ ) est inférieur à 10 sur l'ensemble du profil.

▪ *Paramètres agropédologiques :*

Le profil présente, sur une épaisseur de 145 cm, des teneurs en matière organique supérieures à 1,2%. Les horizons de surface ayant naturellement les teneurs les plus élevées (au-delà de 4,5% sur les cinquante premiers centimètres). Vu les teneurs toujours élevées en profondeur, nous pouvons émettre les hypothèses d'un colluvionnement ou de présence d'horizons de surface enfouis.

Une autre explication est l'adsorption de produits humifiés très importante par suite de la présence d'allophane (mélange de silice, d'alumine et d'eau avec des cations métalliques en faible proportion). En effet d'après Chamayou et Legros 1989, les hydroxydes d'aluminium (constituants des allophanes) et les hydroxydes de fer sont les matériaux les plus adsorbants pour les composés humiques.

Le rapport C/N est sensiblement constant et proche de 12, valeur indiquant une minéralisation normale : il y a donc fourniture d'azote en bonne quantité.

▪ *Paramètre synthétique : la CEC*

La capacité d'échange cationique effective de ce profil, de l'ordre de 13 me/100g est relativement élevée compte tenu du taux de sable présent dans le sol. D'après Decarreau *et al.* 1990, les allophanes possèdent une CEC et une CEA (capacité d'échange anionique) élevée du fait de leur petite taille et de leur grande surface spécifique offrant de nombreux sites d'échange. De plus la présence de colloïdes organiques intimement associés aux colloïdes minéraux (même en profondeur) participe ainsi à augmenter la CEC, de même que les taux de matière organique et d'argile. De plus, les résultats ramenés à 100% d'argile différencient nettement la nature du matériau.

▪ *Paramètres nutritionnels :*

D'une manière générale, le profil montre que les horizons de surface sont bien saturés (selon les normes considérées par Riquier, in ministère de la coopération, 1980).

Le potassium échangeable est élevé dans les cinquante premiers centimètres avant de décroître en profondeur.

De plus, Colmet-Daage et Lagache 1965, définissent un seuil de carence à 0,15 me/100g de magnésium échangeable pour le bananier sur sol ferrallitique et sur andosol des Antilles. Le profil décrit présente donc des teneurs nettement supérieures puisqu'elles ne descendent pas sous la barre des 1 me/100g garantissant au sol un niveau de fertilité élevé.

D'après Boyer 1982, le bananier est une culture qui requiert au moins 3 me/100 g de calcium échangeable, ce chiffre est confirmé par Colmet-Daage 1977. Le profil est dès lors caractérisé par une teneur en calcium acceptable voire élevée pour le premier horizon .

On ne peut pas considérer uniquement les teneurs individuelles de chaque élément sans faire cas des proportions respectives vis à vis des autres cations.

En effet, d'après Boyer 1982, les racines possèdent une certaine sélectivité au niveau des poils absorbants et tolèrent, entre certaines limites, une variabilité dans les concentrations relatives du magnésium et du potassium. Le rapport Mg/K devrait être, pour nos sols, compris entre 2 et 3,7. Dans notre profil, nous observons un déséquilibre ionique entre ces deux éléments puisque pour le premier horizon, le rapport est trop fort et à partir de cinq centimètres, il devient trop faible.

Il existe également un antagonisme calcium - magnésium du complexe absorbant du sol, la présence de l'un diminuant l'absorption de l'autre par les racines. Boyer 1982, préconise un rapport Ca/Mg compris entre 1,5 et 5 pour la culture de la banane : ce rapport n'est respecté que pour certains horizons (4 et 5) et traduit un léger manque en calcium comparativement au magnésium.

Les premiers horizons se différencient nettement des suivants suite à l'influence de la fertilisation. Ainsi le complexe d'échange, essentiellement occupé par les ions calcium et magnésium, présente de faibles teneurs en potassium à plus de cinquante centimètres de profondeur, par opposition aux teneurs en potassium de la surface. La faible affinité des sols à allophane pour le potassium est en relation, d'après Delvaux 1988, avec l'adsorption sélective des ions calcium par la matière organique et par les allophanes. La fertilisation en potassium doit donc être bien raisonnée pour éviter les problèmes de lixiviation . En effet, suite à un apport important, l'augmentation de la concentration en potassium dans la solution du sol modifiera peu la saturation potassique des sites d'échange : à court terme, l'ion K sera absorbé par la plante alors qu'à moyen et à long terme, l'élément sera préférentiellement lixivié. Une nutrition potassique adéquate de la plante nécessite donc un fractionnement des apports,

particulièrement en saison des pluies. Cette pratique est hautement nécessaire sinon la plante sera carencée étant donné les besoins élevés du bananier en potassium.

Les sols peuvent également être protégés contre des pertes excessives par le développement de charges négatives à la surface des fractions colloïdales. Van Wambeke 1995, recommande pour les andosols de relever le pH par chaulage, ce qui permet par la même occasion d'améliorer la teneur en calcium par rapport à la teneur en magnésium ; il faut cependant éviter d'obtenir un pH défavorable à la culture bananière.

▪ *Conclusion :*

Au niveau pédogénétique, on constate une discontinuité nette entre les horizons au niveau de la charge en éléments grossiers : signe probable de matériaux déposés à des moments différents.

Au point de vue agronomique, les teneurs en bases échangeables ne semblent pas équilibrées : un apport régulier de potassium est nécessaire pour assurer un bon niveau nutritionnel à la plante, de plus il serait bénéfique d'améliorer l'équilibre entre les ions Mg et Ca. Les teneurs en magnésium, influencées par la nature des matériaux, sont très élevées.

2. Ensemble H : sols brun-rouille à halloysite : Faciès Hsa  
(Document XII)

a. Description

Le profil (figure 3) est situé dans la commune de Saint-Joseph, au lieu-dit La Lézarde dans la station expérimentale du CIRAD, au niveau de la parcelle « Ponterre ». La fosse se situe en haut de versant sur une pente de 5 % où le substrat est de type conglomératique (<sup>2-5</sup> C). La parcelle est cultivée en banane depuis 1996 : on recense 3 290 pieds plantés sur une surface de 1,19 ha selon un maillage rectangle 2,2mX2,5m.

Les horizons cultivés sont de couleur brun - foncé et de texture argileuse. La charge en éléments grossiers est identique pour les quatre horizons et la structure d'ensemble est bonne. Nous pouvons différencier quatre horizons cultivés grâce aux critères de couleur, de texture et de pH.

A partir de soixante centimètres, la structure est massive et le sol plus compact. Entre 60 et 75 cm, nous observons un horizon appauvri en argile E et de couleur brun-rouille (7,5YR5/6). La transition vers un horizon B ( de texture et/ou de couleur) est graduelle, et c'est vers 87 cm que le taux d'argile est le plus élevé.

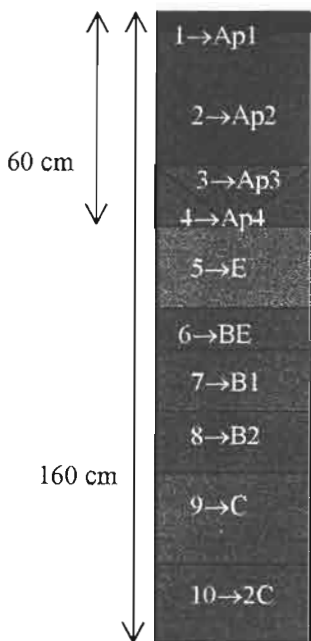


Figure 3 : Profil 16 – Sol brun-rouille à halloysite

Nous pouvons différencier également deux horizons (B1 et B2) par la couleur, le pH et la charge en éléments grossier.

En profondeur, nous identifions deux roches-mères pédologiques : un premier horizon, au-delà de 115 cm se caractérise par des taches et des recouvrements de fer-manganèse brunâtres résultant peut être d'une hydromorphie de pente due à une circulation d'eau oblique dans les niveaux plus grossiers. Le second (137 cm) se différencie par sa couleur, par une consistance à nouveau très compacte et par la présence de taches qui d'après Colmet-Daage et Lagache 1965 ainsi que d'après Chevernard 1985 il s'agirait de projections grossières, altérées, qui donneraient au sol une couleur plus rouille en profondeur.

b. Caractérisation au laboratoire (Tableau 2)

**Tableau 2: Analyse de caractérisation du profil**

Profil 16: sol brun-rouille à halloysite			Fraction minérale				Acidité				Fraction organique				Bases échangeables et CEC										
Référence	Profondeur du profil	Humidité résiduelle	Eléments grossiers				pH		Acidité d'échange		Al 3+ cobalti-hexamine	C total	Taux de MO estimé (coeff:1,72)	N total	C/N	Na ech	K ech	Mg ech	Ca ech	S	CEC	V	m	P	
			A	L	S	FAO	H2O	KCl	me/100g																%
	cm	%	% pondéral																						mg/100g
NG P16, compo	0-25	1,9	-	-	-	-	4,8	4,3	0,5	0,2	1,7	2,8	0,20	9,8	0,27	0,88	1,90	4,71	7,76	11,1	70,1	2	4,3		
NG P16,1	0-5	11,8	1,9	44,7	29,6	25,7	A	7,1	6,7	0,9	0,0	4,9	8,4	0,40	11,0	0,18	3,70	6,08	15,96	25,92	25,9	100,0	0	2,4	
NG P16,2	6-28,5	11,0	1,4	54,9	25,8	19,3	A	4,9	3,9	1,2	0,2	1,4	2,5	0,10	9,9	0,29	0,09	1,77	3,74	5,89	10,8	54,6	3	NA	
NG P16,3	28,5-52	11,6	1,2	65,4	18,3	16,3	ALO	5,0	3,9	1,3	0,2	1,4	2,4	0,10	10,0	0,33	0,04	1,35	3,44	5,16	11,2	45,9	4	NA	
NG P16,5	59-73	14,1	3,7	35,2	33,1	31,7	LA	5,6	4,4	0,7	0,1	0,7	1,2	0,10	9,6	0,54	0,02	1,41	4,21	6,17	10,5	58,8	1	NA	
NG P16,7	87,5-106	5,2	3,5	54,5	20,6	24,9	A	6,1	5,5	0,2	0,0	-	-	-	-	0,41	0,01	1,42	5,4	7,23	12,3	58,9	0	NA	
NG P16,8	106-114,5	5,1	7,3	52,0	20,9	27,0	A	6,4	5,7	0,5	0,0	-	-	-	-	0,36	0,01	1,53	5,5	7,39	12,1	60,9	0	NA	
NG P16,9	114,5-136,5	6,5	9,0	45,7	29,2	25,1	A	6,0	5,7	0,6	0,0	-	-	-	-	0,33	0	1,61	5,6	7,55	11,4	65,5	0	NA	
NG P16,10	136,5-160	2,8	1,1	71,7	17,4	11,0	ALO	5,9	4,9	0,5	0,0	-	-	-	-	0,41	0,14	1,51	5,86	7,91	13,1	60,2	0	NA	

▪ *Paramètres géopédologiques : (Document XIII – figure N)*

Le profil est assez homogène quant à sa texture ; cependant l'horizon 3 est un peu plus argileux. Cet ensemble d'horizons tronqués, subit l'influence des lentilles argileuses identifiées en tant qu'horizon 4 ; il semble être le résultat du travail du sol : le passage des dents de la sous-soleuse laissant en place des lentilles de matière moins travaillée.

En profondeur, la teneur en argile est plus importante (supérieure à 70 %) avec une CEC rapportée à 100 % d'argile de 18 me/100g, laissant supposer la présence d'argiles de type kaolinite, illite et halloysite.

▪ *Caractéristiques minéralogiques (document XXI – figures U, V, W et X)*

En surface (0-6 cm): nous observons toujours l'influence des amorphes mais elle est plus faible que pour le sol à allophane (les pics dans les grands angles sont plus nets). En conditions normales, nous constatons un ensemble de pics étalés, peu nets vers 14 nm et assez larges à 10, un pic à 7 et les pics à 4,06 et à 3,57 nm déjà rencontrés dans le premier profil mais présentant des intensités plus fortes.

A 110°C, les pics à 10 et à 14 s'écrasent nettement, celui à 7 nm ne bouge pas. Nous pouvons suggérer la présence d'halloysite voire même d'un interstratifié halloysite-smectite, reconnue d'après les études de Delvaux 1988.

Par le traitement à l'éthylène glycol, le pic à 7 nm ne bouge toujours pas tandis qu'il disparaît après chauffage à 550°C : cela prouve la présence de kaolinite, confirmée par le pic à 3,58 nm. Nous pensons également qu'il y a présence de métahalloysite car le pic à 10 nm est large et que d'après Colmet-Daage et Lagache 1965, les sols brun-rouille à halloysite sont souvent caractérisés par un mélange d'halloysite-métahalloysite.

Si les échantillons n'ont pas été séchés au préalable, et si on garde des conditions de forte humidité pendant toutes les opérations nécessaires à la séparation des argiles, nous identifions en général l'halloysite hydratée (10 nm). Dans le cas contraire, c'est l'halloysite déshydratée (7 nm) qui est observée. La distinction par diffraction X entre l'halloysite déshydratée et la kaolinite peut dès lors prêter à confusion. Dans le but de distinguer ces deux minéraux, nous avons eu recours à l'utilisation du complexe à la formamide. Le principe de la différenciation repose, selon Theng et al. 1984, sur le fait que la formamide est rapidement et quantitativement intercalée dans les halloysites de composition, de cristallisation et de forme différentes tandis que la kaolinite l'intercale très lentement et de manière incomplète (l'halloysite déshydratée traitée à la formamide sera donc diffractée à 10nm, tandis que la kaolinite sortira à 7nm).

Le traitement à la formamide en conditions normales prouve son efficacité à travers cet échantillon puisque le pic à 7 nm bouge à 10 nm : la présence d'halloysite hydratée est confirmée. Cependant, un pic reste à 10 nm avec une intensité plus faible, il serait dû à la présence de kaolinite. Par contre, le traitement à la formamide sur une lame préalablement chauffée à 110°C n'est pas concluant : la diffraction a lieu à 7 nm au lieu de 10 nm. On peut penser qu'à 110°C, la dessiccation de cette halloysite semble irréversible.

Afin d'affiner l'identification et la caractérisation, il semblerait intéressant de pousser la recherche par un examen systématique des échantillons au microscope électronique. Par conséquent, nous aurions des indications quant à la forme des particules ce qui permettrait de faire des prédictions au niveau des comportements physique, hydrique et mécanique du sol.

Pour l'échantillon de moyenne profondeur (16.3) le diffractogramme présente les mêmes caractéristiques à l'exception de la présence d'halloysite et où les pics sont plus nets et mieux individualisés.

En profondeur (16.7 et 16.10), le diffractogramme diffère au sujet de l'intensité plus faible du pic à 10 nm, par ailleurs peu net. Il semble que ce soit de l'illite puisqu'il n'est affecté par aucun des traitements, les horizons ne paraissent contenir que quelques traces d'halloysite et ils présentent un enrichissement en kaolinite.

Par ailleurs, nous remarquons qu'on a de l'halloysite dans les horizons 1 et 7 caractérisés par un taux d'argile de moins de 55% ; tandis que les horizons 3 et 10 dans

lesquels nous ne retrouvons pas d'halloysite sont caractérisés par des pourcentages d'argile supérieurs à 65. Millot 1964, suggère que la kaolinite est un minéral caractéristique des altérations où les solutions percolent et s'épurent. Aussi, dans les horizons les plus riches en argile, l'eau percole plus difficilement et il y a une légère rétention d'eau au niveau des horizons sus-jacents (plus pauvres en argile), là où l'on retrouve l'halloysite (minéral hydraté).

▪ *Paramètres écologiques :*

Le premier horizon se distingue nettement de tous les autres, il subit la bonne influence du chaulage réalisé à la volée à la fin du mois de février (soit une dizaine de jours avant l'observation du profil). En ce qui concerne les autres horizons, le pH est rarement inférieur à 5,5.

Nous nous situons dans la gamme des sols acides, selon Boyer 1982, convenant à la plupart des plantes cultivées. Ces sols conviennent ainsi pour la culture de la banane qui tolère des pH de l'ordre de 4 à 7.

La toxicité aluminique n'est pas à craindre pour ces sols puisque l'indice de Kamrath est inférieur à 5 sur l'ensemble du profil.

▪ *Paramètres agropédologiques*

Le profil présente des teneurs en matière organique assez élevée (> à 2%) jusqu'à 50cm de profondeur ; ce qui d'après Boyer 1982, ne traduit pas de limitations agricoles. L'appréciation de la teneur en matière organique ne permet pas toujours par elle-même la définition du potentiel chimique d'un sol, il faut en plus tenir compte de la facilité avec laquelle cette matière organique peut se minéraliser : ce qui est indiqué par le rapport C/N variant autour de 10, il témoigne d'une bonne minéralisation. De plus les taux en azote des différents horizons sont, selon les normes considérées par Godefroy et Dormoy 1989, bons sur les cinq premiers centimètres puis deviennent assez faibles. On peut penser que les allophanes, encore présents mais en quantité moindre que dans le premier profil, ne permettent plus une adsorption aussi importante de composés humiques. En outre, la différence entre les taux de matière organique de ces deux profils provient du fait que la parcelle est cultivée en banane tandis que le sol à allophane est occupé par une prairie, caractérisée par un système racinaire plus dense.

Comme le bananier est une plante exigeante en azote, on pourrait envisager un apport de matière organique.

▪ *Paramètre synthétique : la CEC*

L'évolution de la CEC confirme les observations réalisées à partir des diffractogrammes. La CEC varie de 10,5 à 25,9 me/100g avec une CEC ramenée à 100

% d'argile qui avoisine les 20 me/100g ; ce qui traduit, d'après Chamayou et Legros 1989, la présence d'halloysite ou d'illite ( leurs CEC étant voisines).

En profondeur, on constate un changement dans la nature de l'argile puisque le dernier horizon tout en étant plus riche en argile (70%) possède une des plus faible CEC ramenée à 100 % d'argile (18 me/100g) ; confirmant par là la présence de kaolinite.

▪ *Paramètres nutritionnels :*

Hormis pour le premier horizon subissant l'effet du chaulage ( V = 100 %), le taux de saturation en bases (proche de 60 %) est homogène dans l'ensemble du profil : les bases sont donc facilement échangeables et disponibles pour la plante.

La teneur en potassium échangeable est très faible hormis dans les cinq premiers centimètres : la fertilisation est donc nécessaire pour le maintien d'un niveau correct en l'élément K.

La teneur en magnésium est supérieure à 1,5 me/100g dans l'ensemble du profil cultural avec un maximum de 6 me/100g pour l'horizon de surface. Le sol correspond à un bon niveau de fertilité magnésienne, cependant des teneurs supérieures à 3 me/100g semblent, d'après Colmet-Daage 1977, trop élevées et peuvent entraîner des déséquilibres ioniques.

Dans ce sol, la teneur en calcium est acceptable et le rapport Ca / Mg (supérieur à 2) est optimal pour la culture de la banane.

Le rapport Mg / K est également important puisque nous remarquons qu'un apport d'engrais potassique sur un sol faiblement pourvu en magnésium provoque une adsorption exagérée du potassium qui nuit à l'équilibre physiologique de la plante. Un phénomène similaire mais inverse se produit dans le cas de sols riches en magnésium mais déficient en potassium. Des limites ont été établies pour le bananier des Antilles où le rapport Mg / K doit être compris entre 2 et 3,7 me/100g avec 1me/100g de magnésium. On se rend compte pour ce profil, que seul le premier horizon est correct : à partir de cinq centimètres, il y a déséquilibre de la balance entre ces deux cations. Dans ce cas, il s'agira d'augmenter la teneur en potassium par un apport raisonné afin de répondre aux besoins des bananiers et de rétablir l'équilibre ionique vis à vis du magnésium.

▪ *Conclusion :*

Le profil est fortement marqué par l'anthropisation et sur le plan agronomique, nous remarquons que dans les sols brun-rouille à halloysite, la garniture cationique est dominée par le calcium et par le magnésium. Nous constatons qu'il était grand temps de fertiliser la parcelle afin de maintenir des teneurs acceptables en potassium et des valeurs de pH adéquates dans le sol.

3. Ensemble G : Ferrisols compacts, sols à dominance de kaolinite ou d'halloysite et goethite. : Faciès Gc  
(Document XIV)

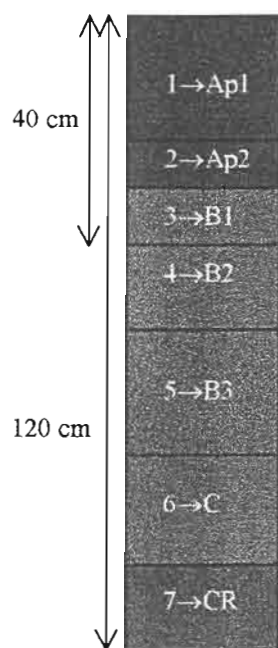


Figure 4 : Profil 12 - Ferrisol compact

a. Description

Ce profil (figure 4) est situé dans la station expérimentale du CIRAD au niveau de la parcelle « Grand-Bois ». Le substrat est basaltique ( $\rho\beta m2a$ ) et la fosse se localise sur un versant dont la pente égale 9%. La parcelle est occupée par une bananeraie plantée en 1997 : elle occupe une surface de 2,87 ha et l'on y dénombre près de 5 200 pieds.

L'horizon A travaillé et labouré est donc assez remanié. Sa coloration est brun foncé à brun rougeâtre, avec une bonne structure. La texture est argileuse et nous distinguons de nombreuses racines fines. Nous pouvons différencier deux horizons : l'Ap2 présentant une structure moins nette et de 20 à 50% de taches colorées par la matière organique.

A partir de 30 cm, nous remarquons un ensemble identifié par une argile plus lourde et par une couleur uniforme brun-jaunâtre (B de texture et/ou de couleur). Sa structure est massive et sa compacité plus élevée. Trois horizons s'y distinguent suivant les critères de distribution racinaire (encore nombreuses dans le B1 et manquent par la suite), ainsi que par la présence de taches d'altération rouge ou jaune diffuses, rappelant les horizons sous-jacents.

L'horizon C se caractérise par une abondance de taches d'altération (de 20 à 50%), par une couleur plus rubéfiée ainsi que par un taux d'argile élevé (65%). Nous atteignons ensuite un horizon très caillouteux et très compact (CR) empêchant une prospection plus profonde.

b. Caractérisation au laboratoire (Tableau 3)

Tableau 3 : Analyse de caractérisation du profil 12

Profil 12: Ferrisol compact			Fraction minérale				Acidité				Fraction organique				Bases échangeables et CEC										
Référence	Profondeur du profil	Humidité résiduelle	Eléments grossiers	Granulométrie			Texture		pH		Acidité d'échange	Al 3+ cobalti-hexamine	C total	Taux de MO estimé (coeff: 1,72)	N total	C/N	Na ech	K ech	Mg ech	Ca ech	S	CEC	V	m	P
				A	L	S	FAO	H2O	KCl	me/100g															
NG P12,1	0-15	7,5	2,9	52,4	20,1	27,4	A	5,8	4,8	0,3	0,1	1,8	3,1	0,15	11,9	0,09	0,99	2,53	5,08	8,69	12,5	69,4	1,5	5,1	
NG P12,2	15-30,5	9,6	15,1	57,9	20,6	21,5	A	5,1	4,2	*	0,2	0,9	1,6	0,09	10,8	0,11	0,46	2,38	4,46	7,41	10,3	72,1	2,1	-	
NG P12,4	37,5-55	7,1	0,0	61,3	19,0	19,7	ALO	5,5	4,6	0,5	0,0	0,6	1,1	0,06	11,0	0,36	0,04	2,93	6,57	9,90	14,6	67,9	0,2	NA	
NG P12,6	87,5-110	8,2	0,0	65,4	21,2	13,4	ALO	5,8	5,2	*	0,1	0,4	0,6	0,04	8,1	0,35	0,01	4,71	7,16	12,23	15,2	80,4	0,9	NA	
NG P12,7	110-120	8,1	82,2	52,7	20,0	27,3	A	-	-	NA	0,1	0,4	0,6	0,03	13,9	0,46	0,01	4,31	5,67	10,45	13,5	77,3	1,0	NA	

▪ *Paramètres géopédologiques (Document XV – figure O) :*

Le taux d'argile augmente graduellement dans le profil : de 50% (A) dans les quinze premiers centimètres, elle monte à 65% (ALO) à 110 cm puis on atteint une discontinuité marquée par l'argile et par une forte charge en éléments grossiers. On peut donc supposer que l'argile s'est formée sur place par altération de la charge en éléments grossiers en profondeur.

▪ *Caractéristiques minéralogiques : (Document XX – figures S et T)*

Le diffractogramme de l'horizon de surface présente, en conditions normales, un ensemble de pics à 14 nm correspondant à de la montmorillonite mal cristallisée ; un pic à 10 nm très large ; un pic à 7,28 nm ; à 4,08 nm très intense et à 3,58 nm et à 3,35 nm.

En chauffant à 110°C, le pic à 10 nm s'écrase, tout comme celui à 14 nm : on pourrait être en présence d'interstratifié halloysite – smectite à l'état de traces.

Le pic à 7,28 nm ne s'écrase que suite au traitement par chauffage à 550°C, traduisant la présence de kaolinite associée avec de la métahalloysite pour l'horizon de surface.

Nous retrouvons également de la cristobalite et/ou de la tridymite ainsi que du quartz.

En profondeur, nous observons uniquement les pics caractéristiques de la kaolinite, de la cristobalite ou de la tridymite, les traces d'halloysite ont disparues. Comme pour le sol brun-rouille à halloysite, nous constatons l'absence d'halloysite marquée par une richesse plus importante en argile (ici dans l'horizon 12.6).

▪ *Paramètres écologiques*

Sur l'ensemble du profil, le pH est assez homogène (voisin de 5,5) ; dans ces conditions les limitations pour la culture du bananier ainsi que pour la plupart des autres plantes sont faibles.

La teneur en aluminium échangeable est insignifiante, elle est toujours inférieure à 0,2 me/100g et l'indice de Kamprath nettement inférieur à 5 traduit des limitations nulles pour toutes les cultures, y compris les plus sensibles.

▪ *Paramètres agropédologiques :*

La teneur en matière organique est supérieure à 1,5% dans l'horizon cultivé, pour un rapport C/N voisin de 11. A nouveau, la minéralisation de la matière organique ne pose pas de problèmes et les teneurs en azote sont acceptables. Le sol ne nécessite pas vraiment l'application d'engrais organique mais un entretien peut s'avérer intéressant. Un bon compromis est trouvé en laissant les fanes des feuilles de bananes dans les

interlignes : cela permet un recyclage de la matière organique puisqu'elles seront enfouies au moment du labour de plus cela constitue un moyen peu coûteux de lutte contre l'érosion.

▪ *Paramètre synthétique : la CEC*

La CEC est de l'ordre de 10 à 15 me/100g, ce qui fait en moyenne, calculé pour 100g d'argile : 20 à 30 me/100g. Il est à noter que la CEC augmente en profondeur ce qui compte tenu de la baisse des teneurs en matière organique indique une meilleure qualité de l'argile.

▪ *Paramètres nutritionnels :*

Pour les trente premiers centimètres, les teneurs en potassium sont acceptables (> à 0,4 me/100g). La fertilisation est donc nécessaire afin de maintenir un niveau satisfaisant pour la nutrition de la plante.

Les teneurs en magnésium sont trop élevées d'après les critères de Colmet-Daage 1977 : les sols sont très riches en cet élément puisque nous observons plus de 2 me/100g de magnésium en surface.

Les teneurs en calcium du ferrisol varient de 4 à 7 me/100g, elles indiquent un niveau de fertilité assez faible, d'après les normes définies par Colmet-Daage 1977, tout en étant supérieures aux deux profils déjà abordés.

En ce qui concerne les rapports entre cations, seul le premier horizon montre un bon équilibre magnésium-potassium. A partir de quinze centimètres de profondeur, le rapport devient bien supérieur à la norme (3,7 me/100g) et dépasse le seuil supérieur de tolérance. Le magnésium risque d'être absorbé en excès et de devenir toxique pour la plante. Par contre le rapport Ca / Mg est correct puisqu'il est supérieur à 1,5 me/100g (sauf à partir de 110 cm) et toujours inférieur à 5.

▪ *Conclusion*

Par comparaison aux sols à allophane et aux sols brun-rouille à halloysite, nous pouvons conclure que l'évolution est plus poussée : il y a plus d'argile, un peu moins de limons, et une grande partie du magnésium et du calcium est sous forme échangeable.

4. Ensemble I : sols rouges ou bruns montmorillonitiques : Faciès Id  
(Document XVI)

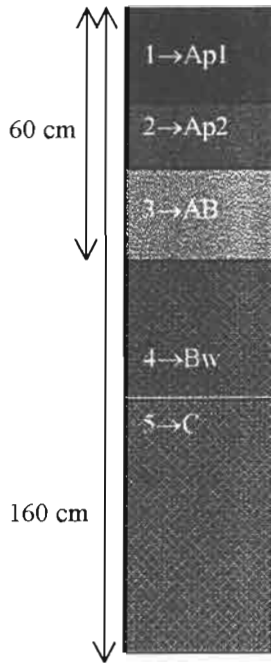


Figure 5 : Profil 15 – Sol rouge ou brun à montmorillonite

a. Description

Le profil (figure 5) est localisé au niveau de la commune du Lamentin au lieu-dit Bois-Rouge. La fosse se situe en milieu de versant de pente 10%, sur une lithologie à base de hyaloclastites (Hm2a). La parcelle est occupée par de la banane.

L'horizon A, de 0 à 25 cm est de couleur brun foncé et de texture argilo-limoneuse. La structure est polyédrique et nous observons des fentes de retrait bien marquées. De 25 à 40cm, on définit un horizon plus riche en argile issue de l'altération de la roche mère pédologique. La structure est peu nette, et les taches sont déjà bien présentes, on le considère comme un Ap2 étant donné qu'il est anthropisé par le travail du sol.

On rencontre ensuite, un horizon de transition (AB) de faible épaisseur et qui présente une teinte claire avec des veines grisâtres.

En ce qui concerne l'horizon Bw, nous avons choisi de schématiser les couleurs formées par les taches d'altération qui masquent la couleur du profil (identique à AB). Nous pouvons différencier deux horizons de par la teneur en éléments grossiers. Les deux horizons sont dominés par les veines d'altération à la fois rubéfiée et grisâtre.

L'horizon C constitue, à proprement parler, l'altérite puisqu'il s'agit uniquement de fractions de roche dure altérée.

b. Caractérisation au laboratoire (Tableau 4)

Tableau 4: Analyse de caractérisation du profil 15

Profil 15: Sols rouges ou bruns montmorillonitiques			Fraction minérale			Acidité			Fraction organique			Bases échangeables et CEC												
Référence	Profondeur du profil	Humidité résiduelle	Eléments grossiers	Granulométrie			pH			Acidité d'échange	Al 3+ cobalti-héxamine	C total	Taux de MO estimé (coeff:1,72)	N total	C/N	Na ech	K ech	Mg ech	Ca ech	S	CEC	V	m	P
				A	L	S	FAO	H2O	KCl															
	cm	%	% pondéral	%						me/100g												%	mg/100g	
NG P15,1	0-25	8,8	3,8	37,7	26,7	35,6	LA	5,5	4,4	0,3	0,2	2,4	4,1	0,19	12,3	0,22	0,50	8,87	11,10	20,69	24,3	85,2	1,0	2,4
NG P15,2	25-40	6,3	0,0	58,5	21,9	19,6	A	5,8	4,2	0,5	0,2	0,9	1,5	0,09	9,7	0,62	0,15	11,16	12,77	24,70	28,0	88,1	0,8	-
NG P15,4	60-90	4,9	35,6	62,6	21,1	16,4	ALO	NA	NA	NA	0,1	NA	NA	NA	NA	1,06	0,14	13,54	10,00	24,74	28,5	86,9	0,5	NA

▪ Paramètres géopédologiques :

L'augmentation du taux d'argile est progressif le long du profil : la texture passe de argilo-limoneuse à argileuse puis à une argile lourde sus-jacente à l'altérite (Document XVII – figure P). Nous sommes en présence d'une argile formée sur place par altération de la roche mère.

L'horizon 4 étant très riche en éléments grossiers, nous ne disposons pas suffisamment de terre fine pour faire toutes les analyses.

▪ *Caractéristiques minéralogiques : ( Document XXII – figure Y )*

Le diffractogramme présente une allure nettement différente de ceux rencontrés jusqu'alors; il est nettement influencé par la présence de minéraux argileux de type 2/1 et notamment de la montmorillonite (le pic à 14 nm en conditions normales passe à 17 nm par traitement au glycol et à 8,8 nm en chauffant).

Le pic à 10 nm ne bouge pas pour aucun des traitements, suggérant la présence d'illite dans ces sols.

Le pic à 7 nm bouge après un chauffage à 550°C, nous concluons à la présence de kaolinite (confirmée par le pic à 3,57 nm).

Sont également présents des minéraux tels que la cristobalite et/ou la tridymite ainsi que la goethite en quantité importantes.

▪ *Paramètres écologiques :*

Le pH est sensiblement le même pour les deux horizons analysés : nous sommes dans la classe des sols acides, d'après Boyer 1982. La valeur est optimale pour la culture bananière.

Par ailleurs, le sol ne présente pas de risque de toxicité aluminique étant donné que l'indice de Kamprath est inférieur à 2.

▪ *Paramètres agropédologiques :*

Le taux de matière organique est élevée dans l'ensemble du profil et toujours supérieure à 1,5% et le taux d'azote est acceptable.

▪ *Paramètre synthétique : la CEC*

Nous remarquons que la capacité d'échange cationique augmente en profondeur, parallèlement à l'augmentation du pH et du taux d'argile ; par ailleurs, la CEC ramenée à 100% d'argile diminue. Nous nous interrogeons sur la présence, en profondeur, d'une argile d'une autre nature, plus altérée (kaolinite).

▪ *Paramètre nutritionnel :*

La somme des bases échangeables est supérieure à 20 me/100g et est nettement influencée par le magnésium. Le sol présente un taux de saturation élevé, supérieur à celui observé dans les autres fosses (V est supérieur à 85%). Les teneurs en sodium sont

très supérieures à celles observées dans les autres sols, mais cet élément reste tout de même secondaire.

Le potassium est présent en trop faibles quantités vu les exigences élevées de la culture. Il semblerait que le potassium pénètre à l'intérieur des feuillets 2/1 de la montmorillonite et ne soit plus aussi aisément échangeable. En tout cas, il semble nécessaire d'augmenter les apports afin de répondre aux besoins de la plante et de lui assurer un bon équilibre nutritionnel.

Le magnésium est abondant dans ce sol et augmente en profondeur : ceci traduit la présence de montmorillonite puisque selon Chamayou et Legros 1989, cette argile caractérise les milieux relativement riches en bases (surtout Mg).

En ce qui concerne le calcium, les teneurs sont proches de 11 me/100g garantissant, d'après Colmet-Daage 1977, un bon niveau de fertilité.

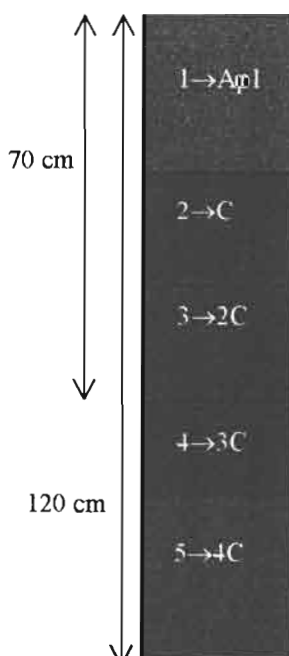
Cependant le rapport Mg / K est trop élevé et dépasse le seuil supérieur de tolérance établi pour les bananiers des Antilles (Boyer, 1982). Cela confirme la nécessité d'apporter du potassium dans le sol.

La teneur élevée du magnésium échangeable entraîne également un déséquilibre entre les ions Ca et Mg puisque le rapport Ca / Mg est trop faible ( $< 1,5$ ).

▪ *Conclusion :*

D'un point de vue pédogénétique, nous constatons que ce sol s'est développé sur place et provient de l'altération de la roche mère.

Au niveau agronomique, la richesse en magnésium des horizons pose un sérieux problème de déséquilibre ionique. Par conséquent il semble essentiel de réaliser des apports en calcium et surtout en potassium. Nous pouvons penser que l'origine du magnésium vient de la composition de la roche mère puisque ces teneurs augmentent en profondeur, c'est à dire au contact avec l'altérite.



5. Ensemble A : Alluvions continentales : Faciès Ad  
(Document XVIII )

a. Description

Ce profil (figure 6) est situé dans la commune du Lamentin, au lieu – dit Soudon. Nous sommes au sud de l'habitation Soudon, là où la parcelle est cultivée en banane. Le profil est ouvert sur une surface subhorizontale de pente inférieure à 5% et se caractérise par le sigle Fz désignant les alluvions récentes.

Les sols alluvionnaires sont des sols très jeunes, les différenciations entre horizons ne sont pas très marquées. La

**Figure 6 : Profil  
9 – Alluvions  
continentales**

couleur, l'état d'humidité et la structure sont donc homogènes sur l'ensemble du profil.

On distingue cependant un horizon travaillé et de couleur homogène sur 35 cm : c'est l'horizon cultivé et labouré Ap.

Puis la roche mère pédologique apparaît. Entre 35 et 50 cm, la texture, la distribution des pores et des racines est identique à celle de l'horizon de surface; mais nous distinguons cependant une nuance de couleur justifiant cette appellation.

Puis, en profondeur, les horizons se différencient plutôt par la texture et par la compacité de moins en moins importante.

### b. Caractérisation au laboratoire (Tableau 5)

**Tableau 5 : Analyse de caractérisation du profil 9**

Profil 9: Alluvions continentales			Fraction minérale				Acidité				Fraction organique				Bases échangeables et CEC									
Référence	Profondeur du profil	Humidité résiduelle	Eléments grossiers	Granulométrie			Texture	pH		Acidité d'échange	Al 3+ cobalt-héxamine	C total	Taux de MO estimé (coeff: 1,72)	N total	C/N	Na ech	K ech	Mg ech	Ca ech	S	CEC	V	m	P
				A	L	S		FAO	H2O															
NG P9,1	0-35	10,4	0,0	45,0	36,4	18,6	A	5,0	3,8	3,0	2,1	1,6	2,8	0,15	11,3	0,08	2,88	2,83	4,43	8,80	15,1	64,7	17,6	4,0
NG P9,2	35-52	9,8	0,0	49,3	25,6	25,1	A	5,6	4,4	0,2	0,1	1,5	2,8	0,12	12,1	0,03	1,60	3,30	8,51	14,44	17,2	84,0	0,8	-
NG P9,3	52-70	5,8	0,0	30,6	21,8	47,5	LAS	6,1	4,8	0,2	0,1	1,5	2,8	0,11	13,8	0,07	1,01	3,10	8,78	13,96	16,8	83,1	0,4	NA
NG P9,4	70-85	6,4	0,0	46,3	24,6	29,1	A	6,2	4,8	0,2	0,0	1,2	2,1	0,10	11,8	0,09	0,55	2,57	7,74	10,95	14,2	77,3	0,4	NA
NG P9,5	85-120	4,1	1,3	12,1	11,2	78,7	LS	6,5	4,7	0,3	0,1	-	-	-	-	0,27	0,12	1,94	5,88	8,19	8,6	95,6	0,7	NA

#### ▪ Paramètres géopédologiques : (Document XIX – figure Q)

Le profil présente des discontinuités sur le plan textural. Deux horizons (50 à 70 cm et 80 à 120 cm) se différencient : le premier par une texture équilibrée et par une teneur en sable plus élevée pour le second. Les sols alluvionnaires sont formés de différents apports influencés par le régime hydrique ce qui explique cette variabilité verticale au sein des textures.

#### ▪ Caractéristiques minéralogiques : (Document XXII – figures Z et AB)

Le diffractogramme de l'horizon de surface montre une importante influence des amorphes.

Le pic à 10 nm correspondrait à des traces d'illite puisqu'il ne bouge pas malgré les traitements. Le pic à 7 nm s'écrase vers les petits angles en chauffant à 550°C, il s'agirait d'un mélange de kaolinite (confirmée par le pic à 3,57 nm) et de métahalloysite. On constate également la présence de cristobalite ou de tridymite.

D'après l'examen des diffractogrammes, ce sol semble correspondre à un intermédiaire entre les sols à allophane et les sols brun ou rouge montmorillonitiques.

En surface, le diffractogramme se caractérise par un pic de kaolinite net et intense ; en profondeur, les pics caractéristiques de minéraux du type 2/1 ou interstratifié (pics diffus vers 14 nm) sont nettement plus prononcés.

#### ▪ Paramètres écologiques :

Le pH augmente avec la profondeur et correspond aux conditions optimales pour la culture du bananier.

Pour le premier horizon, l'indice de Kamprath s'élève à 17 traduisant une limitation culturale moyenne : la culture d'espèces sensibles n'est donc pas envisageable.

▪ *Paramètres agropédologiques*

Ce sol est caractérisé par un taux élevé de matière organique jusqu'à 85 cm, par un taux d'azote total acceptable ainsi que par un bon rapport C/N ( $C/N = 12$ ). La minéralisation semble être légèrement ralentie entre 50 et 70 cm favorisant les processus d'accumulation ( $C/N > 13$ ).

▪ *Paramètre synthétique : la CEC*

La CEC effective est de l'ordre de 15 me/100g pour l'ensemble du profil, hormis le dernier horizon. L'étude des CEC et des CEC ramenées à 100% d'argile met en évidence une argile plus pauvre au niveau de l'horizon 4 comparativement à l'horizon 3. On confirme donc la présence de kaolinite en profondeur.

▪ *Paramètres nutritionnels :*

Le sol est fortement saturé et riche en bases (70-80%).

Les teneurs en potassium ne sont pas limitantes pour la culture du bananier.

Pour le magnésium, les teneurs sont également importantes et suffisent pour la banane puisqu'elles sont supérieures à 2 me/100g jusqu'à 80 cm.

Les teneurs en calcium du profil oscillent autour de 7 me/100g ; ce qui est suffisant pour l'agriculture.

Les teneurs des éléments considérés individuellement ne présentent pas de limitations vis à vis de la culture bananière mais il faut prêter attention aux équilibres ioniques.

▪ *Conclusion*

Ce sol est propre aux dépôts alluvionnaires puisqu'il est peu différencié. Néanmoins, nous distinguons quatre dépôts différents.

Au point de vue agronomique, le problème majeur de ce sol est qu'il n'est pas équilibré.

## 2 : Synthèse et conclusion

Nous avons adopté, pour le cadrage de la zone, une démarche allant du général au particulier : elle permet de comprendre les paramètres topographique, climatique et géologique de distribution des formations superficielles et d'évolution des sols (approche spatiale), de visualiser les relations pédo-paysagères des différents faciès (approche séquentielle) avant de considérer les propriétés physiques, chimiques et physico-chimiques des sols (approche ponctuelle).

Nous avons pu observer à travers ces trois types d'approches à quel point les facteurs topographique, climatique et chronologique influencent la constitution des sols selon la séquence minéralogique allophane → halloysite → kaolinite.

- Le relief joue un rôle important sur le drainage interne et externe, pouvant induire un passage plus ou moins rapide des retombées cendreuse à l'halloysite.
- Par ailleurs, nous confirmons les travaux de Delvaux 1988, indiquant que le climat en altitude permet la stabilisation de l'allophane ainsi que les associations allophane - matière organique. Il intervient également au niveau de la formation plus ou moins rapide de gibbsite.
- A chaque stade d'évolution sont liés des caractères spécifiques en terme de propriétés physiques, chimiques et physico-chimiques des sols. Dans les zones Centre et Centre - Est de l'île, à climat tropical humide, les sols dérivent essentiellement de tufs et se répartissent, d'après Delvaux *et al.* 1990 selon une séquence andosol → sol brun andique (intermédiaire) → sol brun rouille à halloysite. Sur des matériaux plus anciens, les sols sont plus argileux et plus compacts et présentent des caractéristiques ferrallitiques et fersiallitiques : il s'agit des ferrisols et des sols bruns ou rouges à montmorillonite.

On remarque que la différenciation entre les unités de sol insiste essentiellement sur les facteurs climatique et chronologique, toutefois, la prise en compte du substrat devrait intervenir davantage, suite à l'influence de la roche mère sur l'altération et la libération d'éléments.

Nos observations nous ont également conduit à considérer les relations existantes entre les ensembles de sol.

Nous pouvons penser que les sols ne se juxtaposent pas comme le laisse supposer la carte mais qu'ils se superposent. En effet, il est fréquent d'observer à la faveur des talus et des coupes naturelles, la présence de ferrisol sous-jacent aux sols brun-rouille à

halloysite ; les sols à allophane semblent venir saupoudrer ces derniers. Nous ne pouvons plus avoir une « vision à plat » de ces sols, il est important de prendre en compte la troisième dimension et de comprendre qu'ils s'organisent en volume.

Il est difficile de caractériser les alluvions et les colluvions puisqu'elles dépendent du type de sol dont elles proviennent. Guillemot *et al.* 1973, confirment notre étude qui a permis de mettre en évidence que les alluvions de la Lézarde et de ses affluents dérivent des allophanes des Pitons du Carbet (notamment au niveau de lieu-dit Soudon) même si leur texture est très variable : de limon argileux à sable limoneux.

On constate que ce type de contexte pédologique, très contrasté, une connaissance approfondie des sols est essentielle pour l'aménagement et la mise en culture.

**TROISIEME PARTIE :**

**DIAGNOSTIC MORPHOPEDOLOGIQUE ET EVALUATION  
DES TERRES A GRANDE ECHELLE**

D'après Colmet-Daage, 1969 ; Colmet-Daage, 1977 ; Delvaux, 1988 ; Duchaufour, 1997 ; Godefroy et Dormoy, 1989 ; Guillemot *et al.*, 1973 ; Mémento agronome, 1980 ; Morel 1996 ; Ségalen, 1994 ; Tezenas du Montcel, 1985..

### *1. Cadrage environnemental de la station expérimentale du CIRAD et système d'information géographique*

#### **A. La situation générale**

Le CIRAD-FLHOR est propriétaire - gestionnaire du domaine de Rivière Lézarde depuis juillet 1975. Situé sur la commune de Saint-Joseph, il est d'une superficie totale de 115 ha environ, ce qui correspond à une surface agricole utile estimée à 75 ha.

La station expérimentale est limitée par des frontières naturelles qui sont à l'Est : la Rivière Lézarde et à l'Ouest : la Rivière Quiembon.

Pour caractériser le climat, nous nous référons à la deuxième partie de l'étude (Approche spatiale – Situation générale p 17) où la station météorologique de référence, pour le diagramme ombrothermique (Document V), est celle de Rivière Lézarde.

Les activités du CIRAD au niveau de la bananeraie concernent l'amélioration de la compétitivité et de la qualité de la production dans le contexte actuel de forte concurrence. Au niveau des fruits et des légumes, l'objectif est de diversifier les cultures afin d'alimenter le marché local. Enfin en ce qui concerne les fleurs, le but de l'organisme est d'introduire et d'évaluer de nouvelles espèces pour le marché local et l'exportation.

#### **B. Le contexte topographique et géologique**

L'approche est envisagée par l'établissement d'un modèle numérique de terrain sur lequel nous superposons l'information géologique ainsi que par la création d'une carte des pentes.

Le modèle numérique de terrain (Document XXIII – figure AC) est réalisé par digitalisation des isohypses. Le tracé des courbes de niveaux sur une petite surface et au 1/25 000<sup>e</sup> est parfois peu visible, aussi une digitalisation directe de toutes les courbes n'est pas possible. La numérisation sur table et par le logiciel Ilwis a donc été réalisée à partir de la carte topographique au 1/25 000 agrandie au 1/5 000. La carte géologique a également été digitalisée sur table (elle est présentée en annexe 4).

Le traitement des données est réalisé par les logiciels ARC INFO / ARC VIEW afin de donner un code et une couleur à chaque polygone caractéristique de la formation lithologique.

C'est à partir du modèle numérique de terrain et à l'aide du logiciel Ilwis que nous avons construit une carte des pentes (Document XXIV – figure AD). Le traitement de l'information est également réalisé par les logiciels ARC INFO / ARC VIEW. Les classes de pente ont été choisies de manière à suivre celles de Colmet-Daage 1969, mais en étant plus nuancées.

Le modèle numérique de terrain présenté par le document XXIII montre la superposition de la couverture topographique, en perspective, et de la couverture géologique ; cela permet une visualisation intéressante des deux informations. Il semble que les formations volcaniques anciennes (Hm2a, pβm2a et 1Cα) recouvrent toute la superficie du domaine puisqu'on retrouve ces formations par le jeu de l'érosion au Sud-Ouest ainsi qu'au Nord-Est. Elles sont recouvertes par des formations plus récentes (<sup>2-5</sup>C et <sup>9</sup>C) qui occupent la majorité de la zone. Ce sont les conglomérats du Morne Jacob qui sont en position dominante, or logiquement les formations les plus récentes devraient affleurer : nous pensons donc que celles-ci ont déjà été érodées. Les endroits où les formations les plus anciennes apparaissent sont supposés être les plus sensibles à l'érosion : en effet, au Sud-Ouest et au Nord-Est l'érosion est importante suite à la présence de deux rivières : la Rivière Quiembon et la Rivière Lézarde.

La légende de la carte des pentes, présentée par le document XIV - figure AD reprend, pour les différentes limitations agricoles les indications de Colmet-Daage, 1969, dans le cas de la Martinique. Les couleurs sont également choisies pour suivre la logique de la carte des sols de Colmet-Daage : la teinte est d'autant plus foncée que la pente est faible.

En observant la carte des pentes, nous remarquons qu'environ 85% de la superficie du domaine se situe sur des pentes comprises entre 5 et 40% et que 10% de la surface n'offre pas de difficultés liées à la mécanisation. La mise en valeur n'est déconseillée que pour 2% de la superficie totale : l'occupation y est essentiellement forestière et d'un couvert très dense ce qui permet de limiter les pertes en terre. Les surfaces les plus planes se localisent au Nord-Est du domaine par l'influence de la plaine alluviale de la Rivière Lézarde, par la présence de la Rivière Quiembon au Sud-Ouest ainsi qu'au niveau de l'interfluve, au Nord-Ouest sur la ligne de crête du domaine.

### C. Le contexte pédologique

La situation pédologique de la station de Rivière Lézarde est présentée par le document XXV - figure AE et se caractérise par deux grands ensemble de sols : sol brun-rouille à halloysite et ferrisol ainsi que par les sols de transition entre ces deux ensembles. Les alluvions et colluvions sont également présentes aux abords de la Rivière Lézarde mais sont très minoritaires.

Le document présentant la carte des sols numérisés (le logiciel Ilwis) des planchettes n°12 (Région des hauteurs de Fort de France) et n°13 (Région de Morne Pitault Nord) de la carte des sols de l'ORSTOM datant de 1969 et au 1/20 000°. Le traitement des données est réalisé par les logiciels ARC INFO/ ARC VIEW.

Cette représentation est réalisée dans le but de donner un plan des différents types de sols présents au niveau du parcellaire afin d'en tenir compte pour la gestion de l'exploitation : nous pouvons connaître la part de la surface occupée par chaque type de

sol. Ainsi, le faciès Hsa est majoritaire en occupant un peu moins de 60% de la surface totale de l'exploitation et se concentre essentiellement à l'Est. Le faciès Gc ne représente que 6% des sols et est essentiellement observé à l'Ouest de la station. Les sols de transition G-Hsa sont présents sur les pentes et représentent environ 30% de la surface totale, ce qui n'est pas étonnant vu la situation de la zone en contexte typique de transition sol brun-rouille à halloysite et ferrisol.

Les sols sont abordés par deux morphoséquences réalisées à pied et faisant l'objet de sondages ponctuels.

De plus, nous avons croisé les deux informations suivantes : les sols et les pentes de l'exploitation. Le but est de voir si les classes établies par Colmet-Daage au départ de photos aériennes sont vérifiées par le modèle numérique de terrain où si elles sont trop simplifiées.

A la vue du document XXVI - figure AF nous pouvons être surpris par le fait que les alluvions se trouvent sur des pentes de 0 à 100%. Cela peut s'expliquer par le fait que le cartographe s'est attaché à décrire les sols de la terrasse tandis que les logiciels permettant la réalisation du MNT et de la carte des pentes considèrent davantage les courbes de niveaux et donc les talus. En général, les classes établies par Colmet-Daage 1969, respectent les observations obtenues par le MNT.

Nous nous interrogeons sur le fait que l'établissement d'un modèle numérique de terrain, sur base d'une carte topographique dont les courbes de niveau sont équidistantes de 10m, soit suffisamment rigoureux pour mettre en évidence les nuances du microrelief ( en vert et en bleu turquoise sur les documents ).

#### **D. Le système d'exploitation**

Pendant de nombreuses années, la bananeraie de Rivière Lézarde a été conduite de façon extensive sans politique d'investissement : le tonnage exporté était variable, compris entre 600 et 800 t pour l'exploitation. En 1994, le CIRAD-FLHOR a pris la décision de mettre en place un plan cohérent de restructuration et de gestion du domaine en investissant, en s'encadrant d'une équipe compétente et en reprenant en main le personnel : le tonnage exporté a alors augmenté pour se maintenir vers les 2000t pour l'ensemble du domaine.

Le document XXVII – figure AG présente l'occupation du sol de la station CIRAD en février 1999. Le plan est réalisé sur base de la carte topographique 4 502 MT Le Lamentin (au 1/25 000 ; IGN-1996), du schéma d'exploitation du domaine ainsi que par des contrôles sur le terrain.

La superficie agricole utile du domaine (75 ha) est majoritairement vouée à la culture de la banane : 61, 5 ha constituent la partie proprement dite de l'exploitation bananière dont 1 ha est actuellement occupé par des expérimentations non productives, 9,5 ha sont en jachère et 51 ha sont plantés en variété Grande Naine.

Le reste de la SAU est réservée à une activité stricte de recherche (réserve génétique de banane, collection d'ananas, d'agrumes et de fruitiers divers, pépinière fruitière).

Ce plan est un élément précieux pour la gestion du domaine ; il est accompagné d'un tableau (Document XXVIII) reprenant à la fois les informations obtenues par le traitement informatique des données (occupation, superficie de la parcelle) ainsi que celles communiquées par la station expérimentale (état du parcellaire au 5/10/1998).

Le lien évident existant entre les sols et les pentes permet de définir des classes d'aptitude qui viennent compléter à bon escient le tableau de l'état du parcellaire.

Pour chaque parcelle, nous étudions les proportions relatives entre les différentes classes de pente et les proportions relatives entre les différents types de sol afin de déterminer une classe d'aptitude basée sur les critères suivants (d'après Colmet-Daage, 1969):

- Pente de 0 à 2% : il y a peu de risques au niveau de l'érosion → *Aptitude très élevée*
- Pente de 2 à 5% : des phénomènes de solifluxion (glissement en masse) peuvent avoir lieu → *Aptitude élevée*
- Pente de 5 à 10% : contrainte pour la mécanisation → *Aptitude moyenne*
- Pente de 10 à 20% : limitation pour le machinisme agricole → *Aptitude faible*
- Pente de 20 à 40% : limitation pour l'exploitation agricole, érosion importante → *Aptitude très faible*
- Pente supérieure à 40% : mise en valeur déconseillée → *Inaptitude*

Nous exposons ici le schéma de travail pour quelques-unes des parcelles du CIRAD. La carte d'aptitude devrait être complétée par d'autres critères (notamment d'ordre trophique et hydrique) et l'aboutissement de cette réflexion pourrait conduire à l'établissement d'une carte de vocation. Ainsi le parcellaire agricole superposé avec la carte de vocation des terres fournirait des données intéressantes notamment dans le cadre de la gestion du parcellaire, de l'aménagement et de la diversification des cultures.

#### Parcelle Pomme 1 : (document XXIX - figure AH)

Cette parcelle a été choisie comme exemple car elle représente un contexte particulier de pente douce (inférieure à 5% d'après Colmet-Daage, 1969) à sol brun-rouille à halloysite ; de plus, elle constitue le point de départ de la séquence transversale.

**Tableau 6 : Surface des classes de pente par type de sol – parcelle Pomme**

Classes de pente	Surface en %
Hsa ;pente 2-5%	6,1
Hsa ; pente 5-10%	62,8
Hsa ; pente 10-20%	29,2
Hsa ; pente 20-40%	0,7
Hsa ; pente 60-100%	1,2
G-Hsa ; pente 5-10%	100

La parcelle est caractérisée par deux types de sol : Hsa couvrant 88,1% de la surface de la parcelle et G-Hsa (11,9%).

Les sols brun-rouille à halloysite de la parcelle se situent essentiellement sur des pentes relativement faibles : environ 80% sur des pentes variant de 5 à 20% (tableau 6).

Les sols de transition ferrisol et sol brun-rouille à halloysite ne se retrouvent que sur des pentes de 5 à 10%.

La parcelle est majoritairement constituée de terres à aptitudes moyennes.

#### Parcelle Bois d'Inde 11 : ( document XXIX - figure AI)

Cette parcelle est choisie par analogie avec la précédente : il s'agit du point de départ de la séquence longitudinale et elle s'étend sur des pentes de 5 à 20% d'après la légende de la carte des sols. De plus, elle constitue un domaine particulier entre sol brun-rouille à halloysite et sols de transition G-Hsa là où la pente s'accroît.

**Tableau 7 : Surface des classes de pente par type de sol –Parcelle Bois d'Inde**

Classes de pente	Surface en %
Hsa ;pente 2-5%	4,7
Hsa ; pente 5-10%	54,8
Hsa ; pente 10-20%	32,7
Hsa ; pente 20-40%	7,9
G-Hsa ; pente 5-10%	6,7
G-Hsa ; pente 10-20%	8,4
G-Hsa ; pente 20-40%	81,8
G-Hsa ; pente 60-100%	3,0

Les sols brun-rouille à halloysite couvrent 40,7% de la superficie de la parcelle, contre 59,3% pour les sols de transition G-Hsa (tableau 7) et se rencontrent principalement sur des pentes de l'ordre de 5 à 20% (pour plus de 85%) : les terres présentent donc une aptitude moyenne à faible.

Les sols de transition se situent plutôt sur pente assez forte (plus de 80% sur pente de 20 à 40%) et semblent suggérer une aptitude très faible.

Parcelle Derrière morne-2 16 : ( document XXIX - figure AJ)

Le choix de cette parcelle en tant qu'exemple pour l'établissement des classes d'aptitude se justifie par un contexte de transition ferrisol-sol brun-rouille à halloysite, sur très fortes pentes

**Tableau 8 : Surface des classes de pente par type de sol – Parcelle Derrière morne 2**

Classes de pente	Surface en %
Hsa ;pente 20-40%	100
G-Hsa ; pente 10-20%	5,6
G-Hsa ; pente 20-40%	85,7
G-Hsa ; pente 60-100%	8,7

Sur cette parcelle, nous négligeons la présence de sols brun-rouille à halloysite qui ne représentent que 0,1% de la surface. Les sols de transition G-Hsa (99,9%) se situent essentiellement sur des fortes pentes traduisant une aptitude très faible des sols (tableau 8).

Parcelle Laurencine-1,2,3,4 32 : (document XXIX - figure AK)

Cette parcelle est choisie sur base de la topographie : les pentes sont assez fortes et le microrelief très accidenté : il s'agit d'un site dominé par la présence de sols brun-rouille à halloysite.

**Tableau 9 : Surface des classes de pente par type de sol – Parcelle Laurencine**

Classes de pente	Surface en %
Hsa ;pente 2-5%	5,1
Hsa ; pente 5-10%	41,9
Hsa ; pente 10-20%	24,3
Hsa ; pente 20-40%	28
Hsa ; pente 40-60%	0,7

Plus de 65% des sols brun-rouille à halloysite se situent sur des pentes comprises entre 5 et 20% traduisant donc une aptitude moyenne à faible des terres (tableau 9).

## 2. Diagnostic morphopédologique

Le sondage 10 constitue le point de départ de la démarche morphopédologique, dès lors nous souhaitons changer de numérotation. Nous envisageons le parcours à pied de deux séquences en vue d'étudier les variations des paramètres physiques, chimiques et physico-chimiques au sein d'une même unité de sol mais également entre différentes unités de sol voisines.

Afin de chercher à établir une relation sol-relief, la première séquence se situe le long de la ligne de crête au nord de la station ; la deuxième séquence lui est perpendiculaire. Elles font l'objet de sondages ponctuels : en haut, dans et en bas de chaque rupture de pente. Ils sont décrits (fiches de sondage présentées en document XXXI à XXXVIII), prélevés et les échantillons sont analysés. Chaque sondage ponctuel est complété par un prélèvement composite (pour les parcelles cultivées et lorsque le prélèvement était possible) qui permet d'établir un diagnostic de fertilité pour quelques parcelles de la station.

Les séquences sont représentées au 1/4 000 ; elles ont été tracées d'après les mesures de pente réalisées sur le terrain (tout les 10m, au clinomètre).

Pour chacune d'elles, nous décrivons brièvement le sondage puis nous tenterons de comprendre les mécanismes morphopédologiques mis en jeu.

### A La séquence longitudinale

On renvoie au document XXX - figure AL présentant la séquence longitudinale, aux fiches de sondages (Document XXXI à XXXIII), au document XXXIV qui reprend les résultats d'analyse des sondages de la séquence longitudinale ainsi qu'au document XXXV reprenant les classes de texture pour l'ensemble des sondages de la séquence.

10 : Sol acide ( $5 < \text{pH} < 7$ ) de texture argileuse à argileuse lourde : le pourcentage d'argile passe de plus de 50 à plus de 70 à partir de 95 cm de profondeur. Le taux de matière organique est supérieur à 2% dans les 55 premiers centimètres et la charge caillouteuse ne devient importante qu'à la base du sondage ( $> 20\%$ ). Dans les deux premiers horizons, les teneurs en potassium et en calcium sont faibles tandis que la teneur en magnésium est élevée. La CEC est variée pour l'ensemble du sondage (de 7,5 à 13,4 me/100g) et le taux de saturation en base varie également de sorte qu'il est proche de 70-80% pour les 55 premiers centimètres puis il passe sous les 40% avant de reprendre un taux correct (78%).

A : Sol acide (pH voisin de 5) de texture argileuse en surface (55% A) à argileuse lourde dès 35 cm de profondeur (taux voisins de 70%). Le taux de matière organique est supérieure à 2% dans les 55 premiers centimètres et il y a peu d'éléments grossiers dans le profil (de 1 à 6%). La capacité d'échange cationique de ce sondage est l'une des plus importantes (proche de 13 me/100g dans l'ensemble) et le taux de saturation est

moyen (voisin de 55%). Les teneurs en magnésium sont élevées celle du calcium acceptables et les teneurs en potassium sont très faibles.

**B :** Sol acide ( $4,5 < \text{pH} < 5,5$ ) à texture argileuse à argileuse lourde : le taux d'en argile est voisin de 55% jusqu'à 50 cm de profondeur. Le taux de matière organique est supérieur à 2% pour les 45 premiers centimètres et le sondage ne contient que peu d'éléments grossiers ( $< 4\%$ ). Les teneurs en potassium et en calcium sont acceptables à très faibles tandis que le magnésium est présent en quantité élevée. Le taux de saturation en bases est fort. La CEC avoisine les 10 me/100g et le taux de saturation du sondage est proche de 60%, excepté pour le premier et le dernier horizon.

**C :** Sol très acide ( $4,5 < \text{pH} < 5,5$ ) à texture d'argileuse lourde : il y a plus de 60% d'argile jusqu'à 110 cm de profondeur. Le taux de matière organique est supérieur à 2% dans les 30 cm de surface et les horizons sondés sont pauvres en éléments grossiers ( $< 5\%$ ). Les teneurs en potassium sont d'un bon niveau pour les 30 premiers centimètres, les teneurs en calcium sont très faibles et les teneurs en magnésium sont très élevées. La CEC avoisine les 11 me/100g puis à partir de 30 cm, on passe à des valeurs de 8 me/100g.

**D :** Sol très acide ( $\text{pH} < 5$  jusqu'à 85 cm de profondeur) dont la texture est une argile lourde (plus de 60% d'argile dans tous les horizons).

Le taux de matière organique est supérieur à 2% dans les premiers horizons. Le sondage montre des discontinuités au niveau de la charge en éléments grossiers puisque seuls les horizons 1 et 3 ont environ 10% d'éléments grossiers. Les teneurs en potassium et en magnésium sont acceptables tandis que le calcium est présent en très faible quantité. La CEC est proche de 10 me/100g et le taux de saturation est fort dans l'ensemble (65-70%).

**E :** Sol très acide ( $4,5 < \text{pH} < 5,5$ ) à texture argileuse lourde (plus de 60% d'argile sur 80 cm). Les taux de matière organique sont supérieurs à 3% en surface et un seul horizon présente une teneur en éléments grossiers plus élevée de l'ordre de 10% (à 85 cm). Les teneurs en potassium et en magnésium sont élevées pour des teneurs très faibles en calcium. La CEC est proche de 10 me/100g et le taux de saturation est fort, voisin de 65-70%.

**F :** Sol très acide ( $\text{pH} < 5$  jusqu'à 50 cm de profondeur) et de texture argileuse lourde (plus de 60% d'argile jusqu'à 65 cm de profondeur). Le taux de matière organique est de plus de 2% sur les 50 cm de surface et le pourcentage d'éléments grossiers est toujours inférieur à 5. Les teneurs en potassium sont bonnes à acceptables jusqu'à 50 cm. Les teneurs en calcium sont toujours très faibles et les teneurs en magnésium élevées. La CEC est marquée par une discontinuité vers 50 cm où l'on passe de teneurs proches de 11 me/100g à des teneurs de l'ordre de 7 me/100g (suit la discontinuité au niveau du taux d'argile et de la valeur du pH).

G : Sol acide ( $5 < \text{pH} < 5,5$ ) à texture argileuse : de 65% d'argile en surface, on passe à une teneur plus faible à 50 cm de profondeur avant de dépasser les 70% d'argile à partir de 75 cm. Le taux de matière organique est supérieur à 2% jusqu'à 35 cm et il s'agit du sondage présentant les plus fortes charges en éléments grossiers dans l'ensemble du profil (plus de 10% d'éléments grossiers jusqu'à 70 cm de profondeur).

Les teneurs en potassium sont acceptables, les teneurs en calcium sont très faibles et les teneurs en magnésium sont élevées. Le sondage présente la CEC la plus faible : entre 7 et 9 me/100g, le taux de saturation est fort.

H : Ce sondage n'est pas effectué en bananeraie mais sous broussaille aussi, on remarque que le pH est légèrement acide (voisin de 6) et la texture est argileuse. Les taux de matière organique sont supérieurs à 2% jusqu'à 35 cm de profondeur et la charge caillouteuse est importante au niveau du troisième horizon. La CEC avoisine les 11 me/100g en surface puis les 14 me/100g à partir de 70 cm de profondeur.

Nous constatons que le point le plus haut (sondage 10) possède les plus faibles teneurs en argile puis en descendant le long de la séquence, les pourcentages d'argile augmentent, atteignent un maximum pour le sondage D et se maintiennent autour de 65 - 70% (à l'exception du sondage B). Le point D est situé en fin de surface tendue, avant une rupture de pente : il s'agit d'un lieu de dépôt et d'accumulation.

Par ailleurs, nous observons la présence d'un plancher d'argile plus lourde détecté de plus en plus superficiellement en progressant vers le lieu du dernier sondage : il pourrait s'agir de l'influence de l'érosion qui emporte les particules fines en surface.

En ce qui concerne les éléments grossiers, ils sont négligeables et présents en surface pour les sondages 10, A, B et C tandis qu'en D et en E, on observe des discontinuités. Ces deux sondages présentent un horizon à 9% d'éléments grossiers de 70 à 85 cm de profondeur pour le sondage D et de 85 à 95 cm de profondeur pour E. De D à E, la forme induit une perte en éléments qui se déposent en bas de rupture de pente (E) : dans ce cas, nous ne pouvons négliger la solifluxion et l'hypothèse de l'existence de plusieurs phases de dépôts plus ou moins riches en éléments grossiers. Le sondage G est le plus riche en éléments grossiers, il est dans une position concave, en bas de versant où s'accumulent tous les éléments transportés le long du versant.

## **B La séquence transversale**

Nous renvoyons au document XXXVI - figure AN présentant la séquence, aux fiches de description des sondages (documents XXXVII et XXXVIII), au document XXXIX qui reprend les résultats d'analyses des sondages de la séquence transversale ainsi qu'au document XXXX - figure AO qui reprend les classes texturales des différents échantillons de la séquence.

I: Sol acide ( $5,5 < \text{pH} < 6,5$ ) à texture argileuse : moins de 60% d'argile pour l'ensemble des horizons sondés avec le plus faible taux (43%) de 30 à 50 cm. Le pourcentage en matière organique est supérieur à 2 dans les 50 cm de surface et le sol présente peu d'éléments grossiers dans l'ensemble. Les teneurs en potassium sont très faibles ; pour le calcium, elles sont acceptables et pour le magnésium, elles sont élevées. La CEC est de l'ordre de 12 me/100g et le taux de saturation est moyen (50-60%)

J: Sol bien saturé en base (taux de saturation proche de 60%), de pH 6 et à texture argileuse à argileuse lourde avec des discontinuités texturales au sein du sondage. Le taux en matière organique est supérieur à 2% dans l'horizon de surface et il y a peu d'éléments grossiers (moins de 2%). Le potassium est présent en très faible quantité, le calcium en quantité acceptable et le magnésium est toujours présent en quantité très élevée. La CEC est proche de 11 me/100g dans l'ensemble et le taux de saturation est voisin de 60%.

K: Sol acide ( $5,5 < \text{pH} < 6$ ) à texture argileuse ou argileuse lourde : les 25 premiers centimètres sont très riches en argile (72%). Le taux de matière organique est supérieur à 2% sur les 25 cm de surface et le sondage présente une faible charge en éléments grossiers. Les teneurs en potassium et en magnésium sont bonnes à élevées tandis que celles du calcium sont acceptables. La CEC devient plus faible pour ce sondage avec des teneurs de l'ordre de 8 me/100g et les taux de saturation sont forts.

L: Sol acide ( $5,5 < \text{pH} < 6,5$ ) à texture argileuse lourde ou argileuse (environ 60% d'argile) : le sol est plus léger en surface. Le taux de matière organique est supérieur à 2% jusqu'à 55 cm de profondeur et l'on compte un peu moins de 20% d'éléments grossiers dans le premier horizon. Les teneurs en potassium sont bonnes ; pour le calcium, elles sont acceptables et pour le magnésium, elles sont élevées.

La CEC est voisine de 10 me/100g et le taux de saturation en base est fort (70-85%).

M: (G-Hsa) Sol acide (pH variant entre 5 et 6) à texture argileuse à argileuse lourde. Le taux de matière organique est supérieur à 2% en surface et il y a peu d'éléments grossiers (un maximum de 6% en profondeur). Les teneurs en potassium sont bonnes, les teneurs en calcium sont très faibles et les teneurs en magnésium sont élevées. Les CEC sont faibles de l'ordre de 6 me/100g dès la surface (signe d'une argile plus altérée que pour les sondages précédents).

N: (G-Hsa) Sol acide (pH homogène proche de 6) à texture argileuse également homogène sur l'ensemble du sondage (voisine de 50%). Les taux de matière organique sont élevés : au delà de 3% jusqu'à 95 cm de profondeur et il y a peu d'éléments grossiers. Les teneurs en potassium sont acceptables, pour le calcium elles sont bonnes et élevées pour le magnésium. La CEC est variée de 12 à 9 me/100g dans l'ensemble du

sondage : l'influence d'une argile d'une nature plus altérée est plus légère que pour le sondage M.

Les sondages L et N présentent les plus faibles teneurs en argile. Etant donné qu'ils sont situés sur de fortes pentes ( plus de 30%), nous pouvons également supposer qu'il s'agit de la manifestation de l'érosion qui emporte les particules fines en surface. Entre les sols Hsa et G-Hsa, on ne remarque pas de différences significatives hormis au niveau de la couleur qui est plus jaune en profondeur pour le sol G-Hsa : la transition entre ces deux faciès semble être graduelle et un mélange des matériaux sur les pentes n'est sûrement pas à négliger. Les sondages présentent tous de faibles pourcentage en éléments grossiers sauf l'horizon L1 : on peut y voir l'influence des blocs rocheux jonchant la surface de la parcelle à ce niveau. En ce qui concerne la CEC, on constate qu'elle diminue fortement à partir de K jusqu'à N : la nature de l'argile devient de plus en plus pauvre, ce qui n'est pas surprenant étant donné la relation avec le ferrisol sous-jacent qui apparaît en M et N.

Nous pouvons conclure qu'en position haute, la caractéristique dominante des sols est, selon Ségalen 1994, l'éluviation produite par les mouvements verticaux de l'eau et par l'érosion après mise en suspension des éléments les plus fins. Sur les pentes, une redistribution des particules en suspension a lieu.

En bas de pente, les matériaux en suspension se déposent suivant une taille décroissante : en premier lieu les éléments les plus grossiers puis les éléments de plus en plus fins.

Lorsque, comme en Martinique, l'eau de pluie tombe avec violence et avec abondance, elle ne peut être infiltrée rapidement par le sol et ruisselle. Sur une surface plane, l'effet du ruissellement est modéré mais dès qu'une pente se présente, celle-ci est affouillée : les matériaux sont arrachés, et se déposent au niveau de l'élément de versant à forme concave. Les escarpements et les pentes fortes sont le point de départ des matériaux tandis que les pentes de glacis donnent lieu à un dépôt par étalement des eaux: les matériaux les plus fins viennent recouvrir la surface et enfouir les blocs rocheux.

### 3. Evaluation de l'état de fertilité

Dans ce paragraphe, nous abordons tout d'abord les conditions rencontrées au niveau des parcelles sondées ; puis nous rappelons brièvement les besoins du bananier avant d'établir un diagnostic de fertilité et de donner quelques conseils pour l'application de la fumure. Les critères utilisés pour définir les niveaux de fertilité proviennent de Colmet-Daage 1977, et sont établis pour le bananier.

#### A. Etat de fertilité (Tableau 10)

##### a. Constat pour les paramètres chimiques

**Tableau 10 : Résultats d'analyses des échantillons composites pour le parcellaire du CIRAD (parcelles localisées sur les deux toposéquences)**

Référence	pH eau	C total %	N total %	C/N	K en me/100g	Mg en me/100g	Ca en me/100g	S en me/100g	T en me/100g	V en %	P en mg/100g
NG A compo	5,1	2,1	0,2	10,2	0,74	1,89	4,87	7,74	13,51	57,29	2,86
NG B compo	5,3	2,2	0,2	10,2	0,78	3,08	6,59	10,68	12,90	82,79	1,52
NG C compo	4,9	1,9	0,2	10,7	1,41	1,71	3,72	6,99	12,69	55,08	3,15
NG D compo	4,5	1,9	0,2	10,0	1,35	1,44	2,40	5,31	8,19	64,84	0,43
NG E compo	4,7	1,8	0,2	10,1	1,45	1,95	3,54	7,07	10,14	69,72	1,80
NG F compo	5,3	2,1	0,2	12,5	1,26	1,88	3,90	7,16	11,52	62,15	4,88
NG G compo	5,7	2,0	0,2	10,9	0,73	1,65	4,16	6,67	7,83	85,19	4,64
NG I compo (agrumes)	5,9	1,4	0,1	10,7	0,33	1,93	6,02	8,55	17,46	48,97	0,28
NG J compo	6,1	1,6	0,2	10,7	0,48	3,10	6,16	9,86	14,96	65,91	4,32
NG K compo	5,5	1,6	0,1	11,0	0,98	2,05	4,82	8,01	10,31	77,69	2,91
NG L compo	5,4	1,8	0,2	10,3	1,13	1,77	5,00	8,06	9,00	89,56	0,52
NG M compo	5,7	1,8	0,2	10,6	0,98	1,88	3,98	6,96	10,09	68,98	4,43
NG N compo	5,9	2,2	0,2	10,5	0,88	2,44	7,20	10,74	8,14	131,94	0,01

**pH, T** : Le pH, est une caractéristique qu'il convient de déterminer en premier lieu. En effet, il exprime les conditions physico-chimiques influençant la structure du sol, l'activité microbienne et la disponibilité des éléments. Les valeurs de pH sont comprises entre 4,5 et 6, les plus fréquentes varient autour de 5,5 et 6 : il s'agit de conditions de pH optimales pour la culture de la banane ( figure 8).

Si on se réfère à la figure 7, on constate qu'un pH compris entre 5,5 et 6 semble conditionner une bonne disponibilité en éléments nutritifs pour la plante ; cependant cette représentation demeure très théorique.

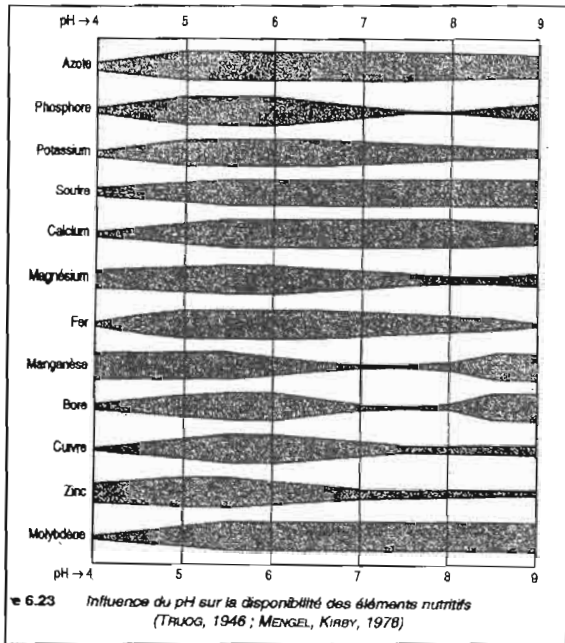


Figure 7 : Influence du pH sur la disponibilité Des éléments nutritifs dans les sols D'après Morel, 1996

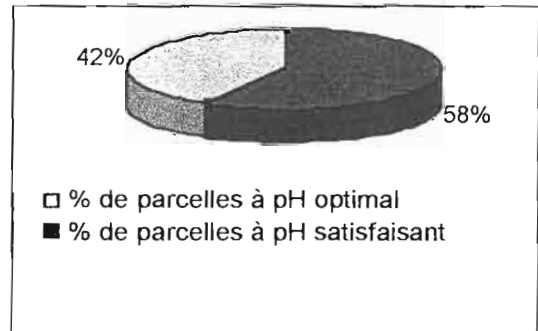


Figure 8 : Etat de fertilité des parcelles pour le pH

La valeur de la CEC est délicate à interpréter étant donné qu'elle est influencée simultanément par de nombreux paramètres : pH, teneur et nature de l'argile et de la matière organique. Elle varie entre 7 et 15 me/100g et présente les plus faibles teneurs pour les sondages D, G, L et N.

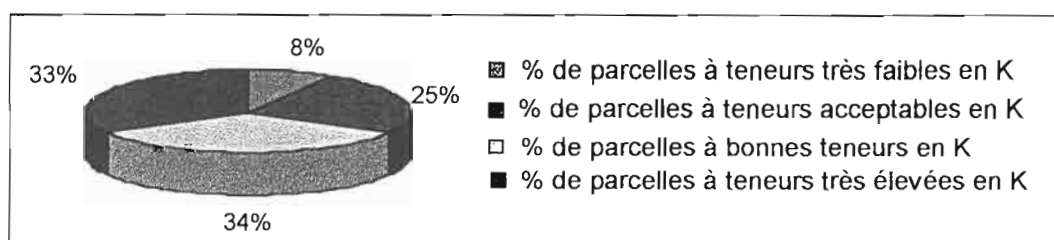
Azote total et carbone organique total : La teneur en ces éléments permet, d'après Morel 1996, de préciser le niveau organique du sol. La matière organique influence les caractéristiques chimiques des sols (pH, CEC, libération d'éléments nutritifs pour la plante,...), aussi il est important d'assurer une gestion raisonnée des apports de matière organique au sol.

Godefroy et Dormoy, 1989, précisent que des taux d'azote total fréquemment compris entre 0,1 et 0,2 (pourcentages obtenus pour les parcelles échantillonnées) sont faibles. A ces niveaux, l'azote minéral du sol provenant de la minéralisation de l'azote organique est peu abondant et il ne participe que faiblement à la nutrition azotée du bananier.

Nous constatons que les taux en carbone organique total oscillent entre 1,4% et 2,2%, et que le rapport C/N est compris entre 10 et 12. Selon Duchaufour 1997, plus le

le C/N est faible, plus cela indique une bonne minéralisation, aussi les parcelles étudiées ne présentent pas de problèmes.

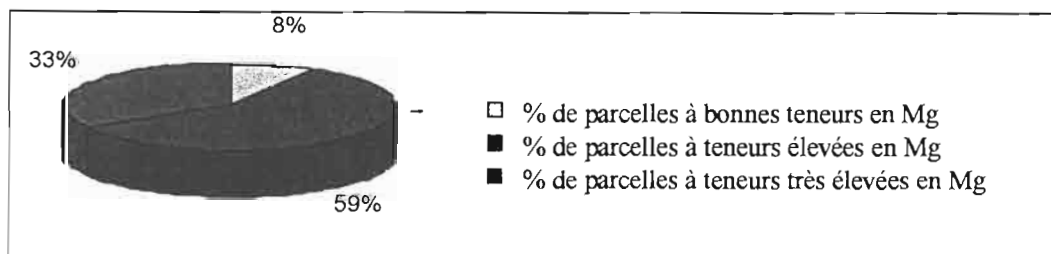
Le potassium : Il s'agit d'un élément majeur pour la nutrition des plantes puisqu'il intervient au niveau de la croissance des cellules méristématiques, du déroulement de la photosynthèse et pour l'activation d'enzymes. Dans les terres du CIRAD, 67% des parcelles présentent des teneurs en potassium bonnes à très élevées. ( figure 9). Godefroy et Dormoy 1989, estiment qu'il ne faut pas dépasser des teneurs de 2me/100g de potassium échangeable dans les sols, il faut y veiller sinon le potassium se fixe en un état difficilement échangeable ; cela augmente les pertes par lixiviation en sol léger (K est emporté avec les particules sur lesquelles il est fixé) et par érosion en sol sur pente.



**Figure 9 :Etat de fertilité des parcelles pour le potassium**

Pour les sols de la station, on considère que des teneurs en potassium comprises entre 0,8 et 1,2 me/100g sont bonnes ; à ce niveau, les besoins nutritifs du bananier sont satisfaits et la lixiviation de l'engrais est faible. D'après Delvaux, 1988, ces bons niveaux de fertilité potassique s'expliquent par la bonne rétention potassique de ces sols dont la fraction argileuse est du type halloysite.

Le magnésium: Il est un élément indispensable à la plante (constituant de la chlorophylle), les sols du CIRAD en contiennent suffisamment pour satisfaire les besoins du bananier ( figure 10). Les apports peuvent se révéler opportuns dans les sols riches en potassium qui se révèle antagoniste du magnésium quant à son absorption par les plantes.



**Figure 10 :Etat de fertilité des parcelles pour le Magnésium**

Le calcium : Les teneurs en calcium échangeables sont comprises entre 2 et 6 me/100g ; les plus fréquentes (42%) étant voisines de 4 me/100g : teneurs considérées selon les normes définies par Colmet-Daage 1977, comme acceptables ( figure 11).

Cependant pour les sols du CIRAD, nous souhaitons obtenir des teneurs en calcium échangeable comprises entre 6 et 8 me/100g afin de garantir une bonne nutrition du bananier.

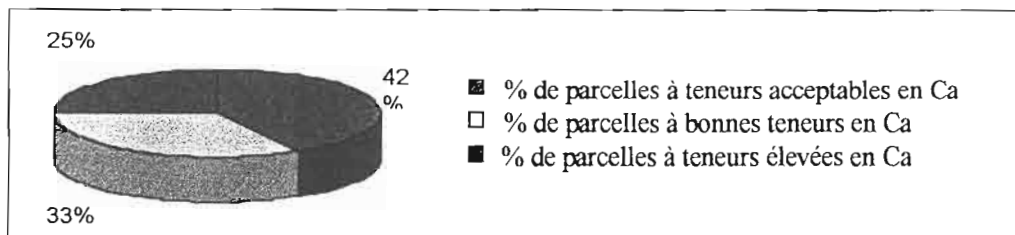


Figure 11 : État de fertilité des parcelles pour le Calcium

Phosphore : Le phosphore apparaît comme l'un des éléments dominants dans les structures et les processus métaboliques : constituant des acides nucléiques, véhicule de l'énergie (ATP, ADP), etc. Les sols de la station sont pauvres en phosphore disponible puisque les teneurs sont toujours inférieures à 5 mg/100g, elles nécessitent donc des corrections.

#### b. Constat global

D'après Webster et al., 1990 ; Dagnelie, 1994

L'objectif est de réaliser un état de fertilité global pour les parcelles du CIRAD et non plus un diagnostic de fertilité par paramètre analytique. Il s'agit d'établir des groupes de similarité entre les parcelles par le biais de l'analyse statistique :

- analyse par composantes principales
- étude de corrélations
- analyse multivariée
- analyse de la variance à un critère de classification et analyse par structuration des moyennes

L'analyse par composante principale intervient dans le but de grouper les variables observées (paramètres chimiques) selon des axes principaux (composantes principales) et d'étudier la distribution des échantillons (prélèvements composites) selon ces axes. Chacune des composantes principales s'identifie par une équation qui indique l'influence de chaque variable sur cet axe et par un pourcentage qui donne la part de variance reprise par l'axe. Nous nous contentons de la prise en compte des trois premiers axes puisqu'ils expliquent déjà plus de 80% de la variance. La première composante explique 39% de la variance et elle est essentiellement influencée par les paramètres de fertilité : pH, potassium, magnésium et calcium. La seconde composante

explique 22% de la variance et subi l'influence de la matière organique par l'intermédiaire des paramètres analytiques carbone organique total et azote total. Le rapport C/N et le phosphore disponible contribuent à l'équation de la troisième composante qui reprend encore 21% de la variance.

Les équations de ces trois axes sont :

$$Cp1 = -0,28.pH + 0,1.C + 0,14.N - 0,02.C/N + 0,28K - 0,22.Mg - 0,28.Ca + 0,02.P$$

$$Cp2 = 0,05.pH - 0,43.C - 0,41.N + 0,24.C/N - 0,02.K - 0,29.Mg - 0,23.Ca + 0,14.P$$

$$Cp3 = 0,16.pH + 0,21.C + 0,21.N + 0,45.C/N + 0,03.K + 0,09.Mg - 0,03.Ca - 0,51.P$$

Pour confirmer ces résultats, nous pourrions se référer à la matrice de corrélation (Document XXXXI - figure AP) qui met en évidence des groupes de paramètres (référence : 0,5).

- Corrélations entre calcium, potassium et pH
- Corrélation entre calcium et magnésium
- Corrélation entre le carbone organique total et l'azote total
- Corrélation entre le C/N et le phosphore disponible

Ces groupes sont également mis en évidence par les distributions en grappe des paramètres (Document XXXXI - figure AQ). A la vue de ce diagramme, il ressort que le pH, le magnésium et le calcium constituent un premier groupe à comportement semblable ; C/N et phosphore disponible constituent une seconde famille ; le potassium constitue un groupe à lui seul ; enfin le carbone et l'azote constituent une quatrième famille. Le potassium a donc un comportement particulier ce qui ne semble pas surprenant puisqu'il est lié à la fertilisation dont la distribution est aléatoire, cependant il ne diffère pas tellement des deux premiers groupes puisque la différence entre les coefficients de similarité est faible (environ 10%).

L'étape suivante consiste à représenter la distribution des échantillons, par un nuage de points, selon les différentes composantes afin de délimiter des groupes de parcelles semblables. Les graphiques présentés en document XXXXI et figure AR et AS reprennent les composantes 1 et 3 ainsi que les composantes 1 et 2 et expliquent chacun 60% de la variance. Nous avons différencié six groupes uniquement sur bases des paramètres analytiques : pH, potassium, magnésium et calcium. Il n'a pas été possible de différencier les groupes pour les critères de matière organique (C, N, et C/N) ni pour le phosphore disponible. Les distributions de ces éléments semblent être à l'origine de la difficulté : en effet, l'azote semble être homogène pour toutes les parcelles tandis que

la distribution des teneurs en phosphore paraît plutôt hétérogène sur l'ensemble des parcelles sondées.

*Groupe 1 parcelles A, G, L, M* : la distribution est parallèle aux composantes 2 et 3, et donc constante pour la première composante (pH, magnésium, potassium et calcium).

*Groupe 2 parcelles B, K, N* : Peu de variabilité est également observée pour ces trois composantes selon la première composante

*Groupe 3 parcelles C, D, E* : elles sont influencées de la même manière par les trois axes.

*Groupe 4 parcelle F* : parcelle à comportement singulier

*Groupe 5 parcelle I et Groupe 6 parcelle J* : Ces deux points sont très distants, aussi ils constituent deux groupes distincts variant selon le carbone, l'azote et le phosphore disponible mais étant constant suivant la première composante.

Enfin, l'intervention de l'analyse multivariée, des analyses de la variance à un critère et des analyses par structuration de la moyenne vont permettre de tester la validité des groupes différenciés sur base de l'analyse par composante principale (l'hypothèse nulle étant, pour chaque analyse, l'égalité entre les groupes).

Les analyses de la variance à un critère sont réalisées pour chacun des paramètres et sont accompagnées du test de Fisher (pour la structuration des moyennes) en considérant un risque de première espèce de 5%.

Par l'analyse multivariée, nous pouvons conclure que les six groupes sont tous différents (rejet de l'hypothèse nulle de manière hautement significative), les analyses de la variance à un critère confirment que les six groupes diffèrent pour le pH, le potassium, le magnésium et le calcium. L'analyse par structuration des moyennes nous indique que tous les groupes sont différents sauf le groupe 5 et 6 ; cependant nous avons choisi de ne pas les regrouper. En effet, le résultat de ces tests (réalisés pour cinq groupes au lieu de six) nous indique que seul le magnésium échangeable les rassemble.

Afin d'établir un constat global et en considérant les six groupes définis par l'analyse statistique, nous définissons 6 classes de fertilité globale établies selon une échelle relative\* .

La réalisation des différentes classes est mise au point en :

- calculant la moyenne de chaque paramètre ;
- ordonnant ceux-ci au sein de chaque groupe ;
- classant les groupes selon le score obtenu pour l'ensemble des paramètres

\* Six classes étant définies, la réalisation d'un système catégoriel n'est pas envisageable aussi nous avons scindé la classe moyenne en classes moyenne et moyenne à faible. Les différences absolues étant plus proches pour les classes moyenne et faible plutôt que pour les classes moyenne et élevée.-

- ces classes sont établies de manière comparative et ne réfèrent pas à des normes de fertilité

L'état de fertilité global se représente par le diagramme en secteur présenté en figure 12.

A la vue du diagramme, nous constatons que la station du CIRAD se caractérise par 31% de parcelles échantillonnées de classe élevée à très élevée, par 38% de parcelles de classe moyenne et moyenne à faible ainsi que par 31% de parcelles de classe faible à très faible. Nous pouvons donc conclure à une certaine hétérogénéité relative du parcellaire de la station expérimentale.

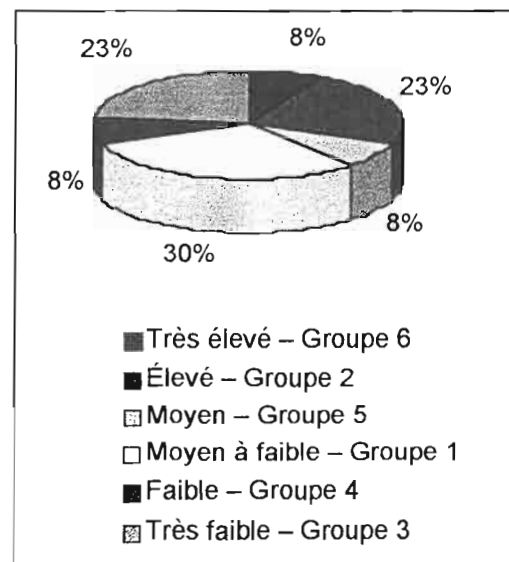


Figure 12 : Etat de fertilité global

### **A. Besoins du bananier**

Le bananier est une plante exigeante en eau, sensible aux basses températures et au vent ; les sols doivent être sains, aérés et riches en azote et potasse.

Besoins en eau : Le sol doit être suffisamment pourvu en eau, les racines n'absorbant aisément que le tiers de la tranche dite utile. Les plantes résistent mal aux sécheresses prolongées de plus d'un mois, le pseudo-tronc pouvant casser.

Besoins en chaleur et en lumière : L'optimum consiste en une température voisine de 28°C. Le bananier supporte des fortes insulations à condition que l'approvisionnement hydrique soit suffisant.

Sensibilité au vent : Les vents violents peuvent interdire la culture car ils provoquent la chute et la cassure des pseudo-troncs.

Besoins en sol : Les racines étant peu pénétrantes, le sol doit être meuble, et bien aéré. Le manque de structure, le mauvais drainage, et la compacité sont des contraintes

majeures. Les sols ayant un horizon durci ou gravillonnaire et ceux dont le plan d'eau est trop superficiel sont à rejeter.

Le bananier supporte des pH de l'ordre de 4 à 7 mais l'optimum se situe entre 5,5 et 6,5.

Le bananier a des besoins importants en azote (exportation : 240 kg pour 40t/ha de régimes) et en potassium (exportation 240kg pour 40t/ha). Les besoins en phosphore, calcium et magnésium sont assez faibles, en outre, le sol peut supporter une légère salinité des eaux.

### **B. Commentaires et conseils**

Pour les sols de cette zone, Guillemot *et al.* 1973, recommandent un fractionnement des fumures lié à la fois à la texture du sol (richesse en argile) et à la topographie (colluvionnement). De plus, les intervalles entre les épandages ne doivent jamais être inférieurs à deux mois, même en saison relativement sèche (8 par an) ; cependant, lorsque le relief est accidenté, le fractionnement doit être plus important (10 à 12 fois par an). Les formules utilisées doivent être suffisamment riches en phosphore afin d'assurer une fumure d'entretien (8 à 12%), le rapport K/N de l'engrais pourra être sensiblement inférieur à 2.

En ce qui concerne le pH, on ne voit pas l'utilité d'un traitement particulier : l'entretien des teneurs en calcium par application de chaux magnésienne ou de dolomie suffit à l'obtention de bonnes valeurs pour la culture bananière. On se méfiera cependant du risque d'acidification présent dans le cas d'apports très importants en azote et autres éléments.

Au niveau du parcellaire du CIRAD, les teneurs en carbone sont bonnes et ne posent pas de problèmes. Le paillage, pratiqué sur chaque parcelle, consiste à laisser la masse végétale produite par le bananier au sol (feuilles, pseudo-troncs et hampes florales). On pense donc qu'il suffit à assurer l'entretien du stock de carbone organique dans le sol, par ailleurs, il limite l'enherbement et a une action protectrice vis à vis des fortes pluies et de la dessiccation en saison sèche ainsi qu'une action anti-érosive sur les fortes pentes. On considère, d'après Tezenas du Montcel 1985, que le rôle d'apport organique est rempli si on apporte de l'ordre de 60 à 80 t/ha de matière verte.

L'azote est l'élément le plus important pour le bananier aussi la quantité d'engrais doit être calculée de façon à apporter par épandage 10g N/bananier et étant donné la pluviosité de la zone et le relief, il faut compter de 10 à 12 applications par an soit 100 à 120 g d'N/pied. Pour les parcelles plantées avec des densités de l'ordre de 1 820 pieds/ha, il s'agira d'appliquer 180 à 220 kg d'N/ha et pour les parcelles à 2 000 pieds/ha, on appliquera de l'ordre de 200 à 240 kg d'N/ha.

L'exigence du bananier en potassium est aussi importante que celle de l'azote et dans ces sols, le potassium apporté par les engrais est relativement bien fixé sur le complexe sorbant. La fumure conseillée pour les sols brun-rouille à halloysite est, d'après Godefroy et Dormoy 1989, d'apporter les mêmes quantités d'azote et de potassium soit 100 à 120 g de K<sub>2</sub>O/ha (180 à 220 kg K<sub>2</sub>O/ha pour des parcelles de 1 820 pieds/ha et 200 à 240 kg/ha avec des parcelles de l'ordre de 2 000 pieds/ha). Il y a alors deux possibilités : soit utiliser un engrais de même teneur en N et K<sub>2</sub>O, soit alterner un épandage d'engrais complexe de type 1N-2K<sub>2</sub>O avec l'application d'urée seule. Par ailleurs, il faut noter que la demande est plus forte à la floraison et on peut envisager d'augmenter les doses à cette période.

Pour la fertilisation magnésienne, on conseille en général d'apporter 200 g de MgO/an et par pied soit sous forme d'engrais complexe, soit sous forme de dolomie ou soit en associant les deux. Godefroy et Dormoy 1989, indiquent que les engrais quaternaires NPKMg commercialisés en Martinique ont des teneurs en MgO qui varient de 4 à 12%. Pour le calcium, les auteurs conseillent des applications de 300 g de CaO/an à apporter en deux fois (juin-juillet et décembre-janvier). En général, on associe la fertilisation calcique et magnésienne par l'épandage deux fois par an de dolomie (dans ce cas, 500g de dolomie apportent 150 g de CaO et 100g de MgO) ou de chaux magnésienne (plus riche en CaO et en MgO). Ces apports sont réalisés avant la plantation par un épandage uniforme sur la surface de la parcelle puis le labour permet un enfouissement ; en cours de culture, l'apport se faisant uniquement en surface, au pied des bananier.

La fertilisation phosphatée est apportée avec les engrais complexes. Compte tenu du pouvoir fixateur élevé du phosphore par le sol, il faut choisir un engrais assez riche en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Si on utilise un engrais complexe à 4% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 10 à 12 fois par an, on apporte 40 à 50 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> par bananier et par an ; soit pour 1 820 pieds/ha à 2 000 pieds/ha, il faut des apports de l'ordre de 75 à 80 kg/ha/an. Dans le cas d'une alternance NPK / urée, les fumures utilisées devront être plus riches en phosphore soit de l'ordre de 8 à 12% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Besoins : 100 à 120 g N/pied

100 à 120 g K<sub>2</sub>O/pied

300 g CaO /an et 200 g MgO/an soit 1000 g de dolomie/an et par pied

Apport d'un engrais de type 1N-1K<sub>2</sub>O : 12-4-12 ou 15-5-15

Apport d'un engrais de type 1N-2K<sub>2</sub>O en alternance avec de l'urée : 12-8-14 ou 15-10-30

#### 4. Conclusion

La compréhension et la connaissance du contexte géomorphopédologique ainsi que la détermination de l'état de fertilité sont des préalables indispensables à une gestion à long terme du patrimoine sol.

L'intégration pour leur thématique propre, le traitement et le croisement des documents existants a été réalisé par l'intermédiaire de systèmes d'informations géographiques, permettant une première étape pour la compréhension géomorphopédologique d'un site. Celle-ci est complétée par une approche séquentielle et ponctuelle en vue d'illustrer la variabilité au sein d'une unité de sol : les sols brun-rouille à halloysite. Enfin, la dernière étape consiste à établir un constat de fertilité à la parcelle qui intégré au SIG permettra d'assurer un suivi à la parcelle.

Le modelé du terrain semble être à l'origine d'un mélange entre les matériaux de ferrisol et de sol brun-rouille à halloysite, cependant la distribution des paramètres reste assez homogène (à l'exception du potassium, dépendant essentiellement de la fertilisation).

Toutefois, à la lecture des paragraphes précédents, le lecteur pourrait croire que les caractéristiques des sols étant connues pour un secteur, les planteurs martiniquais ne devraient plus avoir de problèmes de fertilisation, or les parcelles présentent une hétérogénéité relative. En effet, Guillemot *et al.* 1973, mettent en évidence que si l'on a une certaine unité à l'intérieur d'une zone, les caractéristiques physico-chimiques du sol peuvent être différentes d'une plantation à l'autre, du fait du passé cultural, des apports antérieurs et des altérations mécaniques ou climatiques du sol.

## CONCLUSION GENERALE

La carte des sols a été éditée il y a tout juste trente ans, cependant elle reste toujours peu employée : les légendes demeurant peu compréhensibles pour les personnes non initiées. C'est dans le but de mettre en évidence le rôle de la carte des sols de Martinique comme support pour le cadrage de sites et la gestion agronomique que ce travail a été réalisé.

La première étape a consisté à comprendre et à illustrer la carte de Colmet-Daage tout en assurant le cadrage de la station expérimentale du CIRAD.

Nos investigations se sont concentrées dans le centre de la Martinique : zone charnière marquée à la fois par des contrastes de relief, de climat et d'âge des matériaux. Dans ce secteur, nous avons été amenés à tracer deux coupes géomorphopédologiques et à décrire 5 profils afin de caractériser les ensembles de sols suivants :

- Sol à allophane
- Sol brun-rouille à halloysite
- Ferrisol compact
- Sol brun ou rouge à montmorillonite
- Alluvions continentales.

Cette démarche nous a permis de considérer les relations entre les principales unités cartographiées et de prendre en compte l'importance de la notion de volume pédologique.

Dès lors, les types de sol ne sont pas uniquement juxtaposés comme le laisserait supposer la carte des sols mais superposés ; aussi, il n'est pas surprenant de retrouver des témoins de la présence de ferrisol sous les sols brun-rouille à halloysite.

La légende de la carte des sols insiste essentiellement sur les critères de chronologie et de climat néanmoins, la prise en compte de la nature du substrat permettrait de mieux raisonner le schéma de mise en place des sols ainsi que de leurs potentialités chimiques. En effet, l'exemple du basalte dont dérive la présence de montmorillonite dans le sol, nous conduit à penser que celle-ci provient davantage d'un héritage plutôt que d'une néoformation et que le sol présentera des teneurs élevées en magnésium.

Nous nous sommes alors intéressés à caractériser la variabilité au sein des sols brun-rouille à halloysite par le tracé de deux coupes morphopédologiques accompagnées de sondages ponctuels dans le parcellaire du CIRAD.

Les résultats traduisent l'existence d'une certaine hétérogénéité au sein d'une même unité cartographique. L'observation des talus de la station nous a montré la

présence de ferrisol sous-jacent, dès lors il n'est pas surprenant que les produits des différents faciès se mélangent sur les pentes.

Nous constatons en effet que les teneurs et les distributions en éléments grossiers, en argile et en éléments échangeables varient ; toutefois, l'ensemble de ces variations ne semble pas discriminer de potentialités différentes au niveau du parcellaire.

L'étude de fertilité a été conduite par un échantillonnage composite en relation étroite avec les toposéquences précitées.

L'interprétation des résultats indique dans l'ensemble une bonne fertilité ; cependant, au vu des teneurs élevées en magnésium, l'antagonisme magnésium-potassium peut se révéler problématique.

Enfin, la construction d'un système d'information géographique intégrant les données topographique, géologique, pédologique et d'occupation du sol a assuré une complémentarité avec le travail de terrain.

En prenant en compte à la fois les résultats d'analyses pour chaque parcelle ainsi que les rendements produits, ce système, généralisé à l'ensemble du domaine, permettra un suivi à la parcelle.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BAIZE D. (1988). "Guide des analyses courantes en pédologie: choix, expression, présentation, interprétation.," INRA, Paris. 172p.
- BOYER J. (1982). "Les sols ferrallitiques - facteurs de fertilité et utilisation des sols," ORSTOM, Paris. 384p.
- CHALONO M.E (1985). Etude descriptive des jardins traditionnels des campagnes de Sainte-Marie, Martinique. *Thèse*, Université des sciences et techniques du Languedoc. 137p.
- CHAMAYOU H., LEGROS. J. P. (1989). "Les bases physiques, chimiques et minéralogiques de la Science du Sol," Presses universitaires de France, Paris. 593p.
- CHEVIGNARD T. (1985). Etude de la formation actuelle d'horizons humifères en milieu tropical. Cas des sols de culture remodelés de la Martinique. , 83p.
- CNRS (1977). "Atlas des départements français d'Outre-Mer : Martinique," IGN/Ed., Paris. 72p.
- COLMET-DAAGE F., LAGACHE. P. (1965). Caractéristiques de quelques groupes de sols dérivés de roches volcaniques aux Antilles françaises. *Cahiers de l'ORSTOM - série pédologie III*. Paris. pp 91-121.
- COLMET-DAAGE F. (1969). Légende de la carte des sols. , 8p.
- COLMET-DAAGE F. (1977). "Zonage cultural des régions bananières de Guadeloupe, ORSTOM centre des Antilles - bureau des sols. 12p.
- DAGNELIE P. (1994). "Statistique théorique et appliquée. Volume 2 – Inférence statistique à une et à deux dimensions". De Boeck Université., Bruxelles. 659p.
- De VILLERS J. (1989). Diagnostic morphopédologique et évaluation des terres au Fouta-Djallon; République de Guinée (Cas de la Haute-Dima). *TFE*, FUSAGX, Gembloux. 130p.
- DECARREAU A. (1990). "Matériaux argileux: structure, propriétés et applications" Société française de minéralogie et de cristallographie; groupe français des argiles. pp 541-573.
- DELVAUX B. (1988). Constituants et propriétés de surface des sols dérivés de pyroclastes basaltiques du Cameroun occidental. Approche génétique de leur fertilité. *Thèse*, UCL, Louvain la Neuve. 307p.
- DELVAUX B., PERRIER. X., GUYOT P., (1990). Diagnostic de la fertilité de systèmes culturaux intensifs en bananeraie à la Martinique. *Fruits* 44, pp 223-236.

- DUCHAUFOR P. (1997). "Abrégé de pédologie - Sol, végétation environnement". 5<sup>ème</sup> édition Masson/Ed., Paris. 291p.
- ENCARTA, ENCYCLOPEDIE. (1998). Microsoft. *sur CD-rom*.
- GAZIAUX V., HUCHETTE. J. (1998). Contribution à l'établissement d'un système de référence sur les sols dans deux communautés rurales de développement en République de Guinée - Région de Koundara. *TFE, FUSAGX, Gembloux*.124p.
- GEORGES-PICOT C. (1980). Etude de fertilité d'une exploitation agricole dans le centre-nord de la Martinique. *TFE, FUSAGX, Gembloux*.140p.
- GERNEZ F. (1991). Les relations sols-plantes dans les savanes naturelles de l'ADELE (Togo) exploitées par les bovins. *TFE, FUSAGX, Gembloux*.96p.
- GIROD M. (1978). "Les roches volcaniques - Pétrologie et cadre structural" Doin, Paris.239p.
- GODEFROY J., DORMOY. M. (1989). Dynamique des éléments minéraux fertilisants dans le complexe sol-bananaie-climat. Application à la programmation de la fumure. IV - Cas des sols brun-rouille à halloysite. *Fruits* 44, pp 3-12.
- GRUNEVOLD H. (1964). Géologie de la Martinique. *Thèses, Faculté des Sciences de l'Université de Paris, Paris*.144p.
- GUILLEMOT J., LACHENAUD. J. L., DORMOY M., (1973). Quelques caractéristiques de sols des zones bananières de la Martinique. *Fruits* 28, pp 335-349.
- MARTINIQUE, Conseil. Régional. de la Martinique. (1996). Recommandation des assises régionales du développement durable. , pp 35-37.
- MILLOT G. (1964). "Géologie des Argiles" Masson/Ed. 499p.
- MINISTERE DE LA COOPERATION - République Française (1980). "Mémento de l'agronome" Ministère de la coopération.,Paris. 1600p.
- MOREL R. (1996). "Les sols cultivés" Paris.389p.
- PANSU M., GAUTHEYROU. J., LOYER J.Y, (1998). "L'analyse du sol. Echantillonnage, instrumentation et contrôle" Masson/Ed.497p.
- SEGALEN P. (1994). "Les sols ferrallitiques et leur répartition géographique - Tome 1: introduction générale" ORSTOM/Ed., Paris.198p.
- SEGALEN P. (1995). "Les sols ferrallitiques et leur répartition géographique. Tome 2 - les sols ferrallitiques : les facteurs de formation et les sols ferrallitiques en Amérique." ORSTOM/Ed., Paris.169p.

THENG B.K.G., CHURCHMAN. G. J., WHITTON J.S., CLARIDGE G.G.C., (1984). Comparison of intercalation methods for differentiating halloysite from kaolinite. *Clays and clay minerals* Vol.32, pp 249-258.

VAN WAMBEKE A. (1995). "Sols des tropiques - Propriétés et appréciation" CTA.335p.

VENKATAPEN C. (1997). Pédogenèse en milieu tropical insulaire: le cas de la Martinique. *Maîtrise*, Université de Bourgogne.40p.

WEBSTER R., OLIVER M.A. (1990). "Statistical methods in soil and land resource survey. " Oxford University Press. 316p.

WESTERCAMP D. et ANDRIEFF P. (1989). "Notice explicative de la carte géologique de Martinique" BRGM, Orléans.246p.

WESTERCAMP D. et TAZIEFF H. (1980). "Martinique, Guadeloupe, Saint Martin, Désirade", Paris.135p.

## LISTE DES FIGURES

- 1 : Schéma de synthèse de la séquence longitudinale 1
- 2 : Profil 1 – Sol à allophane
- 3 : Profil 16 – Sol brun-rouille à halloysite
- 4 : Profil 12 – Ferrisol compact
- 5 : Profil 15 – Sol rouge ou brun à montmorillonite
- 6 : Profil 9 – Alluvions continentales
- 7 : Etat de fertilité des parcelles pour le pH
- 8 : Influence du pH sur la disponibilité des éléments nutritifs dans les sols
- 9 : Etat de fertilité des parcelles pour le potassium
- 10 : Etat de fertilité des parcelles pour le magnésium
- 11 : Etat de fertilité des parcelles pour le calcium
- 12 : Etat de fertilité global

## LISTE DES TABLEAUX

- 1 : Analyse de caractérisation du profil 1
- 2 : Analyse de caractérisation du profil 16
- 3 : Analyse de caractérisation du profil 12
- 4 : Analyse de caractérisation du profil 15
- 5 : Analyse de caractérisation du profil 9
- 6 : Surface des classes de pente par type de sol : Parcelle Pomme
- 7 : Surface des classes de pente par type de sol : Parcelle Bois d'Inde
- 8 : Surface des classes de pente par type de sol : Parcelle Derrière Morne 2
- 9 : Surface des classes de pente par type de sol : Parcelle Laurencine
- 10 : Résultats d'analyses des échantillons composites pour le parcellaire du CIRAD  
(parcelles localisées sur les deux toposéquences)

## LISTE DES DOCUMENTS

- I. : Situation géographique de la Martinique
- II. : Le climat en Martinique
- III. : Géologie de la Martinique
- IV. : Les sols de Martinique
- V. : Situation climatique du secteur Gros-Morne – Saint Joseph – Le Lamentin
- VI. : Situation géographique, contexte géologique et pédologique du secteur Gros Morne – Saint Joseph – Le Lamentin
- VII. : Echelle stratigraphique – Formations rencontrées dans le secteur Gros Morne – Saint Joseph – Le Lamentin
- VIII. : Coupe géomorphopédologique : séquence 1
- IX. : Coupe géomorphopédologique : séquence 2
- X. : Profil 1 – Sol à allophane
- XI. : Triangle des textures – Sol à allophane
- XII. : Profil 16 – Sol brun-rouille à halloysite
- XIII. : Triangle des textures – Sol brun-rouille à halloysite
- XIV. : Profil 12 – Ferrisol compact
- XV. : Triangle des textures – Ferrisol compact
- XVI. : Profil 15 – Sol rouge ou brun à montmorillonite
- XVII. : Triangle des textures – Sol rouge ou brun à montmorillonite
- XVIII. : Profil 9 – Sol sur alluvions continentales
- XIX. : Triangle des textures – Sol sur alluvions
- XX. : Diffractogrammes des profils 1 et 12
- XXI. : Diffractogrammes du profil 16
- XXII. : Diffractogrammes des profils 15 et 9
- XXIII. : Modèle numérique de terrain de la station expérimentale du CIRAD croisé avec la géologie
- XXIV. : Carte des pentes pour le parcellaire du CIRAD
- XXV. : Pédologie au niveau du parcellaire du CIRAD
- XXVI. : Croisement des cartes des pentes et des sols pour le parcellaire du CIRAD
- XXVII. : Occupation du sol au niveau du parcellaire du CIRAD
- XXVIII. : Etat du parcellaire de la station expérimentale du CIRAD (Rivière Lézarde)
- XXIX. : Classes d'aptitudes des parcelles
- XXX. : Toposéquence : Coupe longitudinale dans la station expérimentale du CIRAD à Rivière Lézarde
- XXXI. : Sondages 10, A et B
- XXXII. : Sondages C, D et E
- XXXIII. : Sondages F, G et H
- XXXIV. : Résultats d'analyse pour les échantillons de la séquence longitudinale
- XXXV. : Triangle des textures – Séquence longitudinale
- XXXVI. : Toposéquence : Coupe transversale dans la station expérimentale du CIRAD (Rivière Lézarde)
- XXXVII. : Sondages I, J et K
- XXXVIII. : Sondages L, M et N
- XXXIX. : Résultats d'analyse pour les échantillons de la séquence transversale
- XXXX. : Triangle des textures – Séquence transversale
- XXXXI. : Analyse par composante principale et matrice de corrélation

*ANNEXES*

ANNEXE 1 :

*Documents cartographiques employés*

DOCUMENTS CARTOGRAPHIQUES

Type de document	Echelle	Numéro de la carte	Titre générique	Année
Carte IGN	1/25000	4502 MT	Le Lamentin	1996
Carte pédologique ORSTOM	1/20000	Planchette n°10	Saint-Joseph ; Vert-Pré	1969
Carte pédologique ORSTOM	1/20000	Planchette n°12	Hauteurs de Fort-de-France	1969
Carte pédologique ORSTOM	1/20000	Planchette n°13	Morne Pitault Nord	1969
Carte pédologique ORSTOM	1/20000	Planchette n°14	Fort de France ; Le Lamentin	1969
Carte pédologique ORSTOM	1/20000	Planchette n°15	Régions de Lareinty ; Morne Pitault Sud ; Le François	1969
Carte géologique de France - BRGM	1/50000		La Martinique	1990

ANNEXE 2 :

*Description terrain des profils*


Description des horizons du profil : N.G.P.1( sol à allophane sur tufs fins)

N° horizon Limites		Couleur	Humidité pH terrain	Toucher Structure Consistance	Description des pores et des racines	Remarques
H L	N°1 : 0 - 5 cm Régulière	10YR2/3	HU pH Frais 5	T S C LA Polyédrique subangulaire Compact, peu friable	P R Peu poreux Très nombreuses, très fines, régulières	Présence de cordes
H L	N°2 : 25 - 25 cm Régulière	10YR4/6	HU pH Frais 4,5	T S C LS Polyédrique subangulaire Compact, friable	P R Peu poreux Peu nombreuses, très fines, régulières	Présence de débris de plastique et de verre dans n°2
H L	N° 3 : 48 - 52 cm Ondulée	7,5YR4/6	HU pH Frais 4,5	T S C LS Polyédrique subangulaire Peu compact, friable	P R Peu poreux Peu nombreuses, très fines, régulières	et 3
H L	N° 4 : 70 - 70 cm Régulière	7,5YR5/8	HU pH Frais 5	T S C SL Massive Compact, peu friable	P R Peu poreux Très peu nombreuses, très fines, régulières	
H L	N°5: 90 - 105 cm Ondulée	10YR5/8	HU pH Frais 5	T S C SL Massive Compact, peu friable	P R Peu poreux Très peu nombreuses, très fines, régulières	
H L	N°6 : 105 - 105 cm Interrompue	10YR6/8	HU pH Frais 5	T S C S(L) Massive Très compact, friable	P R Très peu poreux Nulles	un sondage à la tarière a été réalisé au delà de 1,45m.
H L	N°7 : 120 - 125 cm Ondulée	10YR6/8	HU pH Frais 4,5	T S C LS Massive Très compact, friable	P R Très peu poreux Nulles	1,45-2,25: N°9
H	N°8: - 145	10YR4/6	HU pH Frais 5	T S C LS Massive Très compact, friable	P R Très peu poreux Nulles	2,25-2,65 : N°10 5YR 5/8

Description des horizons du profil: NGP,16 (sol brun-rouille à halloysite sous bananes)										
N° horizon Limites		Couleur	Humidité pH terrain		Toucher Structure Consistance			Description des pores et des racines	Remarques	
L	N°1 : 0 - 6 cm Interrompue, nette		7,5YR2/2	HU	Frais	T	L	P	Poreux	
			pH	7	S	Polyédrique subangulaire	R	Très nombreuses, très fines, régulières		
					C	Peu compact, friable				
H	N°2 : 22 - 35 cm Ondulée distincte		7,5YR3/4	HU	Frais	T	LA	P	Peu poreux	
L			pH	4	S	Polyédrique subangulaire	R	Peu nombreuses, très fines, régulières		
					C	Peu compact, friable				
H	N° 3 : 45-59 cm Ondulée nette		7,5YR4/4	HU	Frais	T	AL	P	Peu poreux	
L			pH	4,5	S	Polyédrique subangulaire	R	Peu nombreuses, très fines, régulières		
					C	Compact, peu friable				
H	N° 4 : 59-59 cm Interrompue, nette		7,5YR4/4	HU	Frais à humide	T	A	P	Très peu poreux	
L		pH	5	S	Massive	R	Nulles			
				C	Compact					
H	N°5: 62-84cm Ondulée nette	7,5YR5/6	HU	Frais	T	AS	P	Peu poreux		
L		pH	5	S	Massive	R	Nulles			
				C	Compact					
H	N°6 : 85-90 cm Régulière distincte	7,5YR4/4	HU	Frais	T	A	P	Très peu poreux	20-50% de taches	
L		pH	5,5	S	Massive	R	Nulles		(7,5YR2/1)	
				C	Compact					
H	N°7 : 104-108 cm Régulière graduelle	7,5YR4/4	HU	Frais	T	A	P	Très peu poreux	20-50% de taches	
L		pH	5	S	Massive	R	Nulles		(7,5YR2/1)	
				C	Compact				+reflets violet	
H	N°8: 112-117 cm Régulière distincte	7,5YR4/3	HU	Frais à humide	T	A	P	Très peu poreux	2-20% de taches	
L		pH	6,5	S	Massive	R	Nulles		(7,5YR2/1)	
				C	Compact					
H	N°9: 130-143 cm Ondulée distincte	10YR4/6	HU	Frais		A				
L		pH	5			Massive				
						Très compact				
H	N°10: -160cm	7,5YR4/6	HU	Frais		AS			20-50% de taches 10R5/8 et 10YR5/6	
		pH	5			Massive				
						Très compact				

Description des horizons du profil NGP12:ferrisols compacts									
N° horizon Limites		Couleur	Humidité pH terrain		Toucher Structure Consistance		Description des pores et des racines	Remarques	
H L	N°1 : 10 - 20 cm Ondulée distincte		10YR4/4	HU pH	Frais 5	T S C	A Polyédrique subangulaire Compact, très friable	P Peu poreux R Nombreuses, fines	
H L	N°2 : 28-33 cm Ondulée graduelle		10YR4/6	HU pH	Frais à humide 5	T S C	A(L) Massive Compact	P Peu poreux R Nombreuses, fines	20-50% taches colorées par la matière organique
H L	N° 3 : 36-39 cm Régulière distincte		10YR5/8	HU pH	Frais 5	T S C	A Massive Compact	P Non poreux R Nombreuses, fines	
H L	N° 4 : 54-56 cm Ondulée distincte		10YR5/8	HU pH	Frais à humide 5,5	T S C	A Massive Compact	P Non poreux R Nulles	
H L	N°5: 87-88 cm Régulière distincte		10YR5/8	HU pH	Frais 5,5	T S C	A Massive Très compact	P Non poreux R Nulles	2-20% taches d'altération Plus compact
H L	N°6 : 110-110 cm Régulière nette		7,5YR6/6	HU pH	Frais 5,5	T S C	A(L) Massive Très compact	P Non poreux R Nulles	20-50% taches 7,5R4/4; 2,5YR7/1
H L	N°7 : -120 cm		7,5YR5/6	HU pH	Frais 5,5	T S C	A((L) Massive Très compact	P Non poreux R Nulles	20-50% taches



Description des horizons du profil NGP9 (sols sur alluvions continentales)						
N° horizon Limites		Couleur	Humidité pH terrain	Toucher Structure Consistance	Description des pores et des racines	Remarques
H L	N°1 : 35 - 35 cm Régulière nette		7,5YR4/4 HU Frais à humide pH 4	T S C AL Massive Compact	P R Peu poreux Très peu nombreuses, fines, régulières	Présence de débris de plastique dans le N°1
H L	N°2 : 52 - 52 cm Régulière distincte		7,5YR3/4 HU Frais à humide pH 4	T S C A Massive Compact à très compact	P R Peu poreux Très peu nombreuses, fines, régulières	
H L	N°3 : 70 - 70 cm Régulière distincte		7,5YR3/3 HU Frais à humide pH 5	T S C AL Massive Très compact	P R Peu poreux Nulles	
H L	N°4 : 85 - 85 cm Régulière distincte		7,5YR3/4 HU Frais à humide pH 5	T S C ALS Massive Compact	P R Peu poreux Nulles	
H L	N°5 : 120 cm		7,5YR4/4 HU Frais à humide pH 5	T S C SA Massive Peu compact	P R Peu poreux Nulles	

ANNEXE 3 :

*Critères et échelles de fertilité*

**Paramètres nutritionnels :**

*D'après Riquier ( cité dans Ministère de la coopération - mémento de l'agronome, 1980) :*  
Echelle de fertilité

V %	Niveau de fertilité
< 15	Très faible
15 - 40	Faible
40 - 60	Moyen
60 - 90	Fort
90 - 100	Très fort

*D'après Colmet-Daage ( 1977) :* Fertilisation K, Mg et Ca

Sol à allophane sans gibbsite					
	Teneurs souhaitables en bananeraies				
	Très faible	Acceptable	Bon	Elevé	Trop élevé
Potassium échangeable	< 0,6	0,6 à 0,8	0,8 à 1,2	1,2 à 2	3
Magnésium échangeable	< 0,6	0,6 à 1	1 à 1,5	1,5 à 2	
Calcium échangeable	< 4	4 à 5	5 à 10	10 à 14	
Sol à allophane à gibbsite					
	Teneurs souhaitables en bananeraies				
	Très faible	Acceptable	Bon	Elevé	Trop élevé
Potassium échangeable	0,2 à 0,6	0,6 à 0,8	0,8 à 1,2	1,2 à 2	3
Magnésium échangeable	0,2 à 0,6	0,6 à 1	1 à 1,5	1,5 à 2	
Calcium échangeable	1 à 2	2 à 4	4 à 6	6 à 8	
Sol brun-rouille à halloysite					
	Teneurs souhaitables en bananeraies				
	Très faible	Acceptable	Bon	Elevé	Trop élevé
Potassium échangeable	0,2 à 0,6	0,6 à 0,8	0,8 à 1,2	1,2 à 2	3
Magnésium échangeable	0,1 à 0,4	0,4 à 0,8	0,8 à 1,5	1,5 à 2	
Calcium échangeable	2 à 4	4 à 6	6 à 8	8 à 12	
Ferrisols					
	Teneurs souhaitables en bananeraies				
	Très faible	Acceptable	Bon	Elevé	Trop élevé
Potassium échangeable	< 0,6	0,6 à 0,8	0,8 à 1,2	1,2 à 2	3
Magnésium échangeable	< 0,5	0,5 à 1	1 à 1,5	1,5 à 2	
Calcium échangeable	< 6	6 à 8	8 à 10	8 à 12	

*D'après Boyer (1982) :* Valeur du rapport Mg / K et Ca / Mg pour la culture du bananier et de l'ananas

Limites	Banane	
	Ca / Mg	Mg / K
Limite inférieure	1,5	2 avec 1me/100g de Mg
Limite supérieure	5	3,7

### Paramètres agronomiques :

*D'après Boyer (1982) : Valeurs des rapports C/N*

C/N < 9	9 < C/N < 12	12 < C/N < 25	C/N > 25
Rapport bas. Minéralisation rapide	Valeurs normales	Minéralisation ralentie	Arrêt de la minéralisation

### Paramètres écologiques :

*D'après Boyer (1982) : Conditions de pH acceptables pour les plantes cultivées*

pH eau	Caractéristiques du sol
< 5,0 – 5,2	Sol très acide, risque de toxicité aluminique . Convient aux plantes acidophiles
5,2 < pH < 6	Sol acide convenant à la plupart des plantes cultivées
6 < pH < 7	Sol bien saturé en base, convient à presque toutes les cultures
7 < pH < 8	Sol à sels libres

*D'après Champion et al. (1958, cité par Boyer 1982) pour la banane: pH du sol et plante cultivée*

Plante	Intervalle de tolérance de pH	pH optimum
Bananier	4,0 – 7,0	5,5 – 6,5

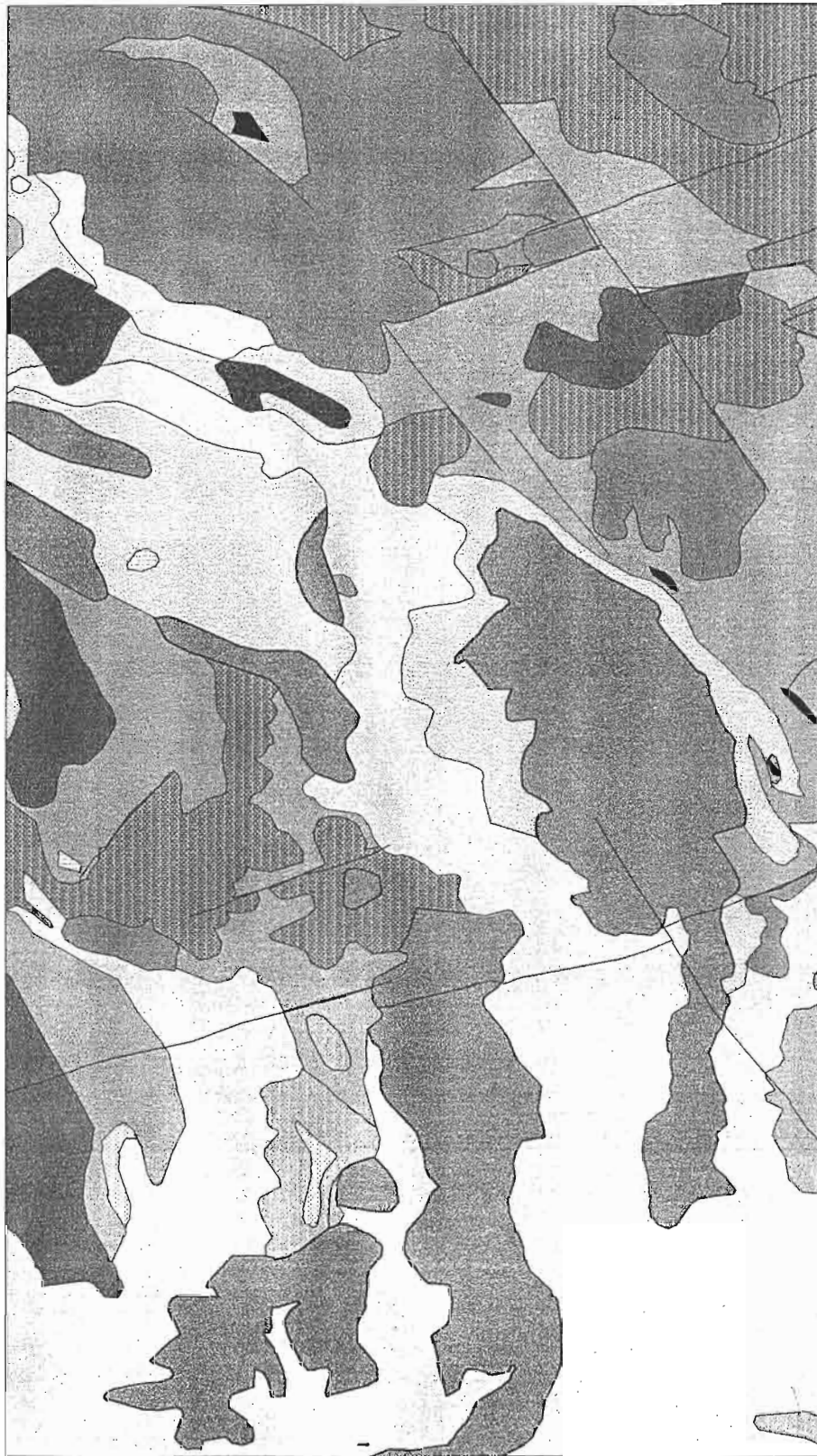
*D'après Boyer (1982) : Limitations culturales et aluminium échangeable du sol exprimés par l'indice de Kamprath*

Limitations culturales	Valeur de l'indice de Kamprath Al/(Al+S)
Nulle	$m < 5$
Faible	$5 < m < 10$
Moyenne	$10 < m < 30$
Forte	$30 < m < 45$
Très forte	$m > 45$

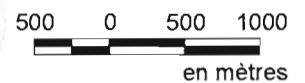
ANNEXE 4 :

*Carte géologique du secteur  
Gros Morne – Saint Joseph – Le Lamentin  
au 1/50000*

Carte géologique du secteur Gros Morne - Saint Joseph - Le Lamentin au 1/50000



Echelle : 1/50000



en mètres

Figure : Carte géologique du secteur Gros Morne - Saint Joseph - Le Lamentin

Réalisée à partir de la carte géologique de France : feuillet La Martinique au 1/50000 - BRGM 1990

Légende	Formations	Formations superficielles	Complexe volcanique des Carbets	Volcan bouclier du mome Jacob	Formation volcano-sédimentaire de Sainte-Marie Fort de France	Chaîne sous-marine du Vauclin Pitaut
Sigles		Fz vsA	9C 9abi	2-5C 1B 1a 1Ca 1aa 1Bol	1C 1tF	pam2b Hm2b am2b pBm2a Hm2a dyke
		Lignes de failles				

ANNEXE 5 :

*Analyse statistique*

### Correlations (Pearson)

	pHeau	C	N	C/N	K	Mg	Ca
C	-0.269						
N	-0.288	0.681					
C/N	0.274	0.039	-0.142				
K	-0.789	0.290	0.387	0.030			
Mg	0.486	0.081	0.060	-0.070	-0.491		
Ca	0.722	0.047	-0.201	-0.068	-0.705	0.768	
P	0.186	0.042	0.209	0.586	-0.014	0.020	-0.279

MTB > Factor 'pHeau'-'P';

SUBC> NFactors 3;

SUBC> Correlation.

### Factor Analysis

#### Principal Component Factor Analysis of the Correlation Matrix

#### Unrotated Factor Loadings and Communalities

Variable	Factor1	Factor2	Factor3	Commnlty
pHeau	-0.883	0.094	0.279	0.866
C	0.331	-0.752	0.356	0.802
N	0.457	-0.703	0.365	0.835
C/N	-0.057	0.424	0.767	0.772
K	0.895	-0.039	0.005	0.802
Mg	-0.689	-0.505	0.147	0.752
Ca	-0.878	-0.396	-0.057	0.930
P	0.060	0.259	0.868	0.824

Variance	3.1500	1.7277	1.7049	6.5827
% Var	0.394	0.216	0.213	0.823

#### Factor Score Coefficients

Variable	Factor1	Factor2	Factor3
pHeau	-0.280	0.054	0.164
C	0.105	-0.435	0.209
N	0.145	-0.407	0.214
C/N	-0.018	0.245	0.450
K	0.284	-0.022	0.003
Mg	-0.219	-0.292	0.086
Ca	-0.279	-0.229	-0.033
P	0.019	0.150	0.509

MTB > ANOVA 'C'-'P' = groupe;

SUBC> MANOVA.

Analysis of Variance on compl

Source	DF	SS	MS	F	p
groupe	5	11.7344	2.3469	61.86	0.000
Error	7	0.2656	0.0379		
Total	12	12.0000			

Individual 95% CIs For Mean  
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	-+-----+-----+-----+-----	
1	4	0.1568	0.0773		(--*-)
2	3	-0.6783	0.1676		(-*--)
3	3	1.2831	0.3094		(--*-)
4	1	0.6761	0.0000		(---*---)
5	1	-1.5549	0.0000	(---*---)	
6	1	-1.5626	0.0000	(---*---)	

Pooled StDev = 0.1948      -2.0   -1.0   0.0   1.0

Fisher's pairwise comparisons

Family error rate = 0.282  
Individual error rate = 0.0500

Critical value = 2.366

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	1	2	3	4	5
2	0.4831				
	1.1871				
3	-1.4783	-2.3377			
	-0.7744	-1.5852			
4	-1.0346	-1.8866	0.0749		
	-0.0041	-0.8223	1.1392		
5	1.1964	0.3444	2.3058	1.5792	
	2.2269	1.4087	3.3701	2.8827	
6	1.2041	0.3521	2.3136	1.5870	-0.6440
	2.2346	1.4164	3.3779	2.8905	0.6595

Analysis of Variance (Balanced Designs)

Factor	Type	Levels	Values
groupe	fixed	6	1 2 3 4 5 6

Analysis of Variance for C

Source	DF	SS	MS	F	P
groupe	5	0.40891	0.08178	1.82	0.227
Error	7	0.31417	0.04488		
Total	12	0.72308			

Analysis of Variance for N

Source	DF	SS	MS	F	P
groupe	5	0.0102564	0.0020513	2.15	0.173
Error	7	0.0066667	0.0009524		
Total	12	0.0169231			

Analysis of Variance for C/N

Source	DF	SS	MS	F	P
groupe	5	3.9790	0.7958	6.10	0.017
Error	7	0.9133	0.1305		
Total	12	4.8923			

Analysis of Variance for K

Source	DF	SS	MS	F	P
groupe	5	1.34300	0.26860	13.55	0.002
Error	7	0.13877	0.01982		
Total	12	1.48177			

Analysis of Variance for Mg

Source	DF	SS	MS	F	P
groupe	5	2.4394	0.4879	4.82	0.032
Error	7	0.7089	0.1013		
Total	12	3.1483			

Analysis of Variance for Ca

Source	DF	SS	MS	F	P
groupe	5	17.8991	3.5798	5.16	0.027
Error	7	4.8541	0.6934		
Total	12	22.7533			

Analysis of Variance for P

Source	DF	SS	MS	F	P
groupe	5	19.982	3.996	1.49	0.304
Error	7	18.761	2.680		
Total	12	38.742			

MANOVA for groupe            s = 5   m = 0.5   n = -0.5

CRITERION	TEST STATISTIC	APPROX. F	DF	P
Wilk's	0.00000	7.226 (35, 6)		0.010
Lawley-Hotelling	791.87964	-13.575 (35, -3)	**	
Pillai's	4.14158	3.446 (35, 25)		0.001
Roy's	686.12469			

*Communauté française de Belgique*

**FACULTE UNIVERSITAIRE DES SCIENCES  
AGRONOMIQUES DE GEMBOUX**

LA CARTE DES SOLS DE MARTINIQUE COMME SUPPORT  
POUR LE CADRAGE DE SITES ET LA GESTION  
AGRONOMIQUE.

EXEMPLES DANS LA VALLEE DE LA LEZARDE

*Documents*

Année académique 1998-1999

Mémoire de fin d'études présenté par :

Nadège Cocu

Promoteurs :

L. Bock

JM. Marcoen

En vue de l'obtention du  
grade d'Ingénieur Agronome  
Orientation : Science du sol

# Situation géographique de la Martinique

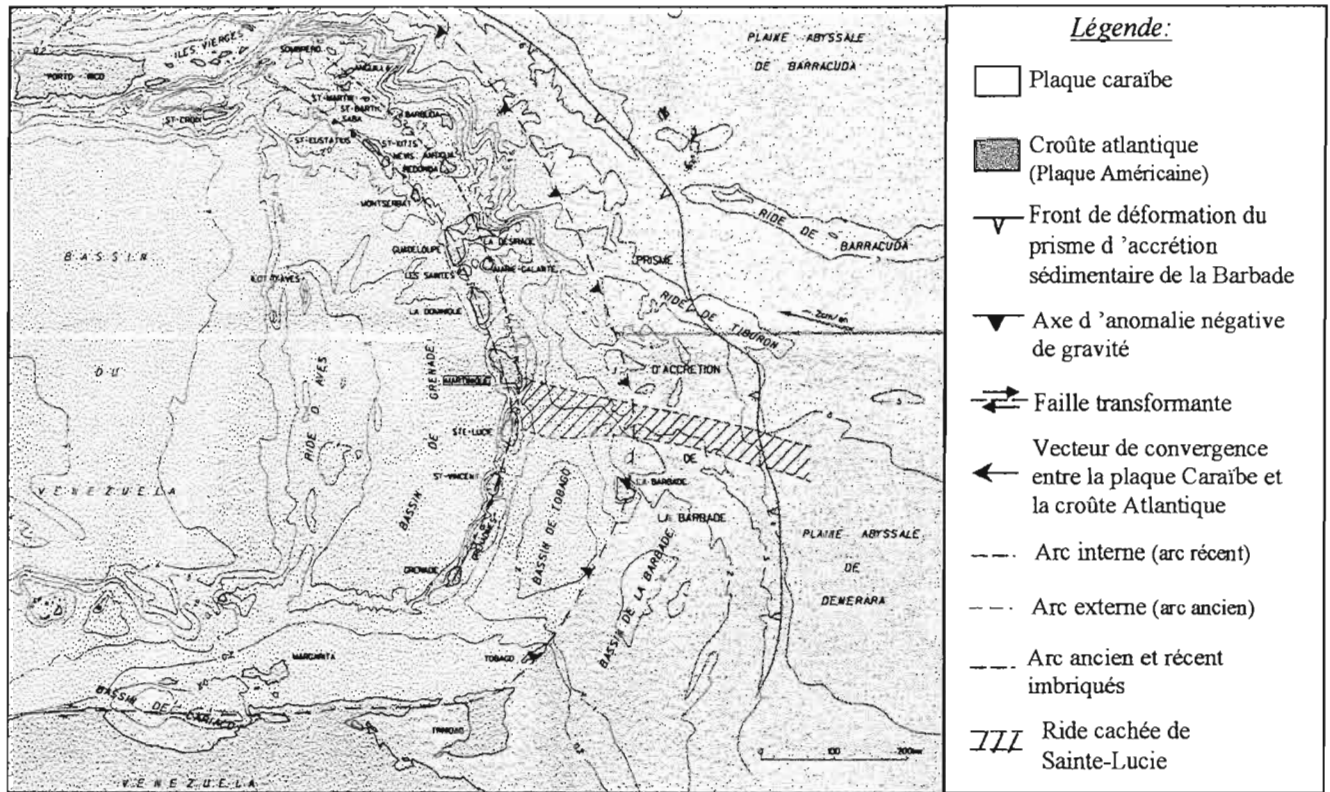


Figure A : Situation générale des Petites Antilles

Source: Carte géologique de la Martinique au 1/50000 Westercamp D. [1990] - BRGM

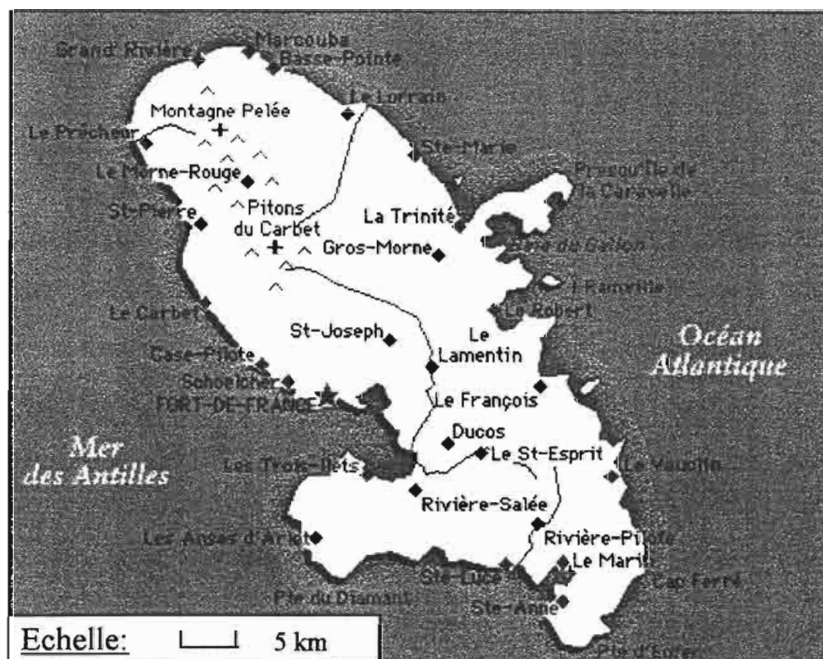


Figure B : La Martinique

Source: encyclopédie Encarta [1998] - Microsoft

## Le climat en Martinique

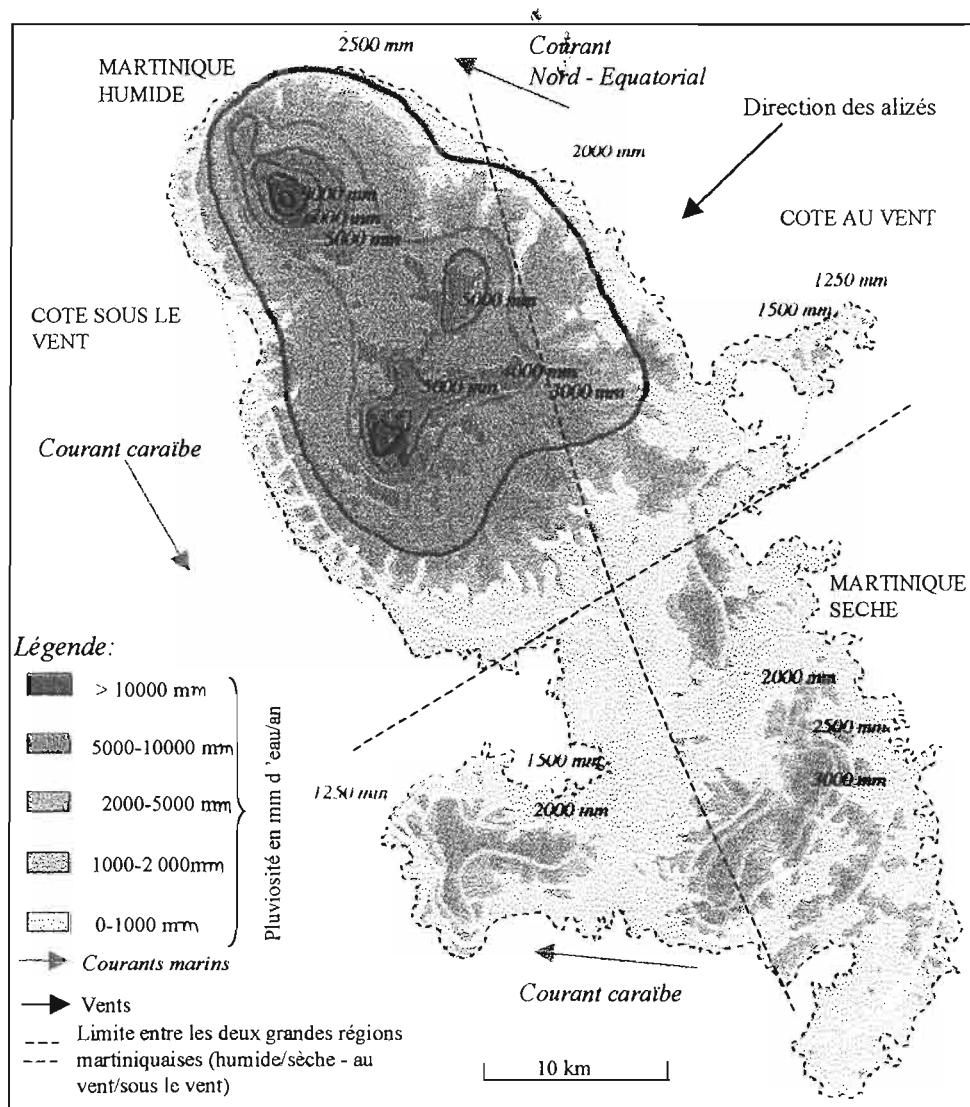


Figure C : Pluviosité et dissymétrie climatique de la Martinique

Source : réalisée d'après Grunevald H. [1964] et Venkatapen C. [1997]

# Géologie de la Martinique

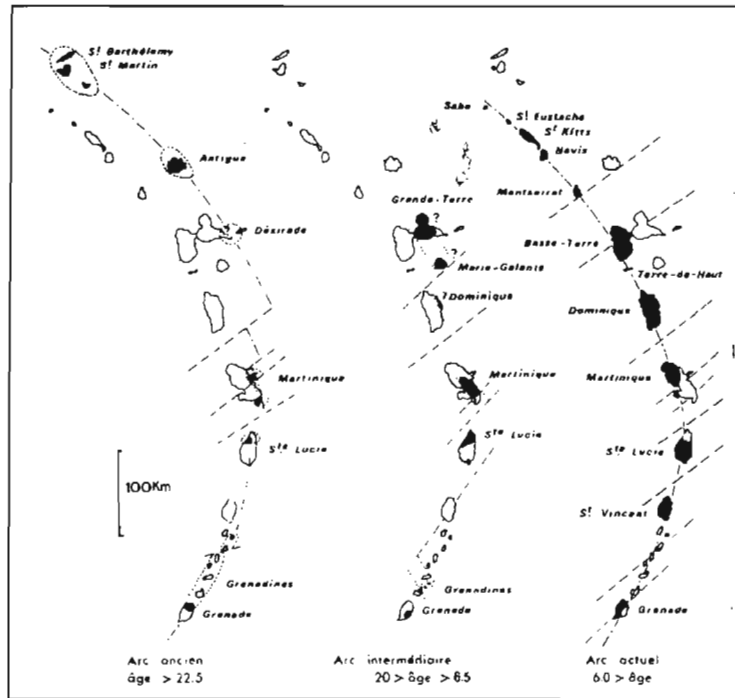


Figure D: Les arcs insulaires des Petites Antilles  
 Source : Westercamp D. et Tazieff H. [1980]

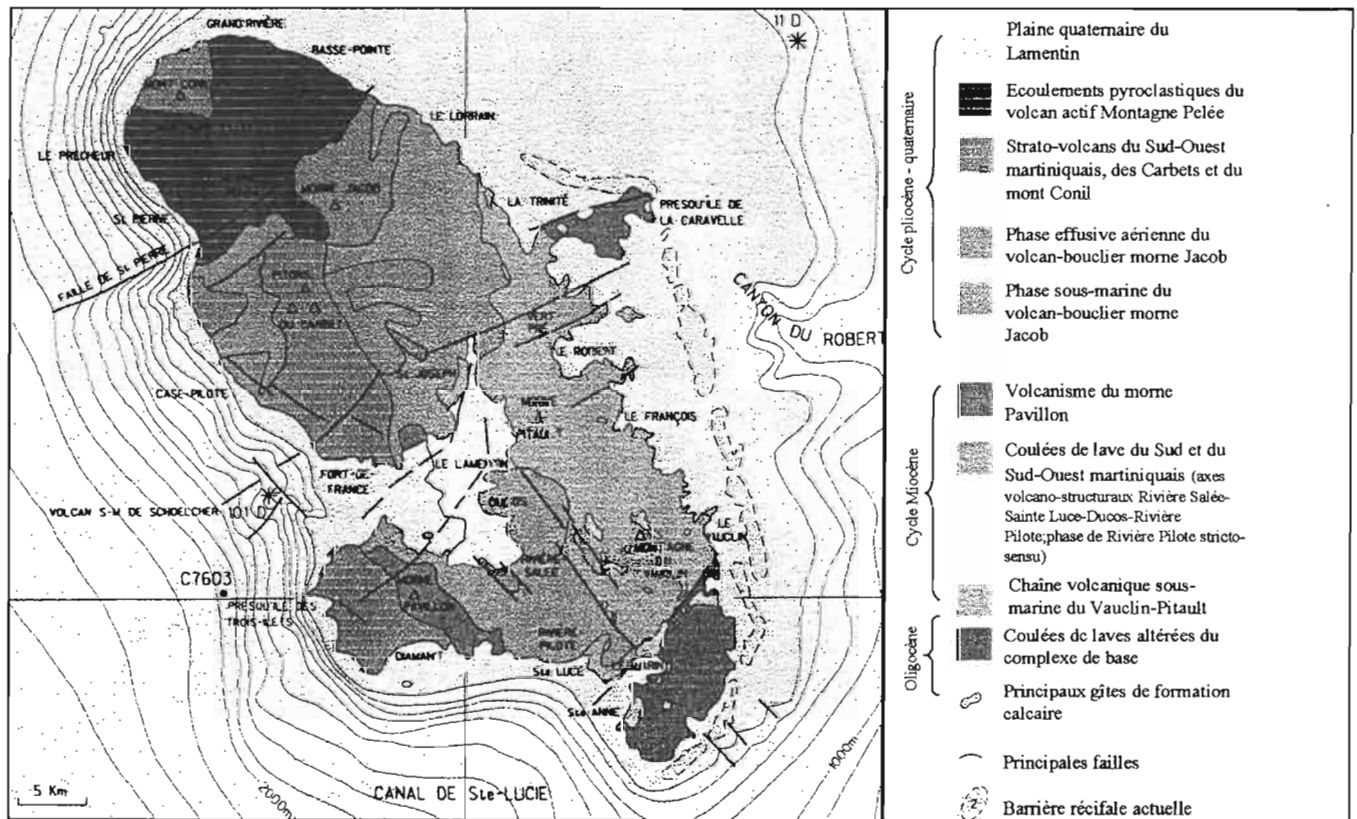


Figure E: Esquisse structurale et environnement morphologique sous-marin de la Martinique  
 Source : Carte géologique de France; feuillet Martinique au 1/50000  
 [1990] - BRGM

## Les sols de Martinique

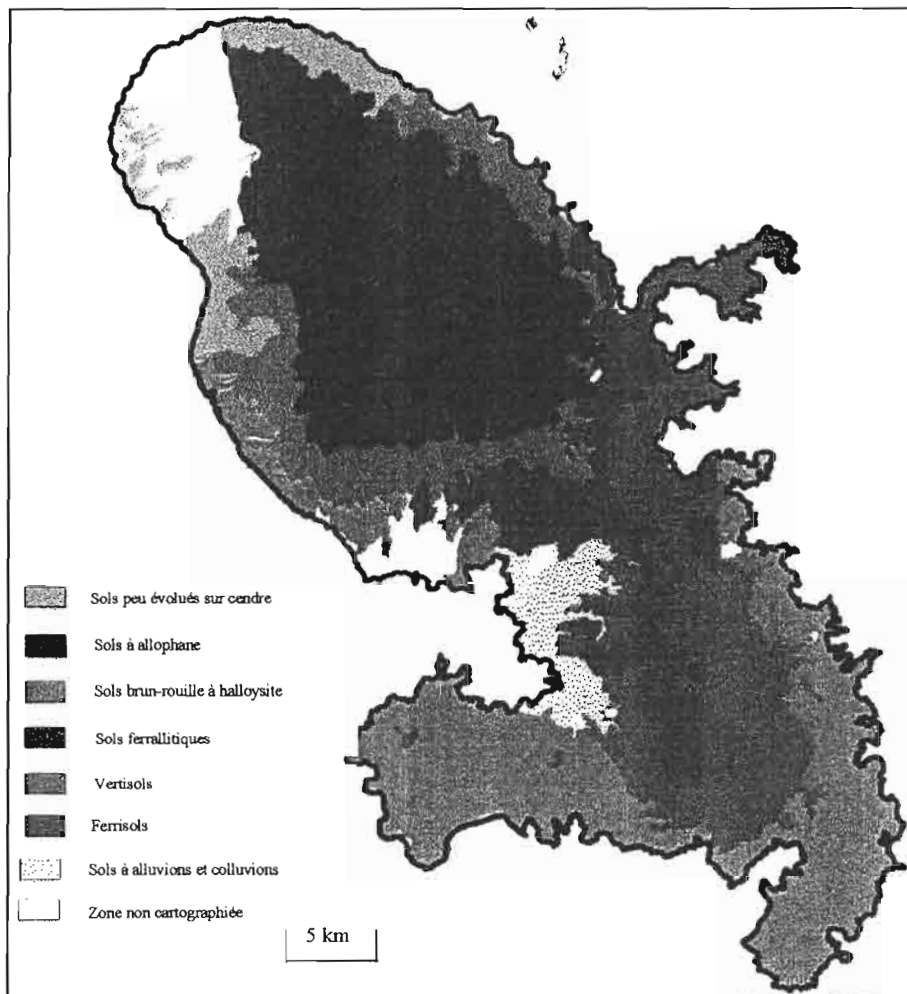


Figure F : Les 7 grands ensembles de sols de la Martinique

Source : Venkatapen C. [1997]

Situation climatique du secteur Gros Morne - Saint Joseph - Le Lamentin

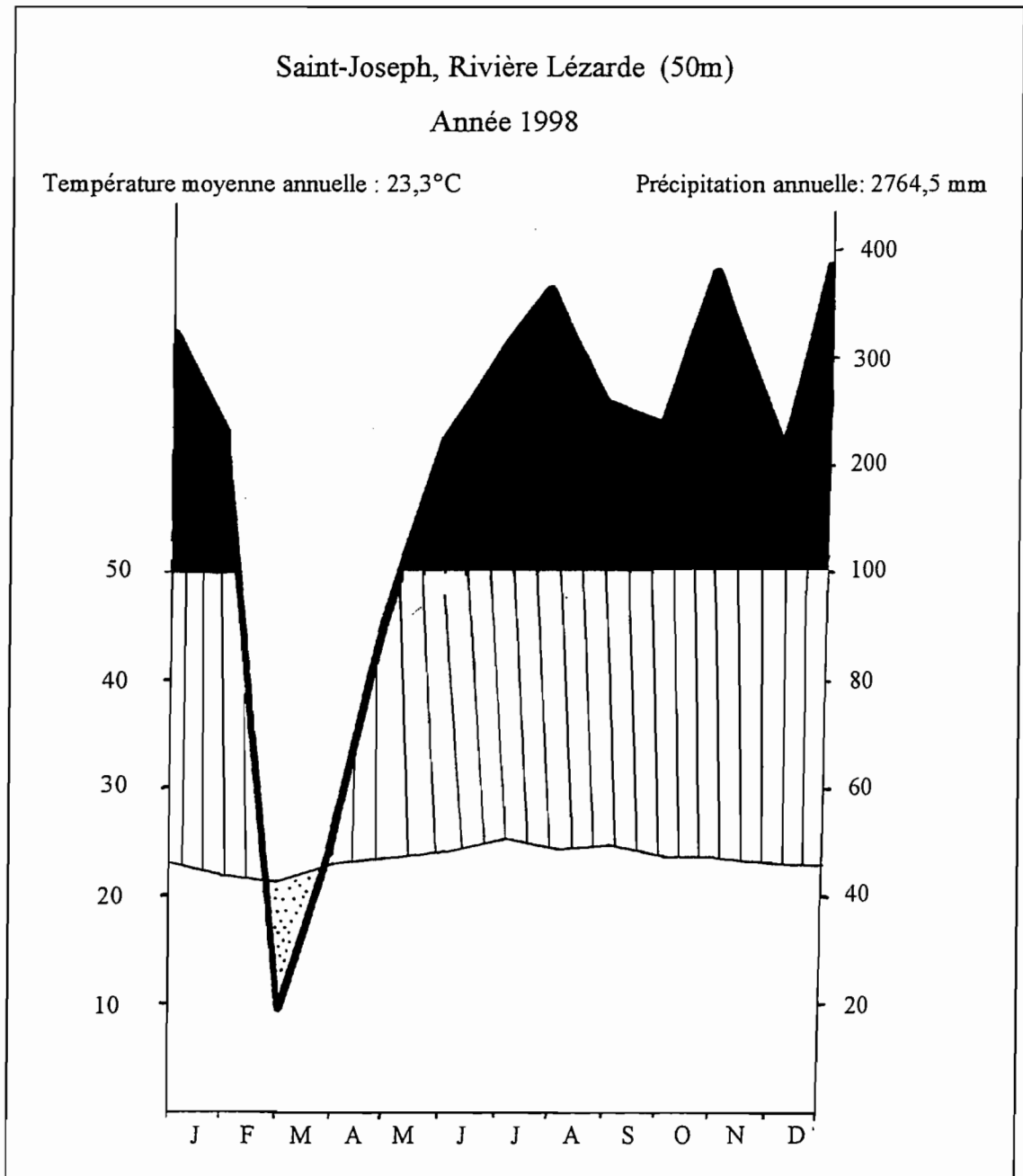


Figure G : Diagramme ombrothermique de la station de Rivière Lézarde (Commune de Saint-Joseph) pour l'année 1998

Situation géographique, Contexte géologique et pédologique du secteur Gros Morne - Saint Joseph - Le Lamentin



Echelle approximative des cartes A,B,C : 1/50000

Légende : ◆ Localisation des profils

— Séquences théoriques

- - - Parcellaire du CIRAD

Réalisée à partir :

de la carte topographique 4502MT au 1/25000 ; IGN - 1996

de la carte géologique de France, feuillet de la Martinique au 1/50000 ; BRGM - 1990

de la carte des sols n°10 Saint-Joseph Vert Pré , n°12 des hauteurs de Fort de France, n°13 de Morne Pitault N, n°14 de Fort de France le Lamentin au 1/20000 ; ORSTOM - 1969

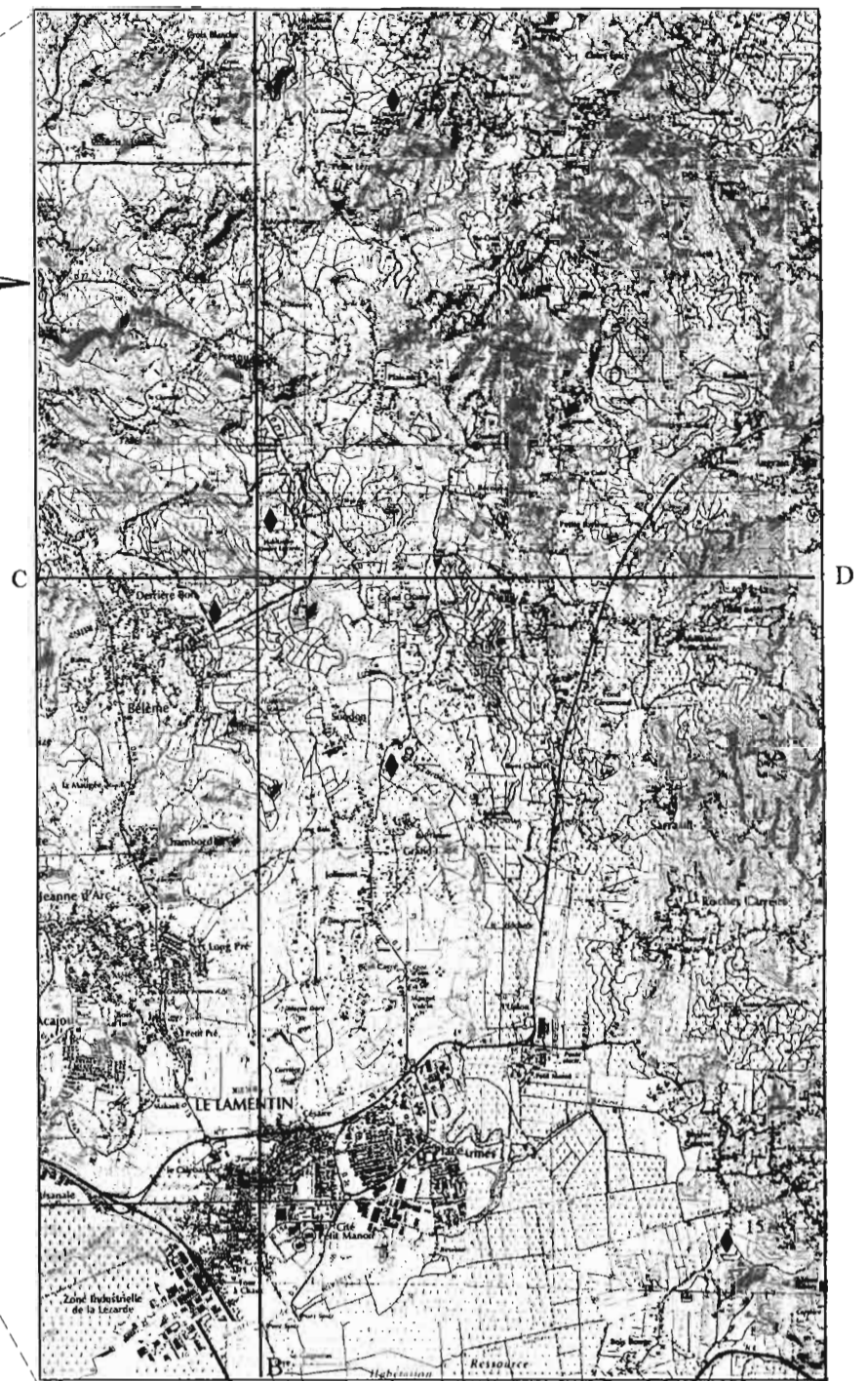


Figure H : Carte A : Situation géographique

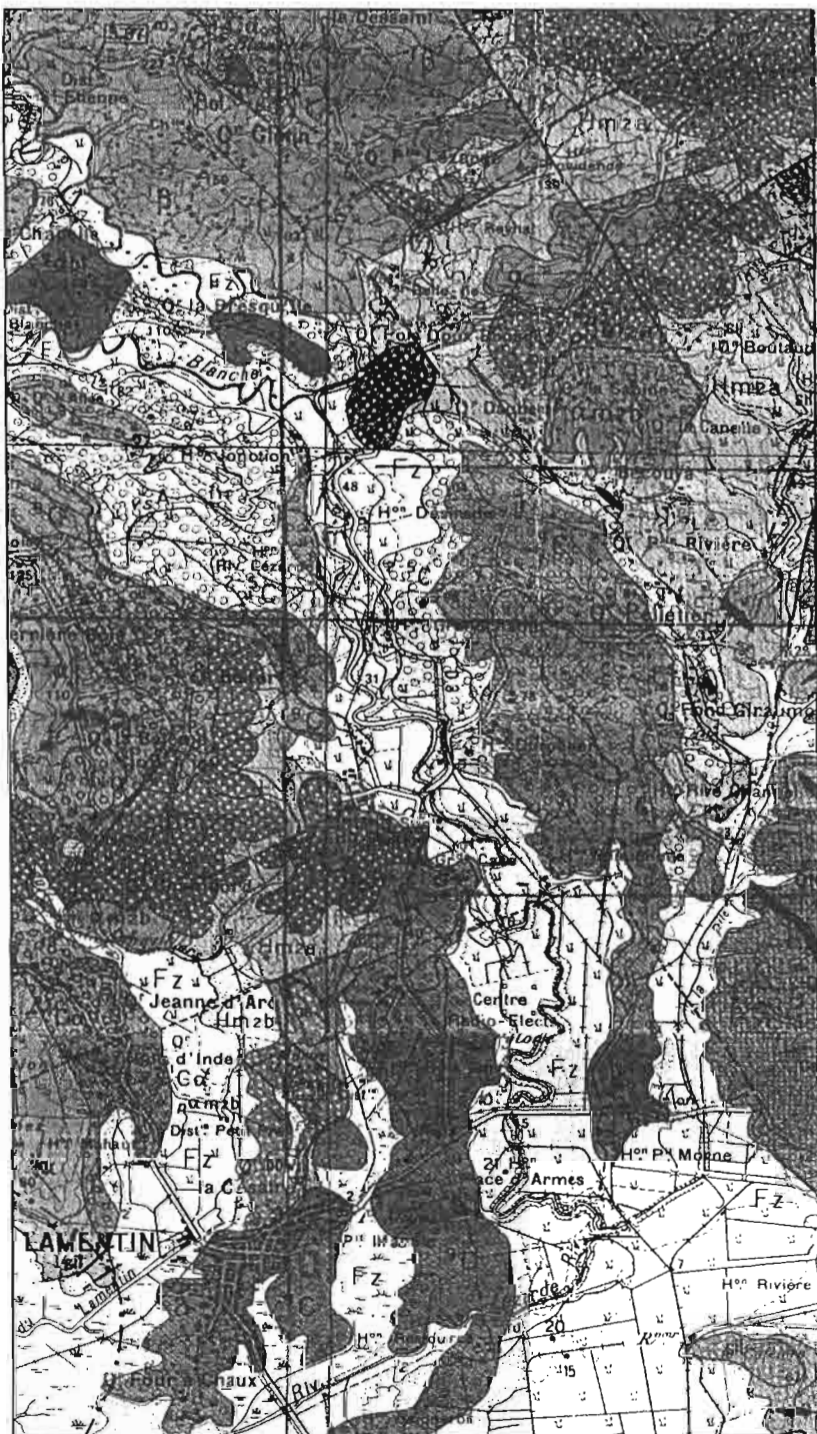


Figure I : Carte B - Contexte géologique

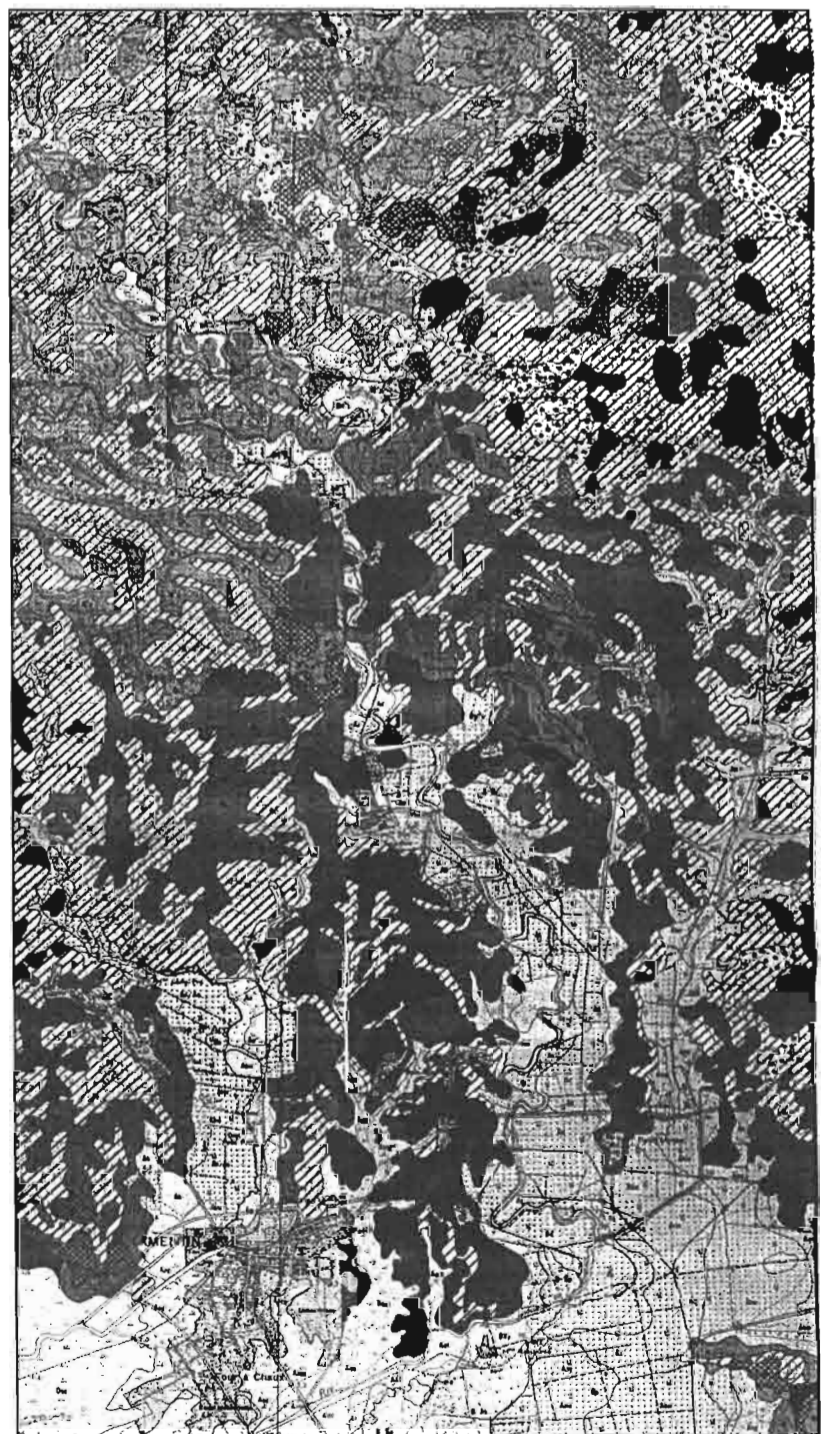


Figure J : Carte C - Contexte pédologique

## Echelle stratigraphique

Formations rencontrées dans le secteur Gros Morne - Saint Joseph - Le Lamentin

Période	Epoque	Age	Ma		Phases et édifices volcaniques	Sigle	Légende	
QUATERNAIRE	PLEISTOCENE	CALABRIEN		Complexe volcanique des Carbets	Formations superficielles	Fz vs A	Alluvion récente Argile rouge riche en cristaux de quartz	
			0,4		Montagne Pelée	Pas de traces		
TERTIAIRE	PLIOCENE	PLAISANCIEN	0,9	Volcan bouclier du morne Jacob	Volcanisme du Mont Conil	Pas de traces		
			1,8		Volcanisme des Pitons du Carbet		Conglomérat	
			2,0		Coulées de lave de Fort de France		Dôme et coulée de lave	
		2,2	Edifice peléen du Carbet		Pas de traces			
		ZANCLEEN	2,2		2 <sup>e</sup> phase		Conglomérat polygénique grossier	
			4		1 <sup>e</sup> phase		Coulée massive peu porphyrique de basalte et d'andésite	
				Conglomérat à galets dominants de lave apyrique				
	MIOCENE	MESSINIEN	ZANCLEEN	4	Volcan sous-marin du Vauclin-Pitault	Coulée de lave apyrique massive		
				5,5		Formation volcanosédimentaires de Sainte-Marie Fort de France		Conglomérat polygénique
				6,5		Tuffite azoïque		
		TORTONIEN	SERRAVALIEN	8,5		Volcanisme à grenats de Gros-Ilets	Pas de traces	
				9,8		Volcanisme fissural du S et SO Martiniquais	Pas de traces	
				10,5		Episode final de la Montagne du Vauclin	Pas de traces	
11,5				Phase effusive de Rivière Pilote		Pas de traces		
LANGHIEN	SERRAVALIEN	11,5	Phase majeure du Vauclin-Pitault		Coulée d'andésite porphyrique			
		14			Hyaloclastite			
		14,8			Coulée de basalte porphyrique de Vert-Pré			
BURDIGALIEN	SERRAVALIEN	15,5	1 <sup>e</sup> phase effusive générale		Hyaloclastite, tuffite et coulée de débris sous-marine			
		18,6						
		22						
OLIGOCENE	CHATTIEN	SERRAVALIEN		SERRAVALIEN	Série volcanique de Sainte-Anne	Pas de traces		
					Complexe de base	Pas de traces		

COUPE GEOMORPHOPEDOLOGIQUE : séquence 1  
COUPE A - B

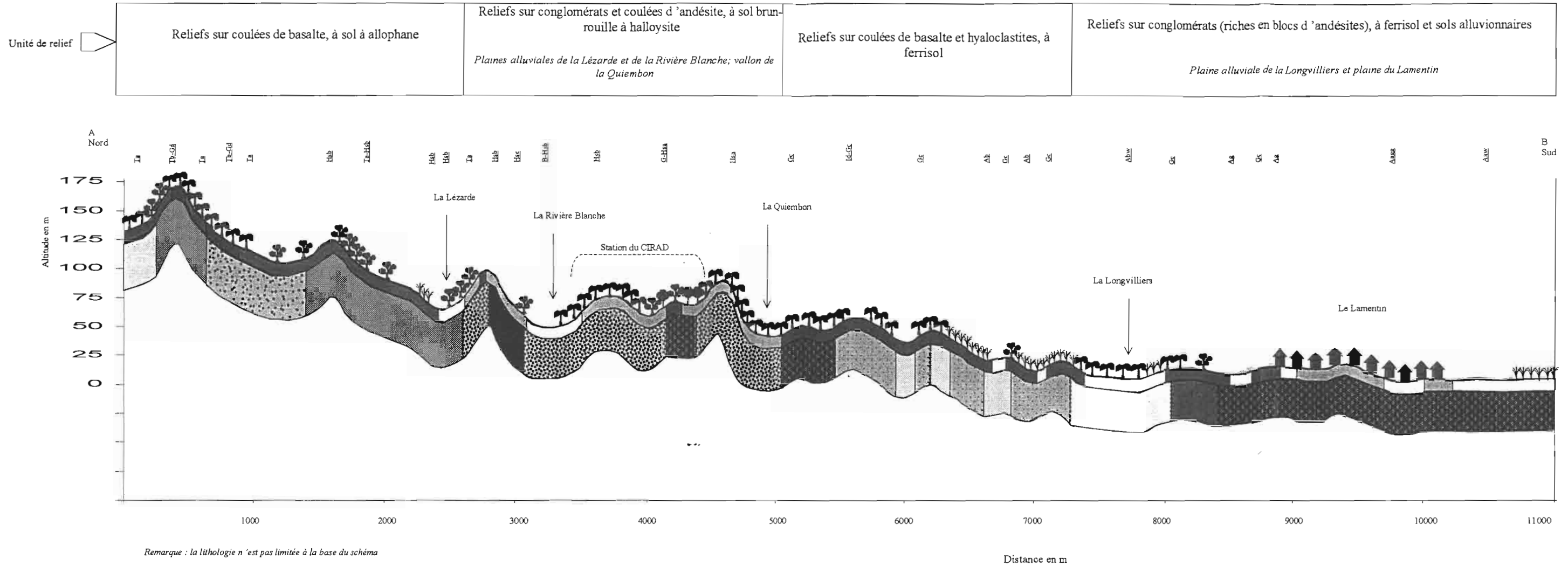


Figure K Coupe géomorphopédologique de la séquence 1 - A - B

Echelle approximative: 1/30000  
Exagération des hauteurs : 8x

Réalisée à partir :

- de la carte topographique 4502 MT Le Lamentin au 1/25000 - IGN 1996
- de la carte géologique de France : feuillet La Martinique au 1/50000 - BRGM 1990
- des cartes des sols n°10: Saint Joseph - Vert Pré; n° 12: Hauteurs de Fort de France et n°14 : Fort de France - Le Lamentin au 1/20000 - ORSTOM 1969

Symbologie employée pour la réalisation des deux séquences

Symboles pour la géologie

- 9 C (0,9 ma)
- 9abi (0,9 ma)
- 2-1 C (2,2 ma)
- 1β ; 1α (3 ma)
- 1Cα (4 ma)
- 1αα (5 ma)
- pa2m2b (11,5 ma)
- Hm2b (12 ma)
- pβm2a (14,8 ma)
- Hm2a (15,5 ma)
- F : Lignes de failles
- Localisation de dyke

Symboles pour la pédologie

- Sol à allophane
- Transition sol à allophane et ferrisol
- Sol brun-rouille à halloysite
- Transition sol brun-rouille à halloysite et ferrisol
- Ferrisol
- Sol brun ou rouge à montmorillonite
- Alluvions
- Rivière
- Ville
- Bâtiments

Symboles pour l'occupation du sol

- Forêt
- Banancier
- Agriume
- Canne à sucre
- Broussaille
- Habitations

## COUPE GEOMORPHOLOGIQUE: séquence 2

### COUPE C-D

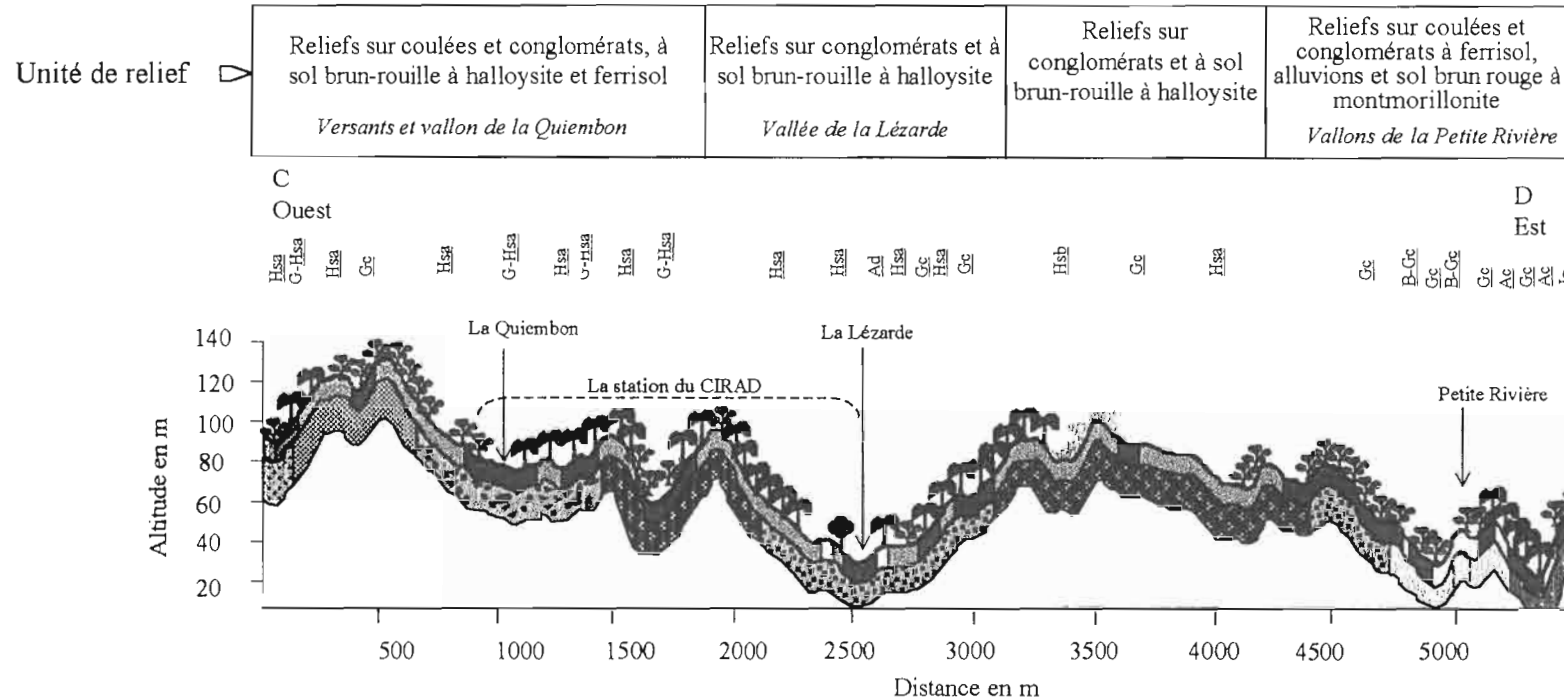


Figure 1 : Coupe géomorphopédologique de la séquence 2 : C-D

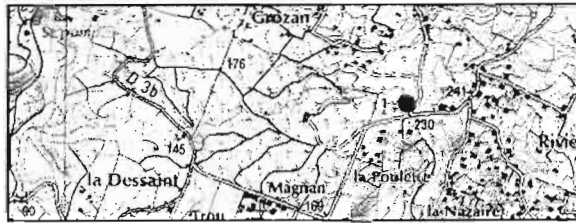
Echelle approximative : 1/30000

Exagération des hauteurs : 8 ×

Réalisée à partir:

- de la carte topographique 4502MT Le Lamentin au 1/25000 - IGN 1996
- de la carte géologique de France : feuillet La Martinique au 1/50000 - BRGM 1990
- des planchettes n°12: Région des hauteurs de Fort de France et n°13: Région de Morne Pitault Nord au 1/20000 - ORSTOM 1969

Le profil a été creusé sur la commune de Gros-Morne au lieu-dit : La Poulette  
Coordonnées:(716125m;1625125m) et altitude: 230m



Carte topographique 4502MT Le Lamentin (IGN-1996) au 1/25000



Carte des sols n°10 Saint Joseph-Vert Pré (ORSTOM-1969) au 1/20000

### L'environnement du profil

*Climat des semaines précédentes:*

ensoleillé et vent

*Géomorphologie:*

relief isolé, tuf affleurant en parcelle sous-jacente

*Géologie:*

substrat basaltique ( $\rho\beta m2a$ ); tuf

*Occupation des terres:*

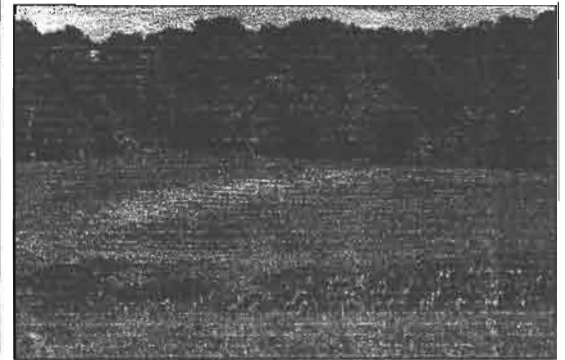
en friche depuis 5 ans (avant bananeraie)

*Influence humaine:*

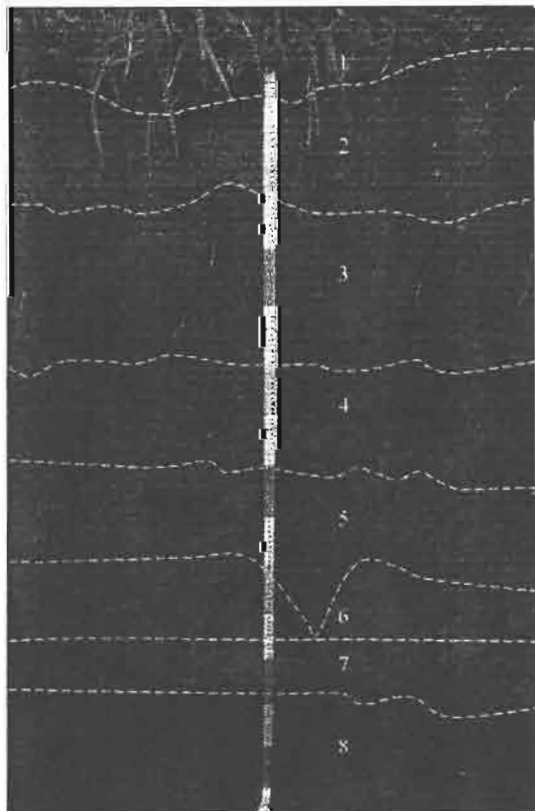
haies vives (glycéria à 15m)



Emplacement du profil



Affleurement de tuf



Le profil est de couleur brun foncé (10YR4/6) au sommet puis rougit (7,5YR5/8) et tend vers un éclaircissement en profondeur (10YR6/8).

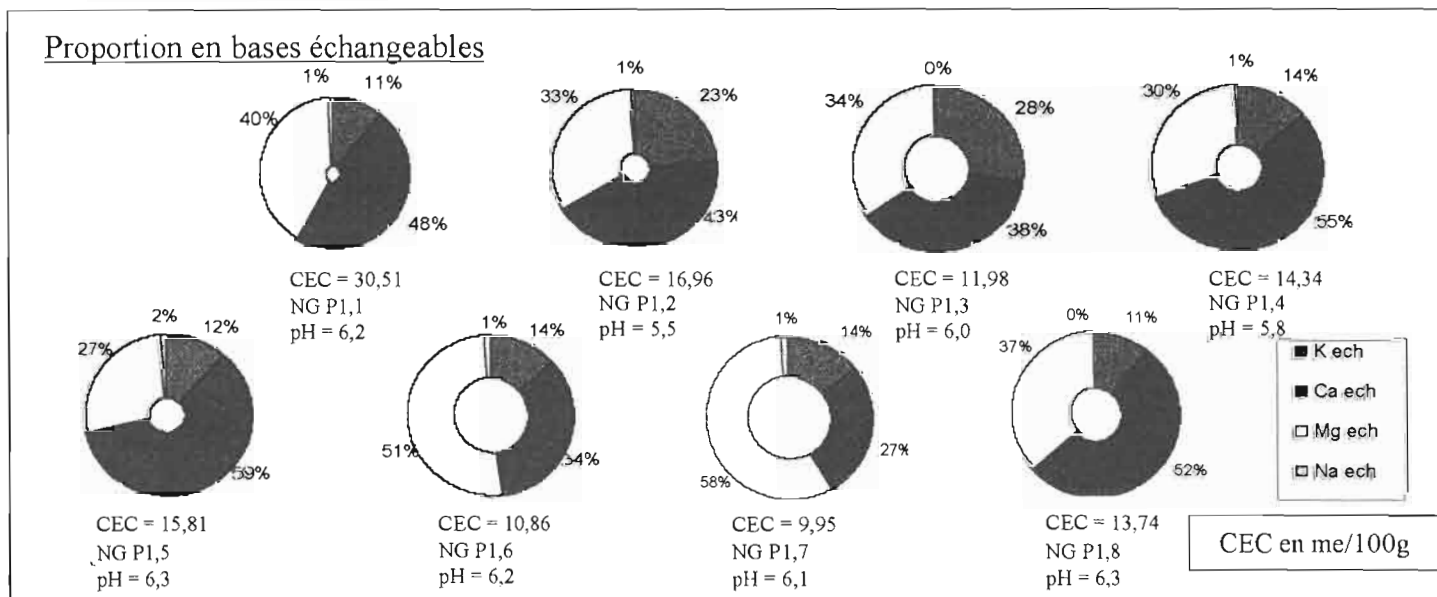
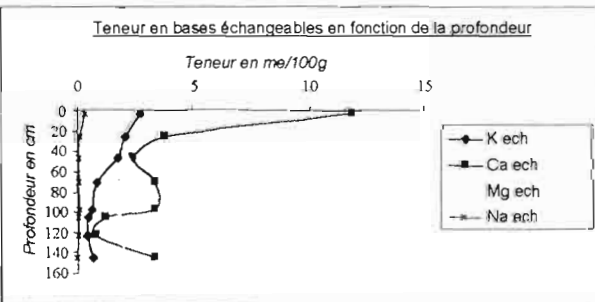
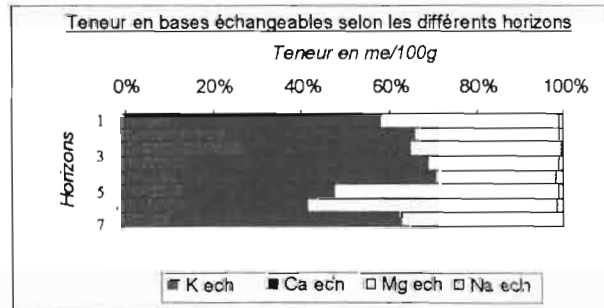
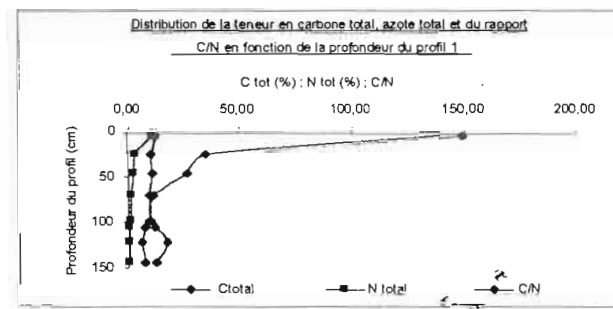
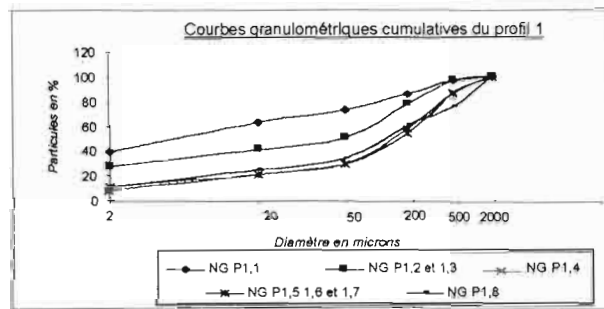
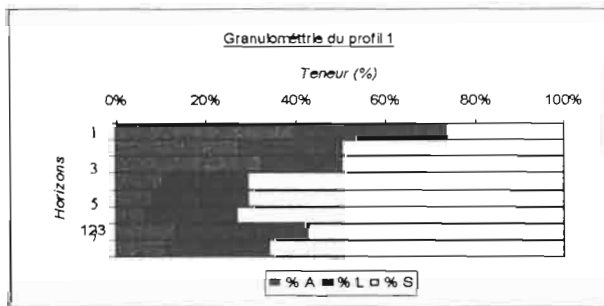
Le sol est acide ( $5,5 < \text{pH} < 6,5$ ) et a, au toucher, une apparence limoneuse très onctueuse.

La texture est limoneuse sableuse et la structure est bonne sur les cinquante premiers centimètres (polyédrique subangulaire) puis devient peu nette.

La consistance du sol est compacte dans l'ensemble et devient très compacte en profondeur.

La charge en éléments grossiers augmente avec la profondeur: il s'agit des débris de l'altération du tuf. On observe également des alternances d'horizons pauvres et d'horizons riches en éléments grossiers

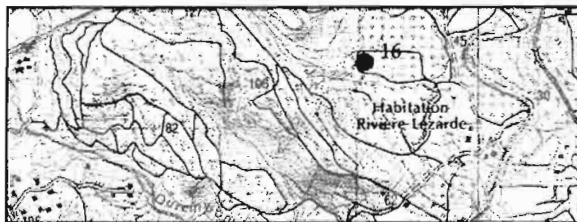
Profil 1: Sol à allophane sur tufs fins			Fraction minérale				Acidité				Fraction organique				Bases échangeables et CEC										
Référence	Profondeur du profil	Humidité résiduelle	Eléments grossiers	Granulométrie			Texture	pH		Acidité d'échange	Al 3+ cobalti-héxamine	C total	Taux de MO estimé (coeff. 1,72)	N total	C/N	Na ech	K ech	Mg ech	Ca ech	S	CEC	V	$\eta$	P	
				A	L	S		H2O	KCl																me/100g
	cm	%	% pondéral	%																					mg/100g
NG P1,1	0-5	23,1	3,0	39,6	34,1	26,3	LA	6,2	5,2	0,5	0,1	14,9	25,7	1,16	12,7	0,29	2,67	10,08	11,86	24,90	30,5	81,6	0,4	8,9	
NG P1,2	5-25	10,9	0,6	27,4	22,9	49,6	LAS	5,5	4,2	0,6	0,2	3,5	6,0	0,31	10,1	0,09	2,04	2,85	3,74	8,72	17,0	51,4	2,2	4,3	
NG P1,3	25-50	22,5	0,0	32,9	17,6	49,5	LAS	6,0	4,4	1,0	0,5	2,7	4,6	0,25	10,8	0,03	1,75	2,17	2,39	6,34	12,0	52,9	7,7	NA	
NG P1,4	50-70	27,4	50,2	10,7	18,8	70,5	LS	5,8	5,3	0,3	0,1	1,2	2,0	0,12	9,9	0,07	0,84	1,77	3,31	5,99	14,3	41,8	0,8	NA	
NG P1,5	70-97,5	40,1	0,0	8,3	21,4	70,2	LS	6,3	5,6	0,2	0,3	1,0	1,7	0,10	9,8	0,10	0,64	1,49	3,31	5,54	15,1	35,0	4,3	NA	
NG P1,6	97,5-105	37,1	68,0	6,7	20,3	73,0	LS	6,2	5,5	0,4	0,3	0,8	1,3	0,06	12,3	0,04	0,49	1,85	1,23	3,61	10,9	33,2	7,2	NA	
NG P1,7	105-122,5	20,2	76,6	13,2	29,7	57,1	LS	8,1	5,5	0,2	0,2	0,7	1,2	0,04	16,8	0,04	0,43	1,69	0,81	2,97	10,0	29,8	5,4	NA	
NG P1,8	122,5-145	31,2	69,3	11,1	23,2	65,6	LS	6,3	5,6	0,3	0,2	0,8	1,3	0,06	13,1	0,01	0,67	2,32	3,34	6,34	13,7	46,1	3,1	NA	
NG P1,9	145-225	18,3	3,1	65,7	23,7	10,7	AL	6,3	5,1	0,5	0,2	-	-	-	-	0,39	0,02	1,11	3,78	5,30	9,0	59,1	3,8	NA	
NG P1,10	225-265	21,0	2,1	71,3	19,4	9,3	AL	6,3	5,4	0,0	0,0	-	-	-	-	0,37	0,02	2,25	3,89	6,53	10,0	65,5	0,5	NA	



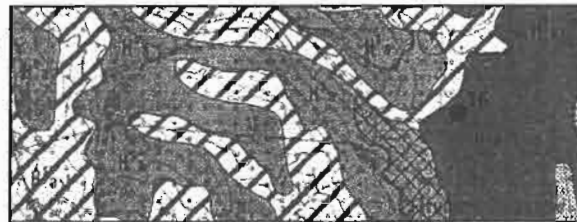
(Hsa)

Le profil a été creusé sur la commune de Saint-Joseph au lieu-dit la Lézarde  
(Station CIRAD - parcelle Ponterre)

Coordonnées:(714975m;1621725m) et altitude:72m



Carte topographique 4502MT Le Lamentin (IGN-1996) au 1/25000



Carte des sols n°12 Hauts de Fort de France (ORSTOM-1969) au 1/20000

L'environnement du profil

*Climat des semaines précédentes:*

ensoleillé et humide

*Géomorphologie:*

haut de versant à pente de 5%

*Géologie:*

Conglomérats (2-5C)

*Occupation des terres:*

bananeraie depuis 4 ans (avant en friche)

*Influence humaine:*

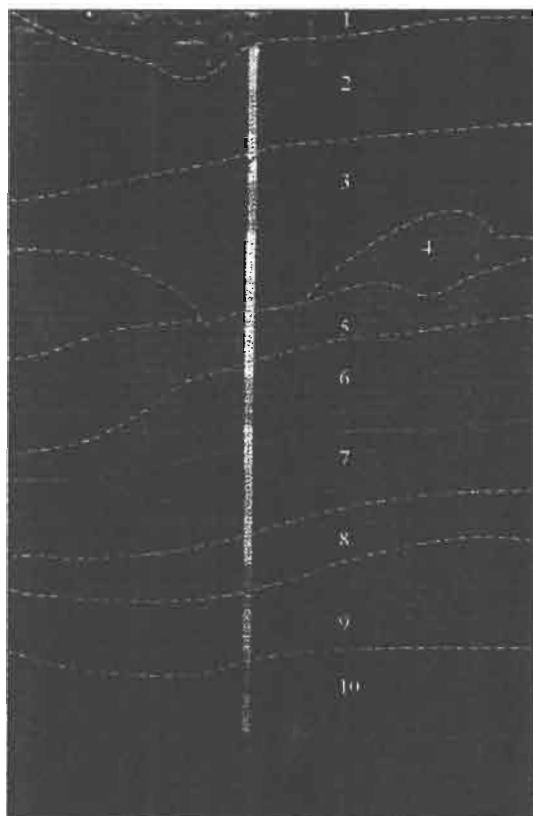
irrigation par aspersion, labour et sous-solage croisé

*Remarques:*

Fanes éparpillées au sol



Emplacement du profil



Le profil est de couleur brun foncé en surface (7,5YR3/4) puis s'éclaircit vers 60 cm de profondeur (7,5YR5/6). Il redevient brun foncé de 73 à 114 cm puis plus clair et plus jaune en profondeur (10YR4/6 - 7,5YR4/6).

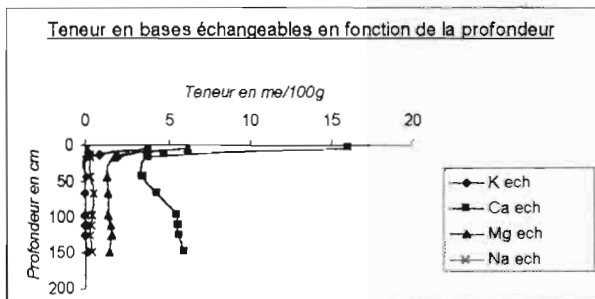
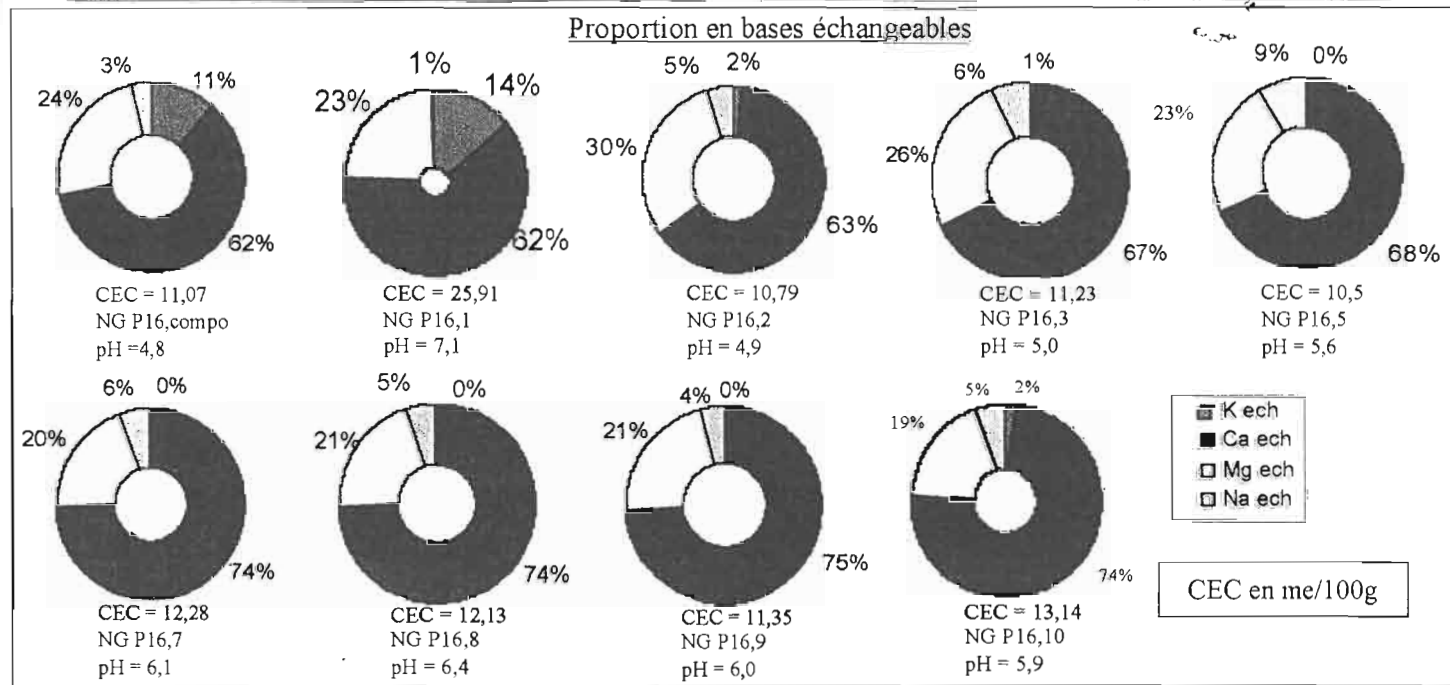
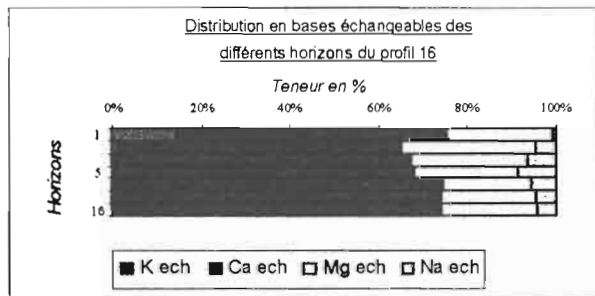
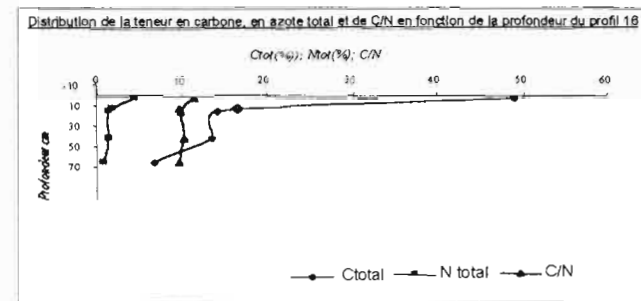
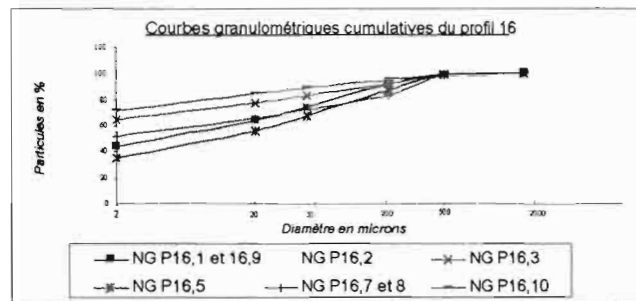
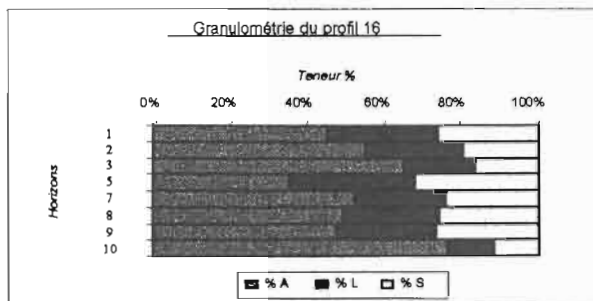
Le sol est acide ( $5 < \text{pH} < 6$ ) et a, au toucher, une apparence argileuse. (La texture est dominée par l'argile).

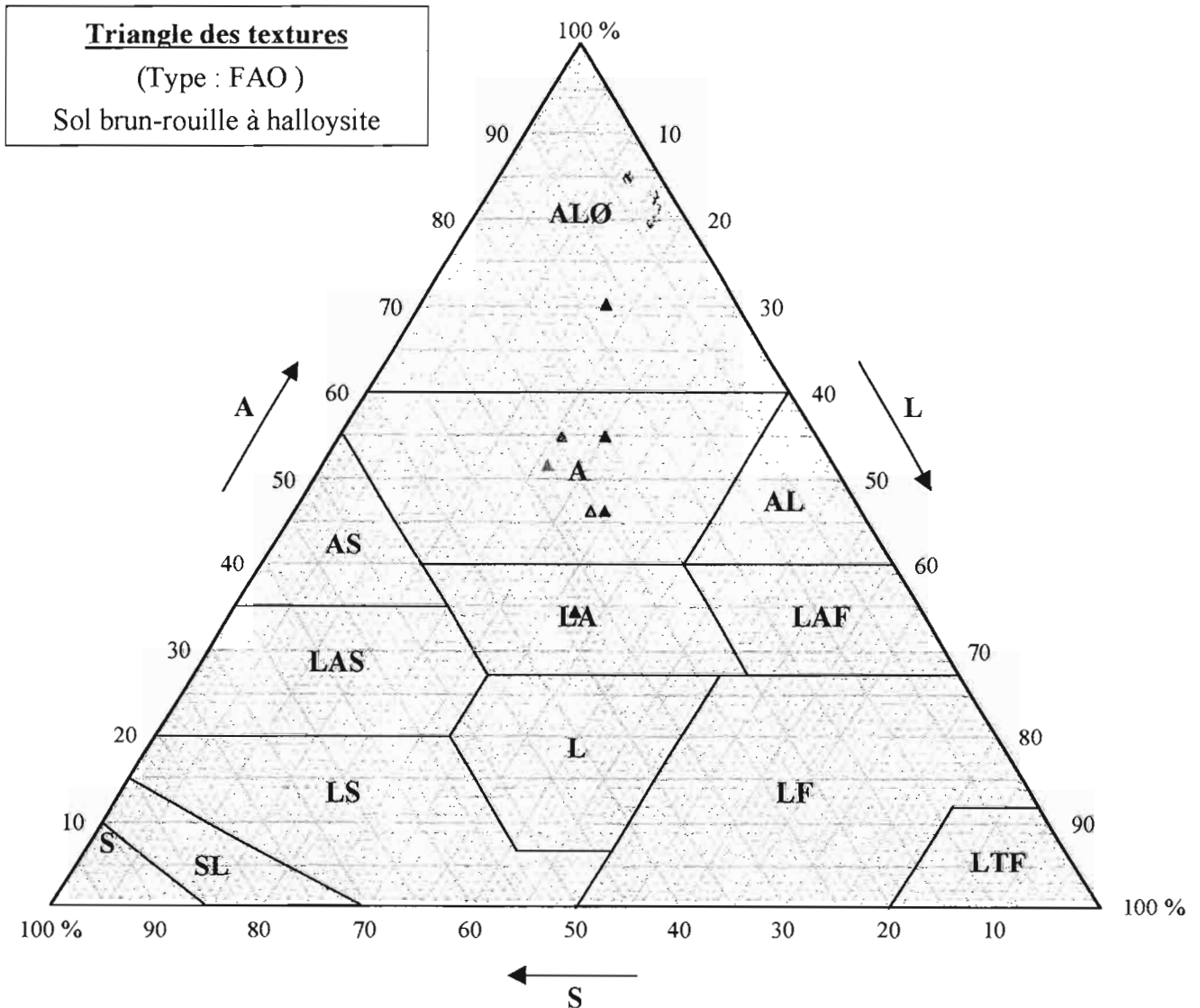
La structure est bonne (polyédrique subangulaire) sur les cinquante premiers centimètres puis devient massive.

La consistance du sol est peu compacte en surface devenant compacte à très compacte en profondeur.

La charge en éléments grossiers croît en profondeur, on constate également l'apparition de taches d'altération à partir de 105 cm de profondeur.

Profil 16: sol brun-rouille à halloysite			Fraction minérale				Acidité				Fraction organique				Bases échangeables et CEC									
Référence	Profondeur du profil	Humidité résiduelle	Eléments grossiers	Granulométrie			Texture	pH		Acidité d'échange	Al 3+ cobalt hexamine	C total	Taux de MO estimé (coeff:1,72)	N total	C/N	Na ech	K ech	Mg ech	Ca ech	S	CEC	V	m	P
				A	L	S		H2O	KCl															
NG P16, compo	0-25	1,9	-	-	-	-	-	4,8	4,3	0,5	0,2	1,7	2,8	0,17	9,8	0,27	0,88	1,90	4,71	7,76	11,1	70,1	2	4,3
NG P16,1	0-6	11,8	1,9	44,7	29,6	25,7	A	7,1	6,7	0,9	0,0	4,9	8,4	0,43	11,0	0,18	3,70	6,08	15,96	25,92	25,9	100,0	0	2,4
NG P16,2	6-28,5	11,0	1,4	54,9	25,8	19,3	A	4,9	3,9	1,2	0,2	1,4	2,5	0,15	9,9	0,29	0,09	1,77	3,74	5,89	10,8	54,6	3	NA
NG P16,3	28,5-52	11,6	1,2	65,4	18,3	16,3	ALO	5,0	3,9	1,3	0,2	1,4	2,4	0,13	10,0	0,33	0,04	1,35	3,44	5,16	11,2	45,9	4	NA
NG P16,5	59-73	14,1	3,7	35,2	33,1	31,7	LA	5,6	4,4	0,7	0,1	0,7	1,2	0,07	9,6	0,54	0,02	1,41	4,21	6,17	10,5	58,8	1	NA
NG P16,7	87,5-106	5,2	3,5	54,5	20,6	24,9	A	6,1	5,5	0,2	0,0	-	-	-	-	0,41	0,01	1,42	5,4	7,23	12,3	58,9	0	NA
NG P16,8	106-114,5	5,1	7,3	52,0	20,9	27,0	A	6,4	5,7	0,5	0,0	-	-	-	-	0,36	0,01	1,53	5,5	7,39	12,1	60,9	0	NA
NG P16,9	114,5-136,5	6,5	9,0	45,7	29,2	25,1	A	6,0	5,7	0,6	0,0	-	-	-	-	0,33	0	1,61	5,6	7,55	11,4	66,5	0	NA
NG P16,10	136,5-160	2,8	1,1	71,7	17,4	11,0	ALO	5,9	4,9	0,5	0,0	-	-	-	-	0,41	0,14	1,51	5,86	7,91	13,1	60,2	0	NA





**Légende :**

**ALØ** : Argile lourde ; **A** : Argile ; **AL** : Argile limoneuse ; **AS** : Argile sableuse.

**LAF** : Limon argileux fin ; **LA** : Limon argileux ; **LAS** : Limon argilo-sableux ;

**LTF** : Limon très fin ; **LF** : Limon fin ; **L** : Limon ; **LS** : limon sableux.

**SL** : Sable limoneux ; **S** : Sable.

**Symboles:**

▲ Profil 16 : NGP 16-1

▲ Profil 16: NGP 16-2

▲ Profil 16: NGP 16-3

▲ Profil 16: NGP 16-5

▲ Profil 16: NGP 16-7

▲ Profil 16: NGP 16-8

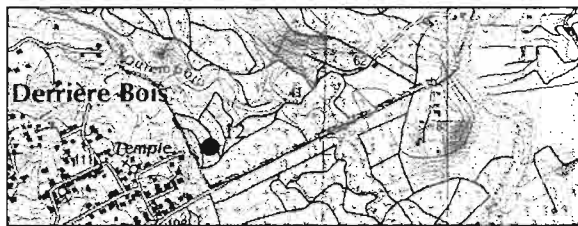
▲ Profil 16: NGP 16-9

▲ Profil 16: NGP 16-10

Gc

Le profil a été creusé sur la commune de Saint-Joseph au lieu-dit la Lézarde  
(Station CIRAD - parcelle Grand-Bois)

Coordonnées: (714625m; 1621000m) et altitude: 92m



Carte topographique 4502MT Le Lamentin (IGN-1996) au 1/25000



Carte des sols n°12 Hauteurs de Fort de France (ORSTOM-1969) au 1/20000

L'environnement du profil

*Climat des semaines précédentes:*

ensoleillé et humide

*Géomorphologie:*

versant de pente 9%

*Géologie:*

substrat basaltique ( $\rho\beta m2a$ )

*Occupation des terres:*

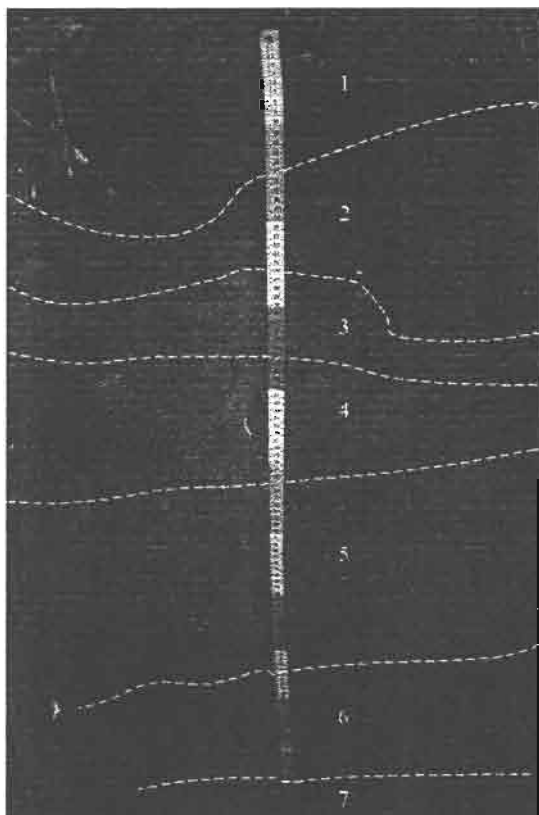
bananeraie

*Influence humaine:*

irrigation par aspersion, coupe-vent



Emplacement du profil



Le profil est de coloration brun foncé en surface (10YR4/4), il devient ensuite jaunâtre (10YR5/8) puis rougeâtre en profondeur (7,5YR5/6).

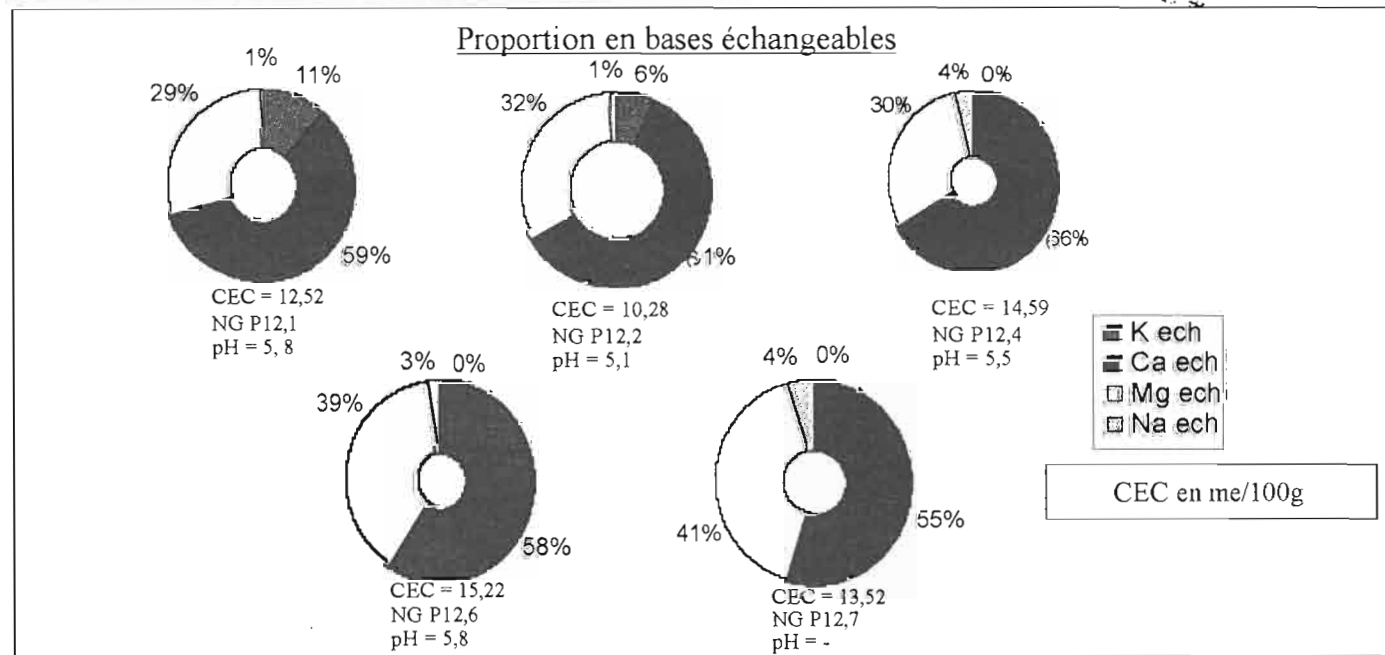
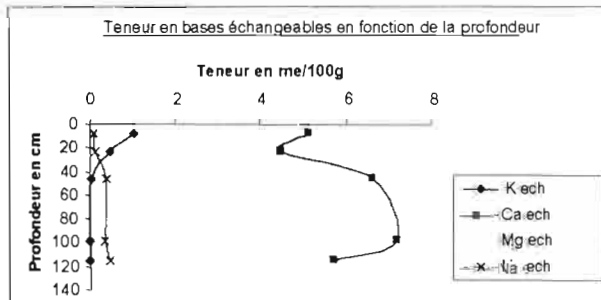
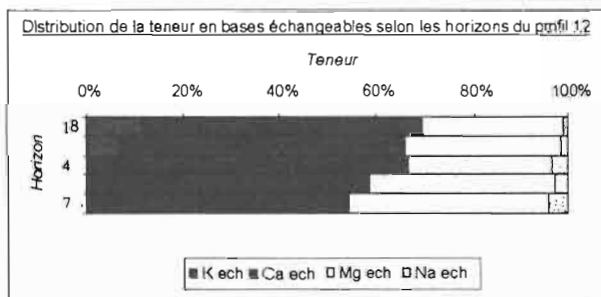
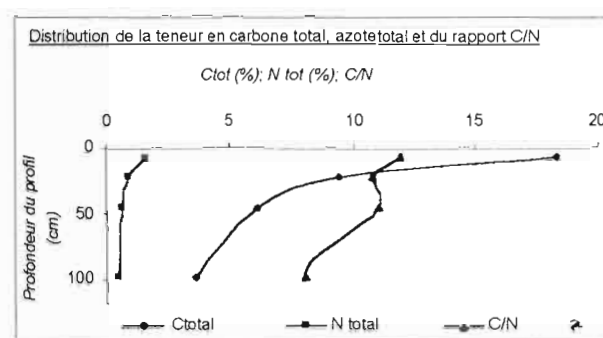
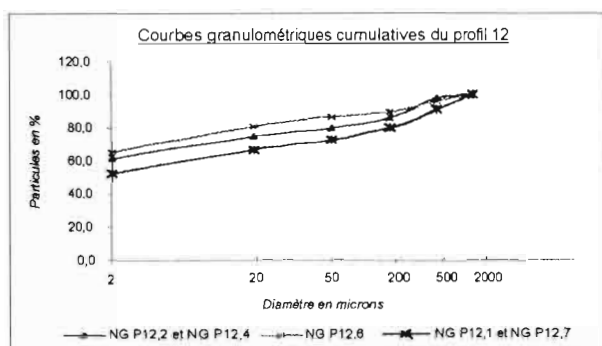
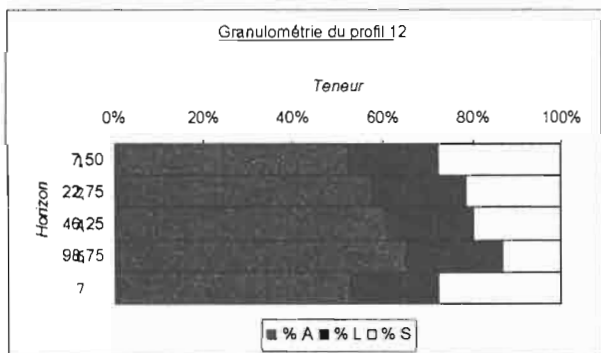
Le sol est frais et acide ( $5,8 < pH < 5,1$ ) et a, au toucher une apparence très argileuse la texture variant d'argileuse à argileuse lourde.

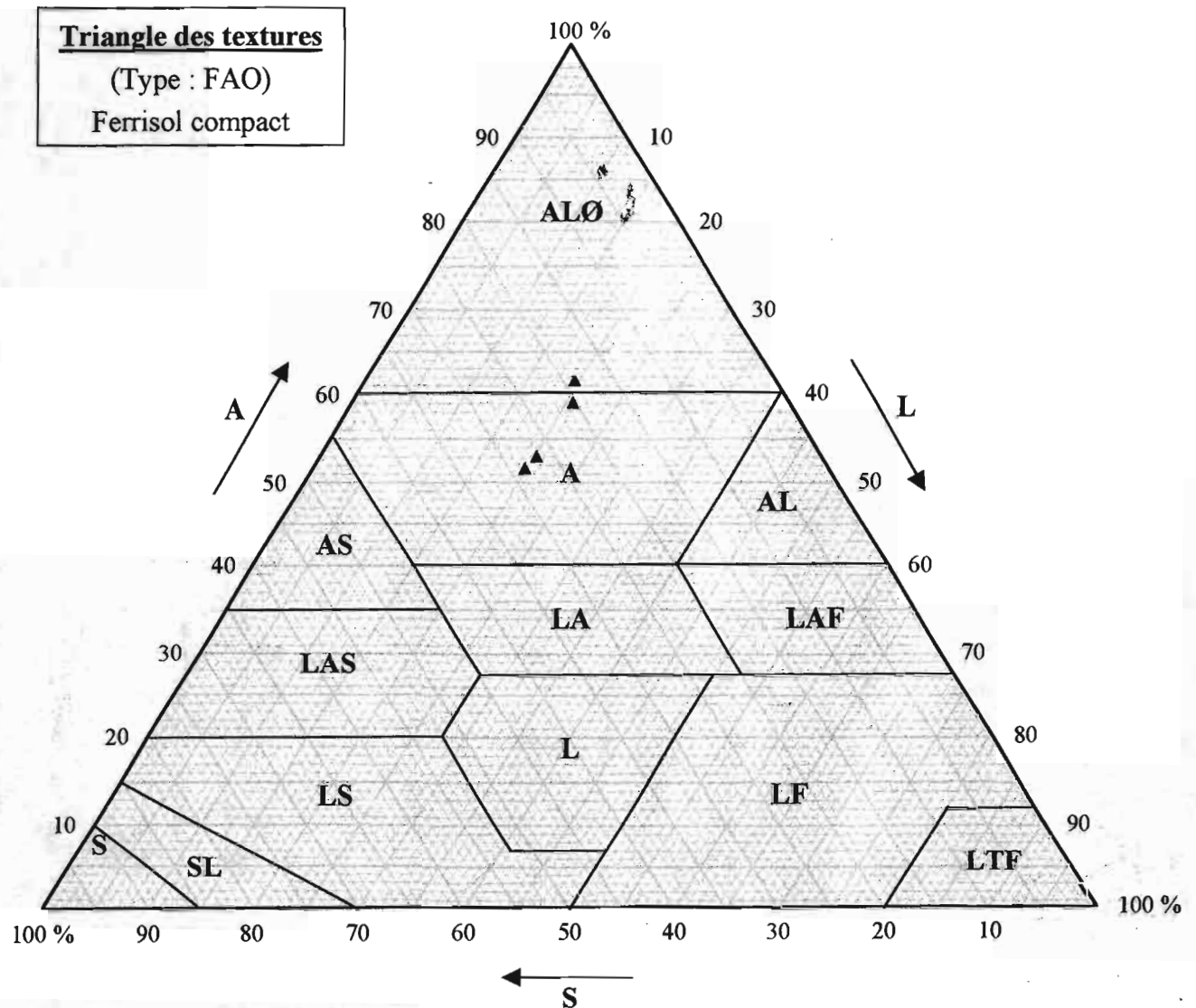
La structure est bonne en surface (polyédrique subangulaire) mais devient rapidement peu nette.

La consistance du sol est compacte puis devient très compacte en profondeur, à partir de 55 cm.

La charge en éléments grossiers se concentre sur les 30 premiers centimètres puis en profondeur, à partir de 110 cm. Les taches deviennent également plus prononcées et plus abondantes en profondeur : de 2 à 20% de 55 à 87 cm de profondeur puis de 20 à 50% de taches.

Profil 12: Ferrisol compact			Fraction minérale				Acidité				Fraction organique				Bases échangeables et CEC									
Référence	Profondeur du profil (cm)	Humidité résiduelle (%)	Eléments grossiers (%) pondéral	Granulométrie (%)			Texture	pH		Acidité d'échange (me/100g)	Al 3+ cobalti-héxamine (me/100g)	C total (%)	Taux de MO estimé (coeff: 1,72) (%)	N total (%)	C/N	Na ech (me/100g)	K ech (me/100g)	Mg ech (me/100g)	Ca ech (me/100g)	S (me/100g)	CEC (me/100g)	V (%)	m (%)	P (mg/100g)
				A	L	S		H2O	KCl															
NG P12,1	0-15	7,5	2,9	52,4	20,1	27,4	A	5,8	4,8	0,3	0,1	1,8	3,1	0,15	11,9	0,09	0,99	2,53	5,08	8,69	12,5	69,4	1,5	5,1
NG P12,2	15-30,5	9,6	15,1	57,9	20,6	21,5	A	5,1	4,2	*	0,2	0,9	1,6	0,09	10,8	0,11	0,46	2,38	4,46	7,41	10,3	72,1	2,1	-
NG P12,4	37,5-55	7,1	0,0	61,3	19,0	19,7	ALO	5,5	4,6	0,5	0,0	0,6	1,1	0,06	11,0	0,36	0,04	2,93	6,57	9,90	14,6	67,9	0,2	NA
NG P12,6	87,5-110	8,2	0,0	65,4	21,2	13,4	ALO	5,8	5,2	*	0,1	0,4	0,6	0,04	8,1	0,35	0,01	4,71	7,16	12,23	15,2	80,3	0,9	NA
NG P12,7	110-120	8,1	82,2	52,7	20,0	27,3	A	-	-	NA	0,1	-	-	-	-	0,46	0,01	4,31	5,67	10,45	13,5	77,3	1,0	NA



**Légende :**

**ALØ** : Argile lourde ; **A** : Argile ; **AL** : Argile limoneuse ; **AS** : Argile sableuse.

**LAF** : Limon argileux fin ; **LA** : Limon argileux ; **LAS** : Limon argilo-sableux ; **LTF** : Limon très fin ; **LF** : Limon fin ; **L** : Limon ; **LS** : limon sableux.

**SL** : Sable limoneux ; **S** : Sable.

**Symboles:**

- ▲ Profil 12 : NGP 12-1
- ▲ Profil 12 : NGP 12-2
- ▲ Profil 12 : NGP 12-4
- ▲ Profil 12 : NGP 12-6
- ▲ Profil 12 : NGP 12-7

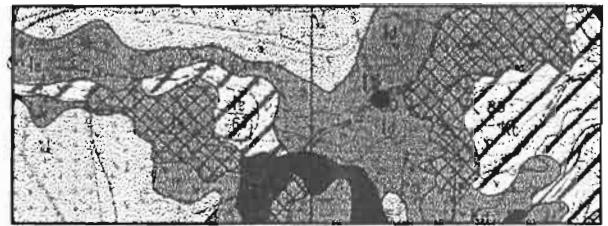
Id

Le profil a été creusé sur la commune du Lamentin au lieu-dit Bois-Rouge

Coordonnées:(719000m;1616000m) et altitude:30m



Carte topographique 4502MT Le Lamentin (IGN-1996) au 1/25000



Carte des sols n°15: Mome Pitault Sud-Le François (ORSTOM-1969) au 1/20000

L'environnement du profil

*Climat des semaines précédentes:*

ensoleillé

*Géomorphologie:*

versant de pente 10%

*Géologie:*

Hyaloclastites (Hm2a)

*Occupation des terres:*

bananeraie

*Influence humaine:*

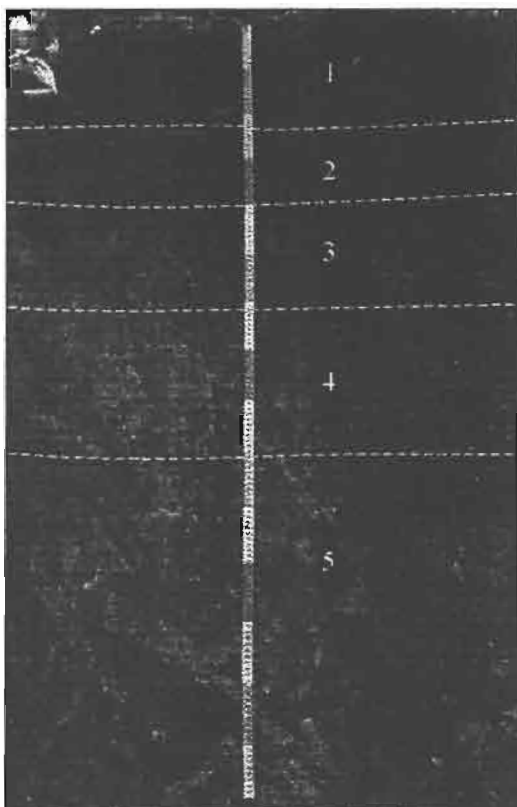
irrigation par aspersion



Emplacement du profil



Vue vers l'ouest



Le profil est de couleur brun foncé en surface (10YR4/4) mais celle-ci est rapidement masquée par l'abondance de taches et de traînées de couleurs rouge (10R4/8) et grise (7,5Y6/1).

Le sol est acide ( $5,5 < \text{pH} < 6$ ) et a, au toucher, une apparence argileuse (la texture est dominée par l'argile)

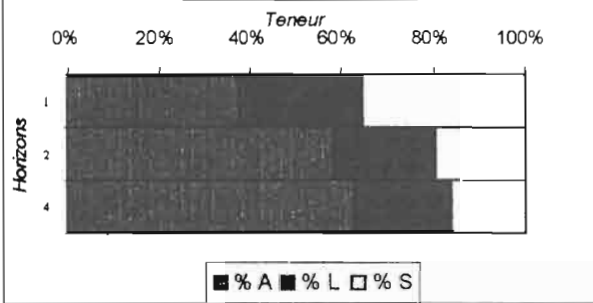
La structure est bonne sur 25 cm puis devient peu nette.

La consistance du sol est compacte, la charge en éléments grossiers est importante à partir de 60 cm.

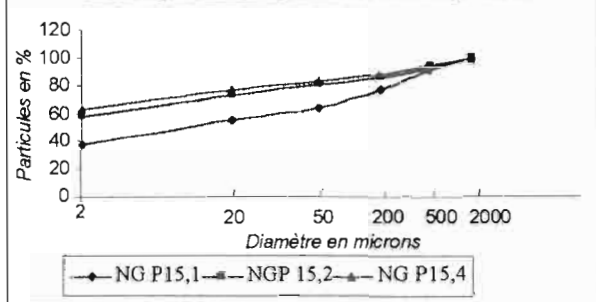
En surface, on observe des fentes de retrait assez profondes (sur 25 cm) et large de 2-3cm.

Profil 15: Sols rouges ou bruns montmorillonitiques			Fraction minérale				Acidité				Fraction organique				Bases échangeables et CEC									
Référence	Profondeur du profil cm	Humidité résiduelle %	Eléments grossiers % pondéral	Granulométrie			Texture FAO	pH		Acidité d'échange me/100g	Al 3+ cobalti-héxamine me/100g	C total %	Taux de MO estimé (coeff:1,72) %	N total %	C/N	Na ech me/100g	K ech me/100g	Mg ech me/100g	Ca ech me/100g	S me/100g	CEC me/100g	V %	m %	P mg/100g
				A	L	S		H2O	KCl															
NG P15,1	0-25	8,6	3,8	37,7	26,7	35,6	LA	5,5	4,4	0,3	0,2	2,4	4,1	0,19	12,3	0,22	0,50	8,87	11,10	20,69	24,3	85,2	1,0	2,4
NG P15,2	25-40	6,3	0,0	58,5	21,9	19,6	A	5,8	4,2	0,5	0,2	0,9	1,5	0,09	9,7	0,62	0,15	11,16	12,77	24,70	28,0	88,1	0,8	-
NG P15,4	60-90	4,9	35,6	62,6	21,1	16,4	ALO	NA	NA	NA	0,1	NA	NA	NA	1,06	0,14	13,54	10,00	24,74	28,5	86,9	0,5	NA	

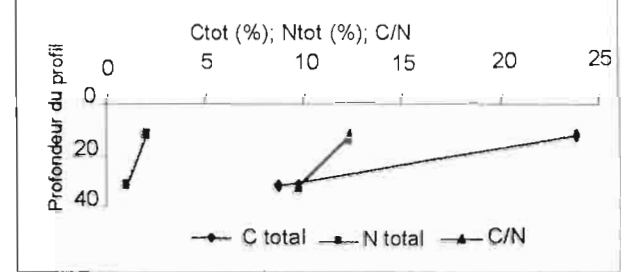
Granulométrie du profil 15



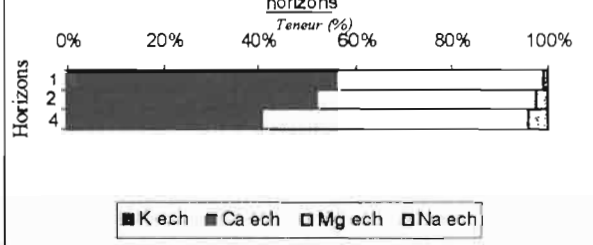
Courbes granulométriques cumulatives du profil 15



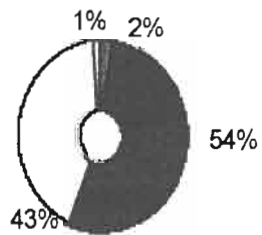
Distribution de la teneur en carbone total, azote total et rapport C/N en fonction de la profondeur du profil 15



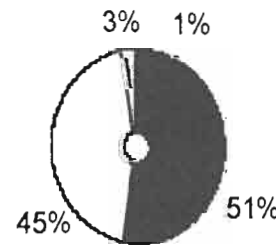
Distribution de la teneur en bases échangeables selon les horizons



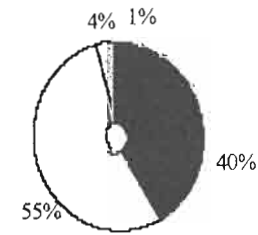
Proportion en bases échangeables



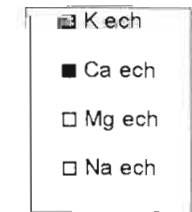
CEC = 24,28  
NG P15,1  
pH = 5,5



CEC = 28,03  
NG P15,2  
pH = 5,8

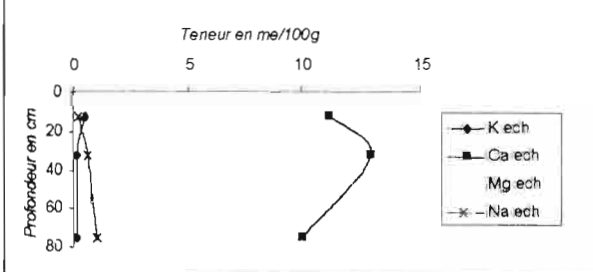


CEC = 28,48  
NG P15,4  
pH = 4,9



CEC en me/100g

Teneur en bases échangeables en fonction de la profondeur



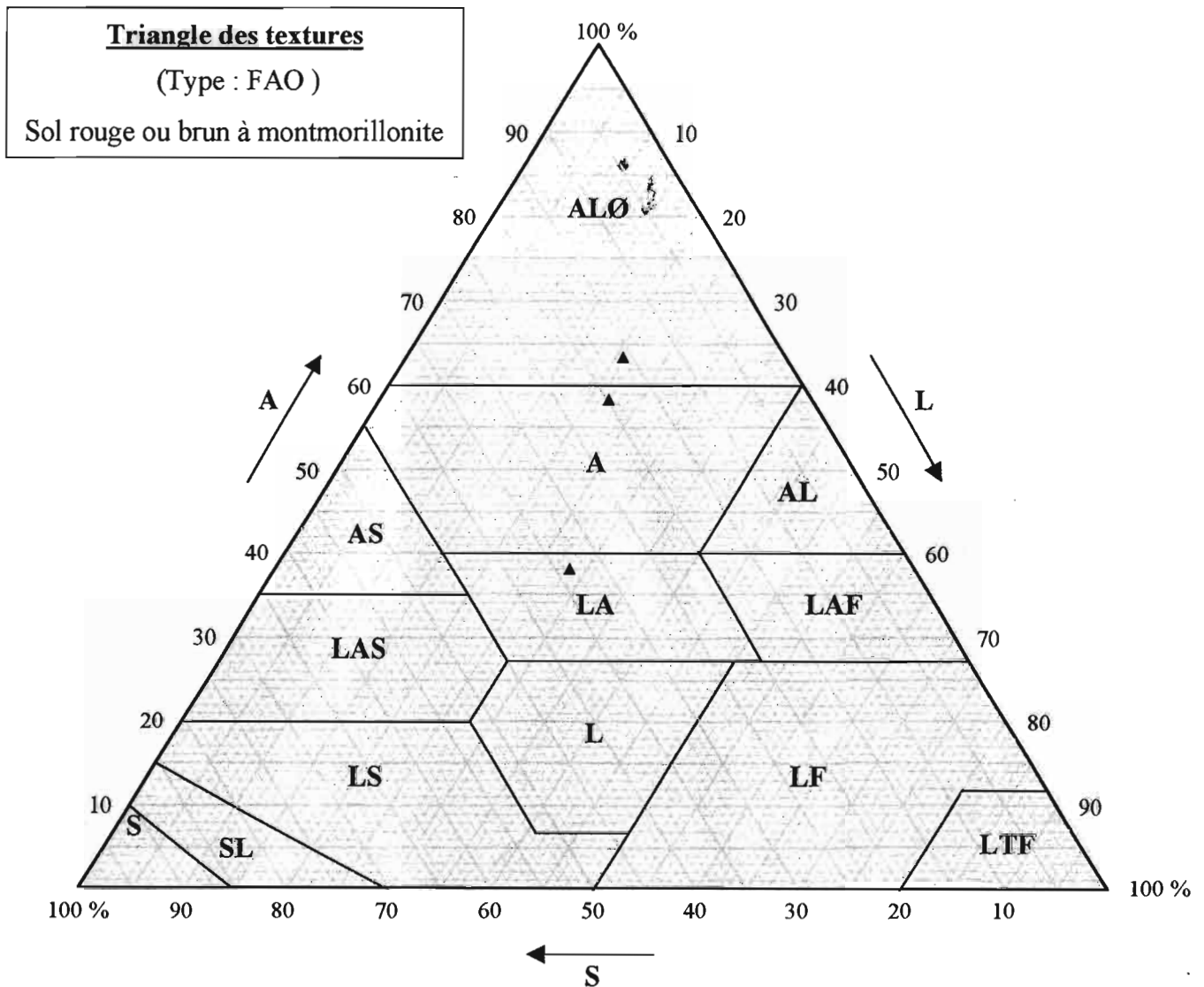


Figure 9 : Triangle des textures pour le profil 15

**Légende :**

AL Ø : Argile lourde ; A : Argile ; AL : Argile limoneuse ; AS : Argile sableuse.

LAF : Limon argileux fin ; LA : Limon argileux ; LAS : Limon argilo-sableux ; LTF : Limon très fin ; LF : Limon fin ; L : Limon ; LS : limon sableux.

SL : Sable limoneux ; S : Sable.

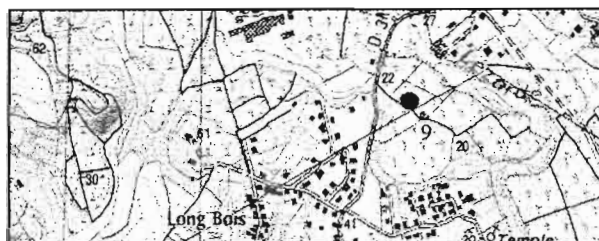
**Symboles:**

- ▲ Profil 15 : NGP 15-1
- ▲ Profil 15 : NGP 15-2
- ▲ Profil 15 : NGP 15-4

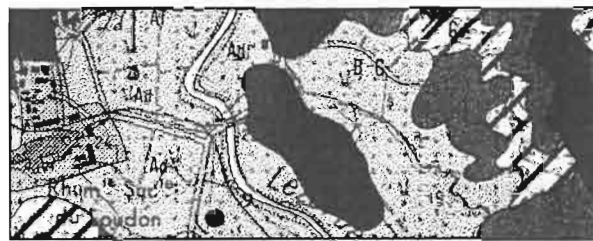
Ad

Le profil a été creusé sur la commune du Lamentin au lieu-dit Soudon  
(Habitation Soudon - Parcelle au Sud)

Coordonnées:(716000m;16197500m) et altitude:21m



Carte topographique 4502MT Le Lamentin (IGN-1996) au 1/25000



Carte des sols n°13: Morne Pitault Nord (ORSTOM-1969) au 1/20000

L'environnement du profil

*Climat des semaines précédentes:*

moyennement ensoleillé et pluie

*Géomorphologie:*

Surface de pente inférieure à 5%

*Géologie:*

Alluvions récentes (Fz)

*Occupation des terres:*

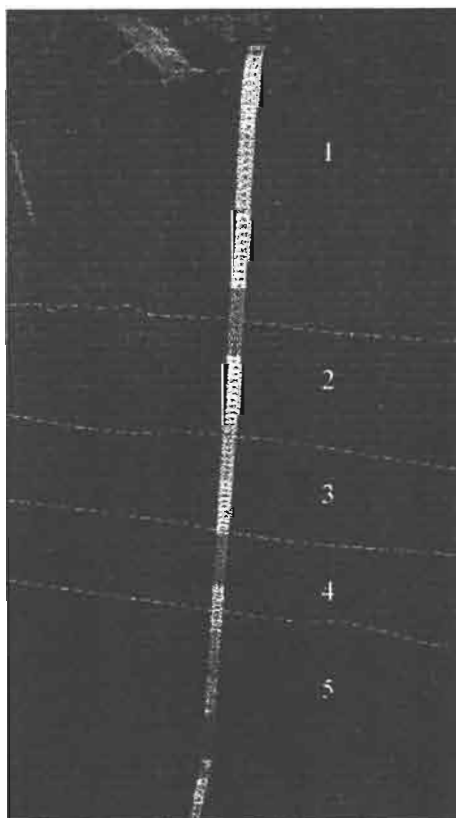
bananeraie

*Influence humaine:*

irrigation par aspersion, fossés



Emplacement du profil



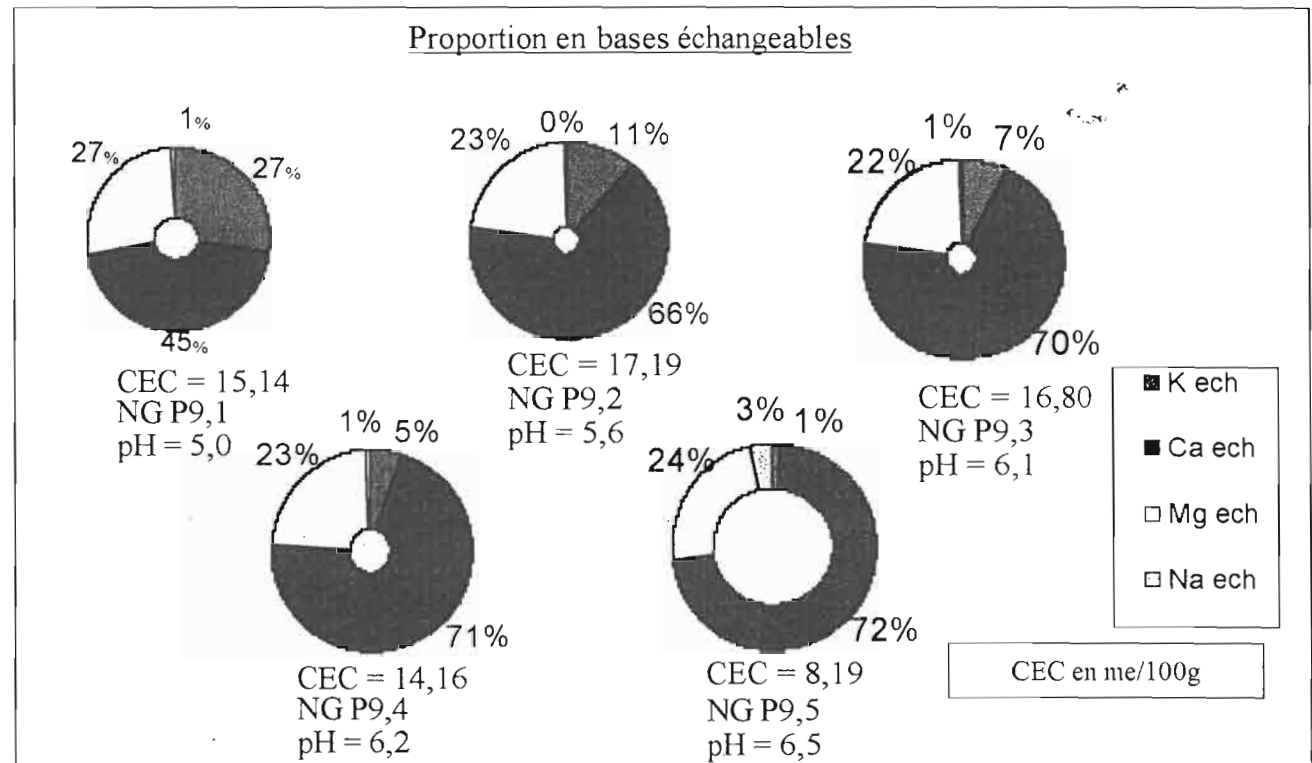
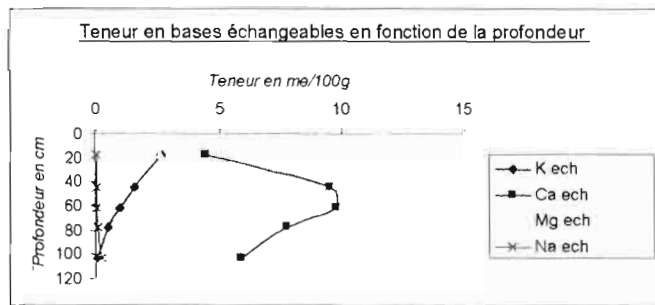
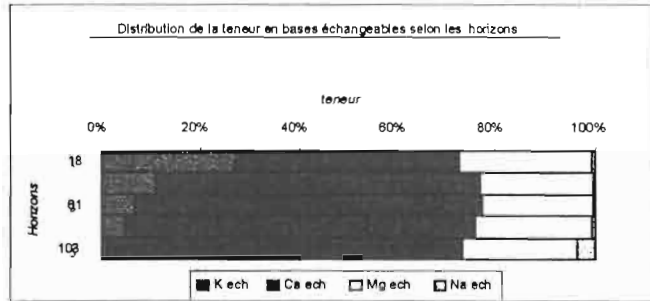
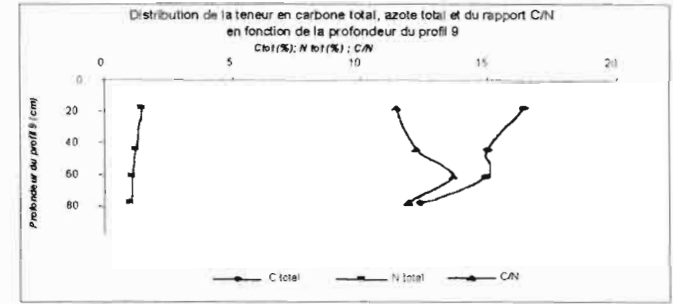
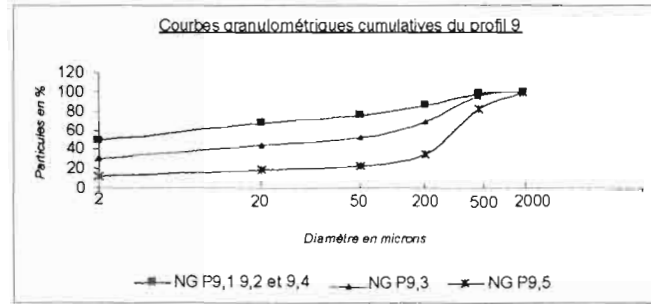
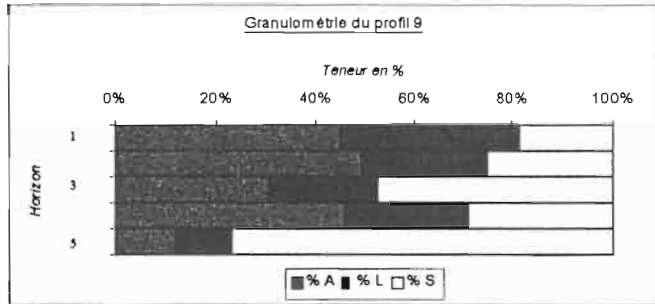
Ce profil est homogène au point de vue de la couleur (brun foncé:7,5YR3/4) et de la structure (massive).

Le sol est acide ( $5,5 < \text{pH} < 6,5$ ) et a, au toucher, une apparence argileuse à sablo-argileuse en profondeur. La texture étant dominée par l'argile, des enrichissements en sables ne sont toutefois pas négligeables de 52 à 70 cm et de 85 à 120 cm.

La consistance du sol est compacte à très compacte en profondeur, puis la compacité diminue dans les deux derniers horizons.

Le profil est pauvre en éléments grossiers (< 2%)

Profil 9: Alluvions continentales			Fraction minérale				Acidité				Fraction organique				Bases échangeables et CEC									
Référence	Profondeur du profil	Humidité résiduelle	Eléments grossiers	Granulométrie			Texture	pH		Acidité d'échange	Al 3+ cobalti-héxamine	C total	Taux de MO estimé (coeff:1,72)	N total	C/N	Na ech	K ech	Mg ech	Ca ech	S	CEC	V	m	P
				A	L	S		H2O	KCl															
	cm	%	% pondéral	%								%			me/100g							%		mg/100g
NG P9,1	0-35	10,4	0,0	45,0	36,4	18,6	A	5,0	3,8	3,0	2,1	1,6	2,8	0,14	11,3	0,08	2,66	2,63	4,43	9,80	15,1	64,7	17,6	4,0
NG P9,2	35-52	9,8	0,0	49,3	25,6	25,1	A	5,6	4,4	0,2	0,1	1,5	2,6	0,12	12,1	0,03	1,60	3,30	9,51	14,44	17,2	84,0	0,8	-
NG P9,3	52-70	5,8	0,0	30,6	21,8	47,5	LAS	6,1	4,8	0,2	0,1	1,5	2,6	0,11	13,6	0,07	1,01	3,10	9,78	13,96	16,8	83,1	0,4	NA
NG P9,4	70-85	6,4	0,0	46,3	24,6	29,1	A	6,2	4,8	0,2	0,0	1,2	2,1	0,10	11,8	0,09	0,55	2,57	7,74	10,95	14,2	77,3	0,4	NA
NG P9,5	85-120	4,1	1,3	12,1	11,2	76,7	LS	6,5	4,7	0,3	0,1	-	-	-	-	0,27	0,12	1,94	5,86	8,19	8,6	95,6	0,7	NA



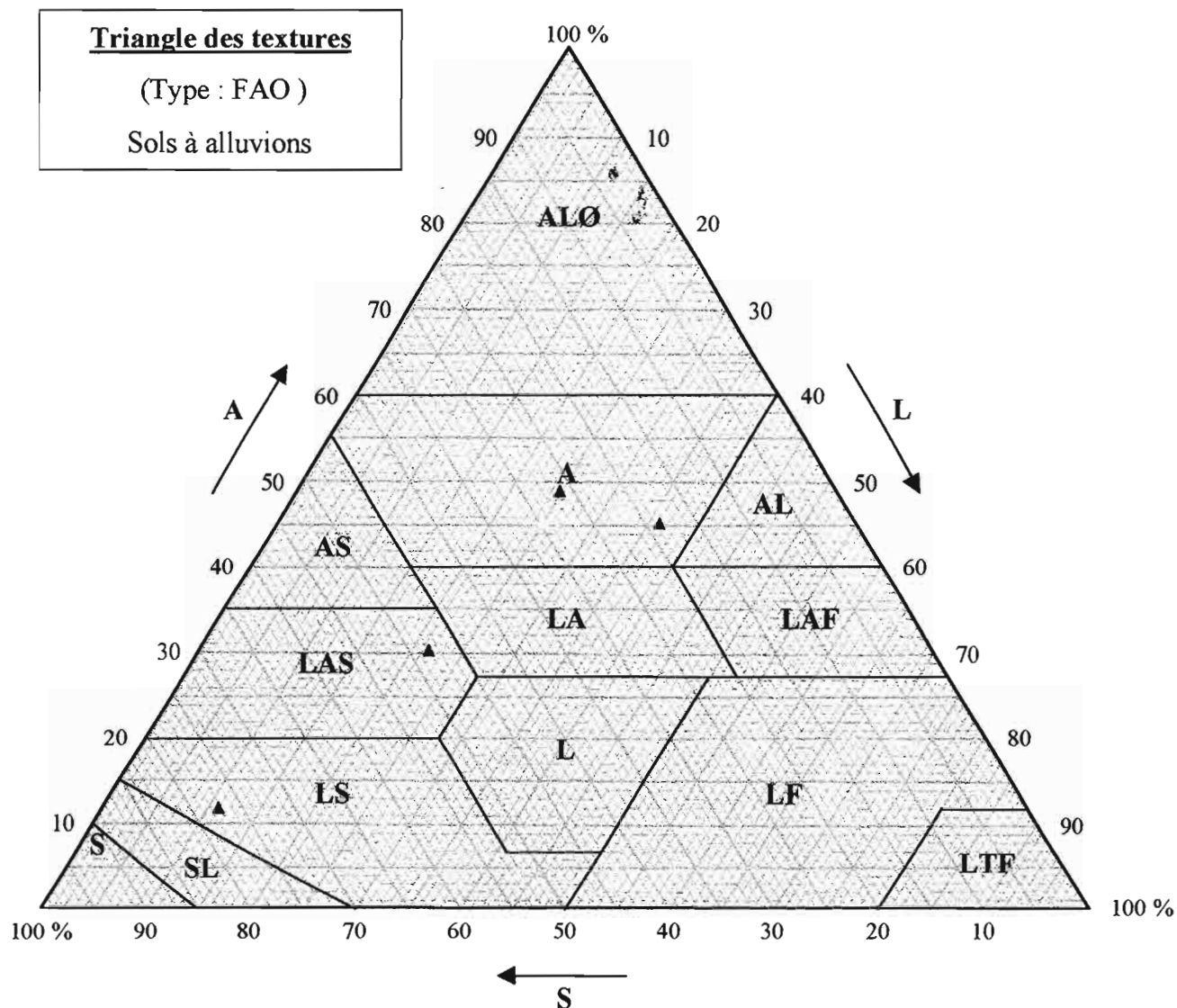


Figure Q : Triangle de texture pour le profil 9

**Légende :**

**ALØ** : Argile lourde ; **A** : Argile ; **AL** : Argile limoneuse; **AS** : Argile sableuse.

**LAF** : Limon argileux fin ; **LA** : Limon argileux ; **LAS** : Limon argilo-sableux;

**LTF** : Limon très fin ; **LF** : Limon fin; **L** : Limon; **LS** : limon sableux.

**SL** : Sable limoneux; **S** : Sable.

**Symboles:**

- ▲ Profil 9 : NGP 9-1
- ▲ Profil 9 : NGP 9-2
- ▲ Profil 9 : NGP 9-3
- ▲ Profil 9 : NGP 9-4
- ▲ Profil 9 : NGP 9-5

# DIFFRACTOGRAMMES DES PROFILS 1 et 12

- Légende:**
- Conditions normales
  - Glycolé
  - Chauffé à 110°C
  - Chauffé à 550°C

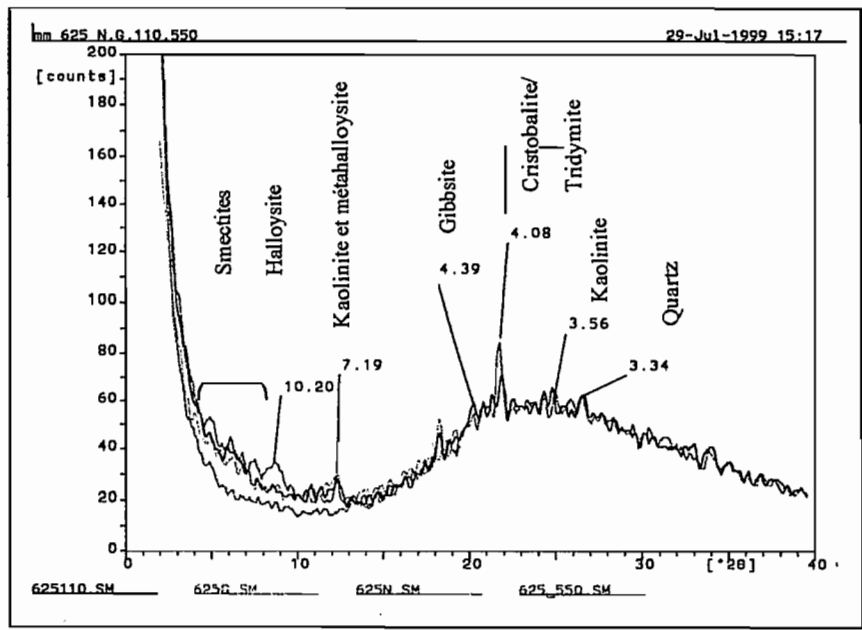


Figure R : Diffractogramme de l'échantillon NG P1-3 (25-50 cm)

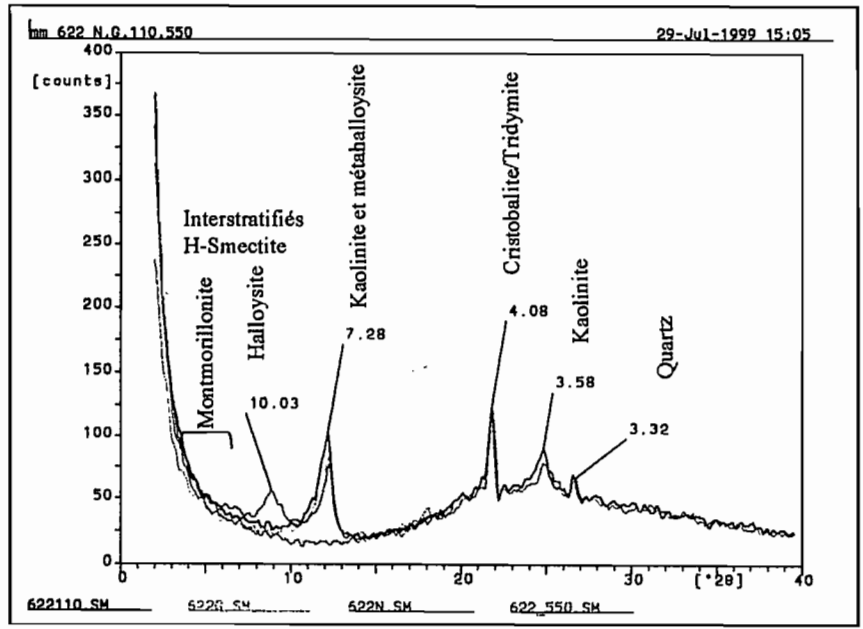


Figure S : Diffractogramme de l'échantillon NG P12-2 (15-30,5 cm)

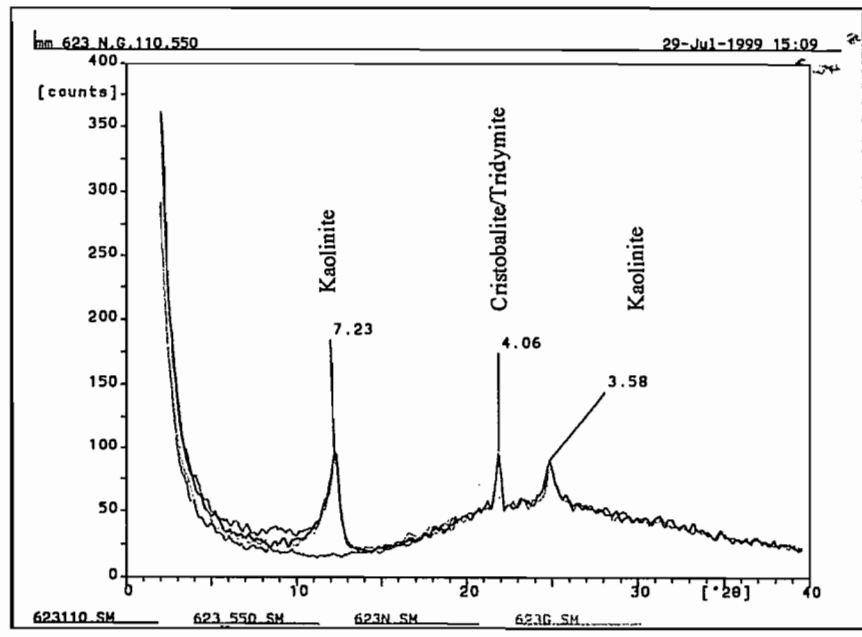


Figure T : Diffractogramme de l'échantillon NG P12-6 (87,5-110 cm)

# DIFFRACTOGRAMMES DU PROFIL 16

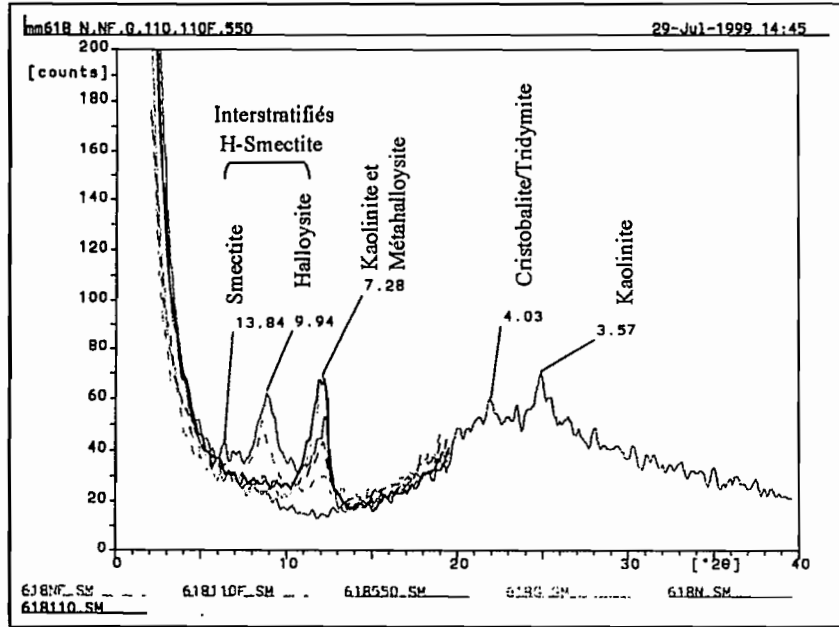


Figure U : Diffractogramme de l'échantillon NG 16, 1 (0-6 cm)

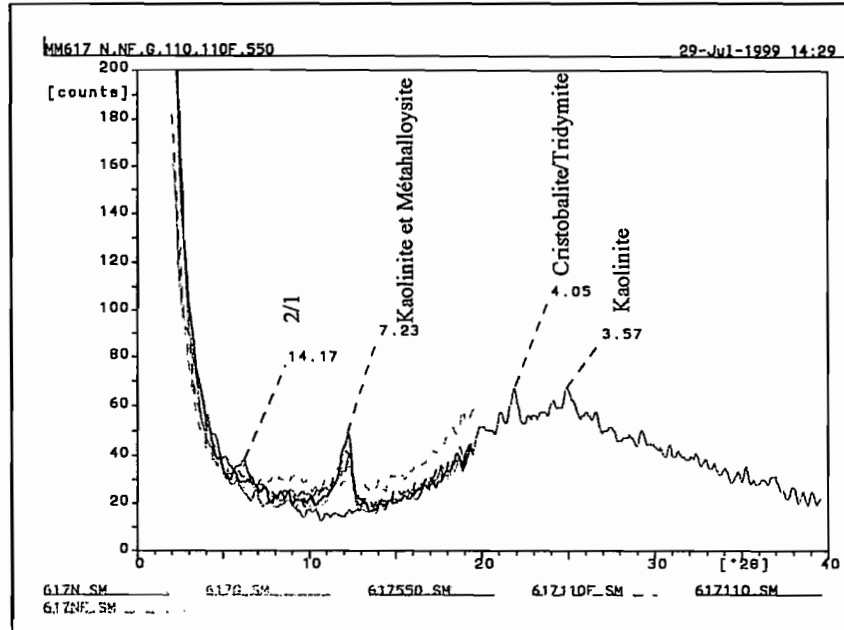


Figure V : Diffractogramme de l'échantillon NG 16, 3 (28.5-52 cm)

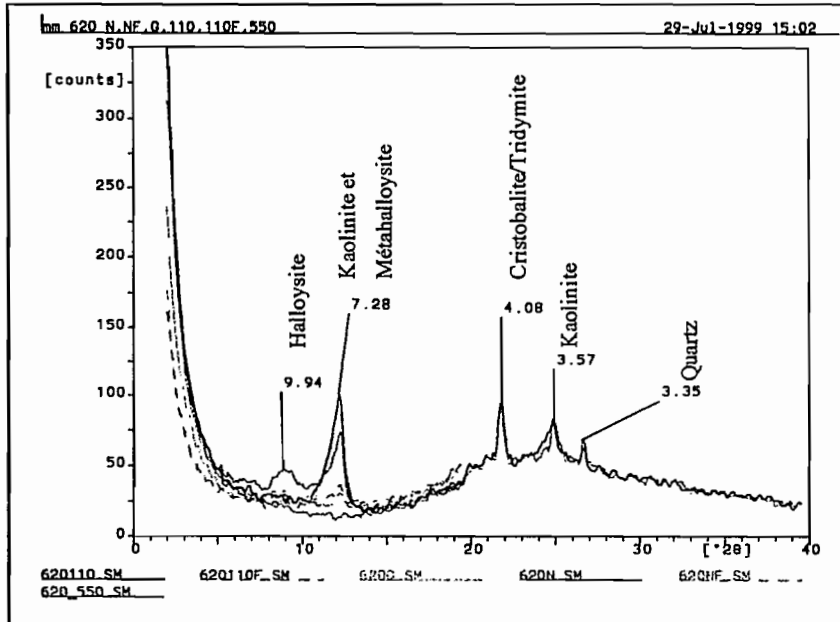


Figure W : Diffractogramme de l'échantillon NG 16, 7 (87.5-106 cm)

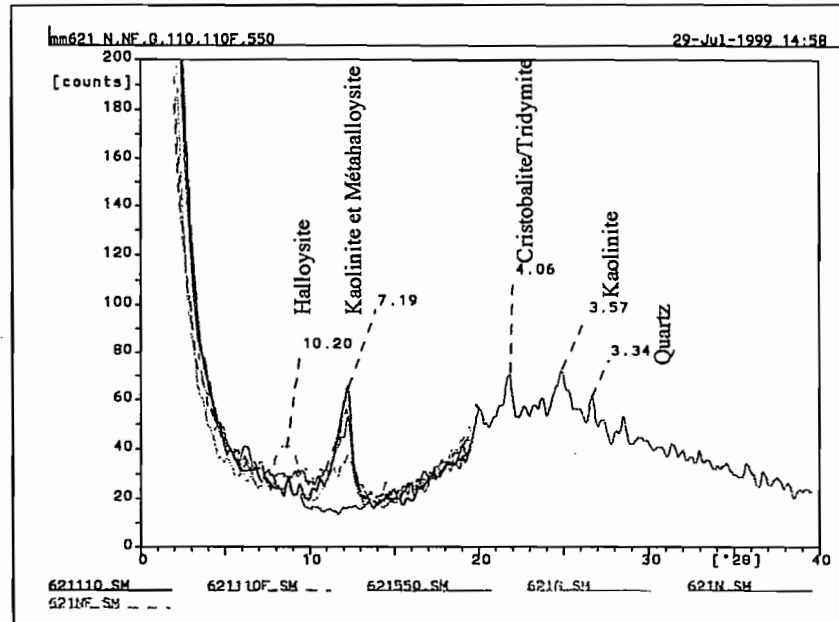


Figure X : Diffractogramme de l'échantillon NG 16, 10 (136.5-160 cm)

**Légende:**

—	Conditions normales
—	Glycolé
—	Chauffé à 110°C
—	Chauffé à 550°C
---	Normal Formamide
---	110°C Formamide

# DIFFRACTOGRAMMES DES PROFILS 15 et 9

## Légende:

- Conditions normales
- Glycolé
- Chauffé à 110°C
- Chauffé à 550°C

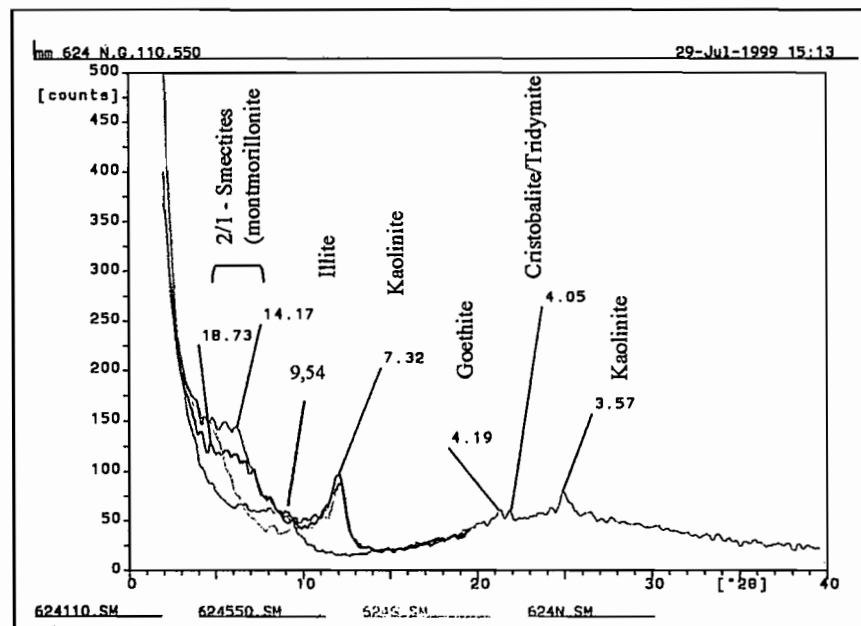


Figure Y : Diffractogramme de l'échantillon NGP 15.2 (25-40 cm)

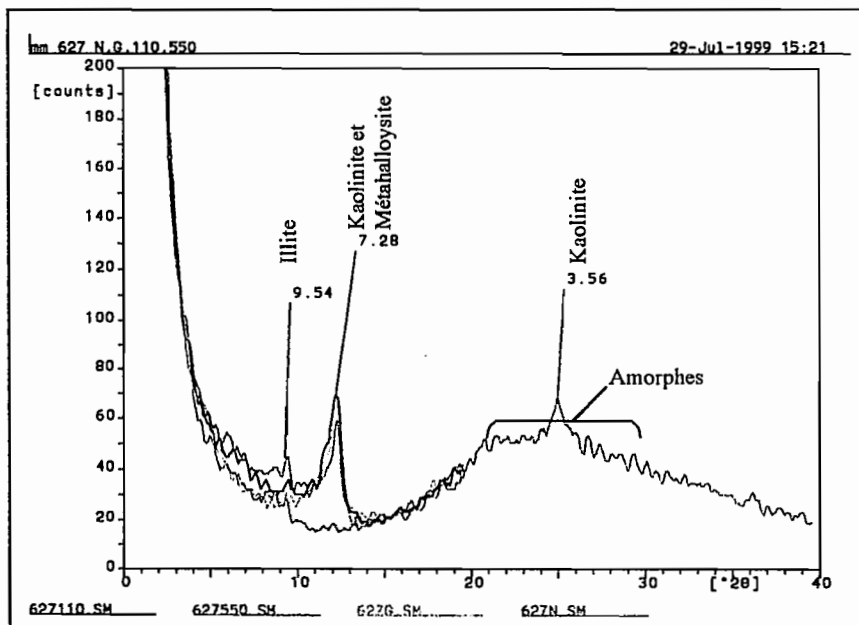


Figure Z : Diffractogramme de l'échantillon NGP 9.2 (35-52 cm)

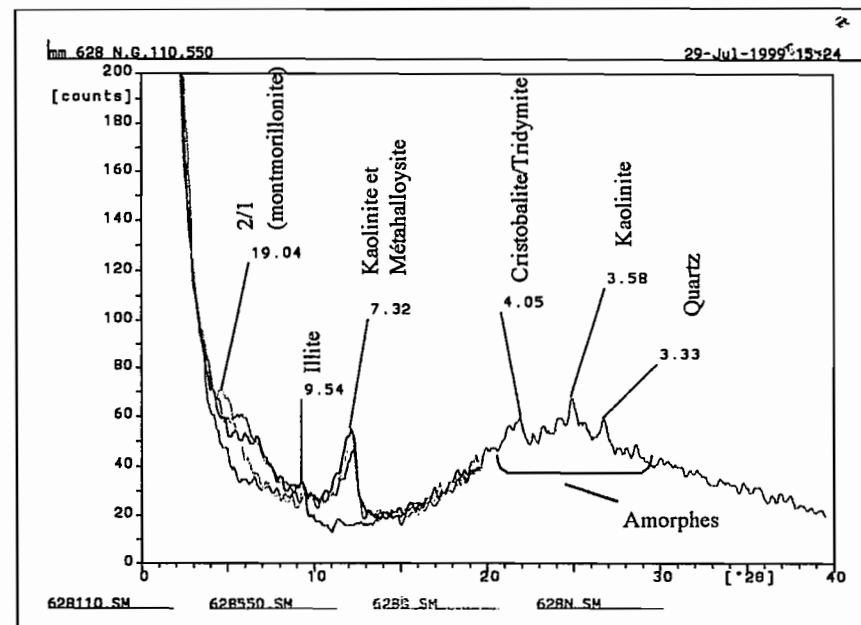


Figure AA: Diffractogramme de l'échantillon NGP 9.4 (70-85 cm)

## Modèle numérique de terrain de la station expérimentale du CIRAD croisé avec la géologie

Du Nord au Sud : 1,5 km  
D'Est en Ouest : 2 km

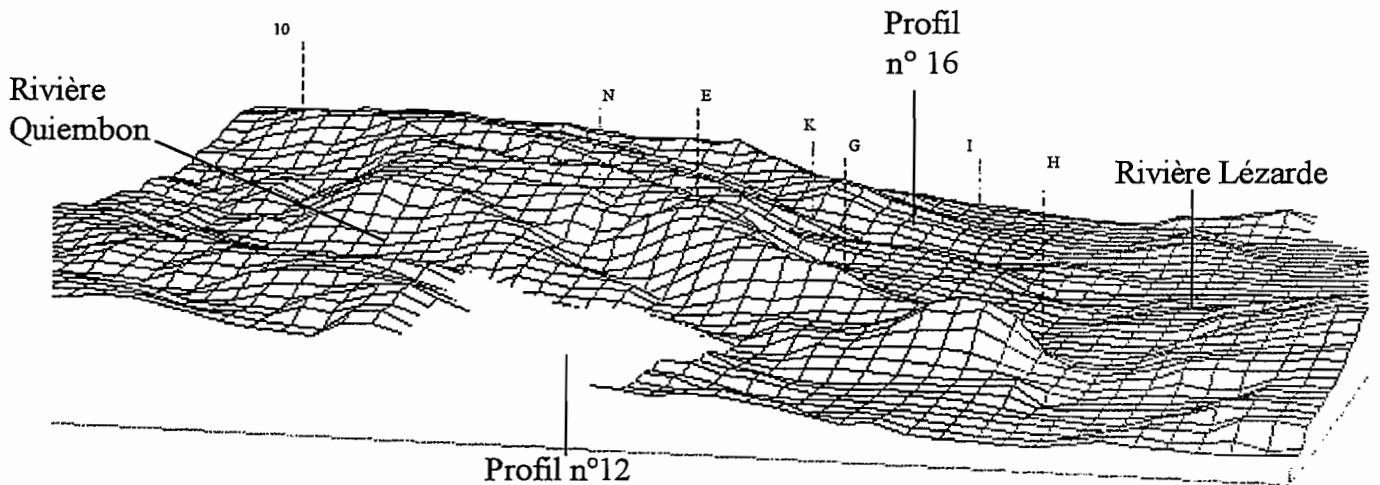


Figure AC Modèle numérique de terrain croisé avec la géologie pour le parcellaire du CIRAD

Légende :

- |  |  |
|--|--|
|  | Alluvions récentes Fz                        |
|  | Argile rouge riche en quartz<br>vsA          |
|  | Conglomérats (Carbets) 9C                    |
|  | Conglomérats (morne Jacob)<br>2-5 C          |
|  | Conglomérats (morne Jacob)<br>1Cα            |
|  | Coulée de basalte (Vauclin-Pitault)<br>pβm2a |
|  | Hyaloclastites (Vauclin-Pitault)<br>Hm2a     |

Réalisé à partir de la carte topographique 4502 MT - Le Lamentin au 1/25000, agrandie au 1/5000 pour la digitalisation et de la carte géologique de France - feuillet La Martinique au 1/50000 et par le logiciel Ilwis.

## Carte des pentes pour le parcellaire du CIRAD

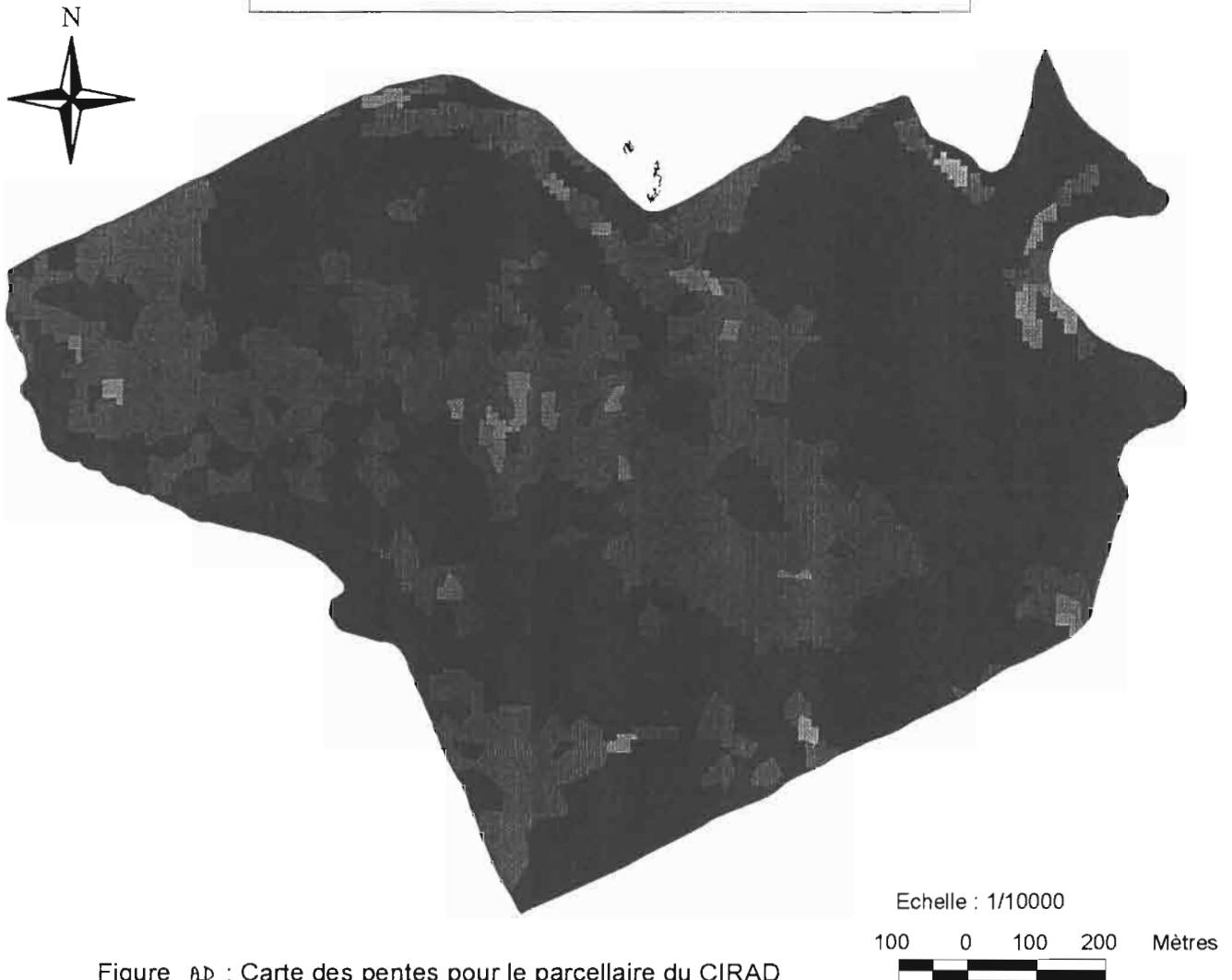


Figure AD : Carte des pentes pour le parcellaire du CIRAD  
Réalisée à partir du modèle numérique de terrain

## Légende

Classes de pentes	Limitations agricoles
0 à 1%	La mécanisation ne pose pas de problèmes
1 à 2%	
2 à 5%	
5 à 10%	La mécanisation n'est difficile que pour certaines opérations culturales
10 à 20%	Erosion importante Glissements de terrain fréquents Mécanisation difficile
20 à 40%	
40 à 60%	
60 à 100%	Erosion très importante Mise en valeur déconseillée

Pédologie au niveau du parcellaire du CIRAD

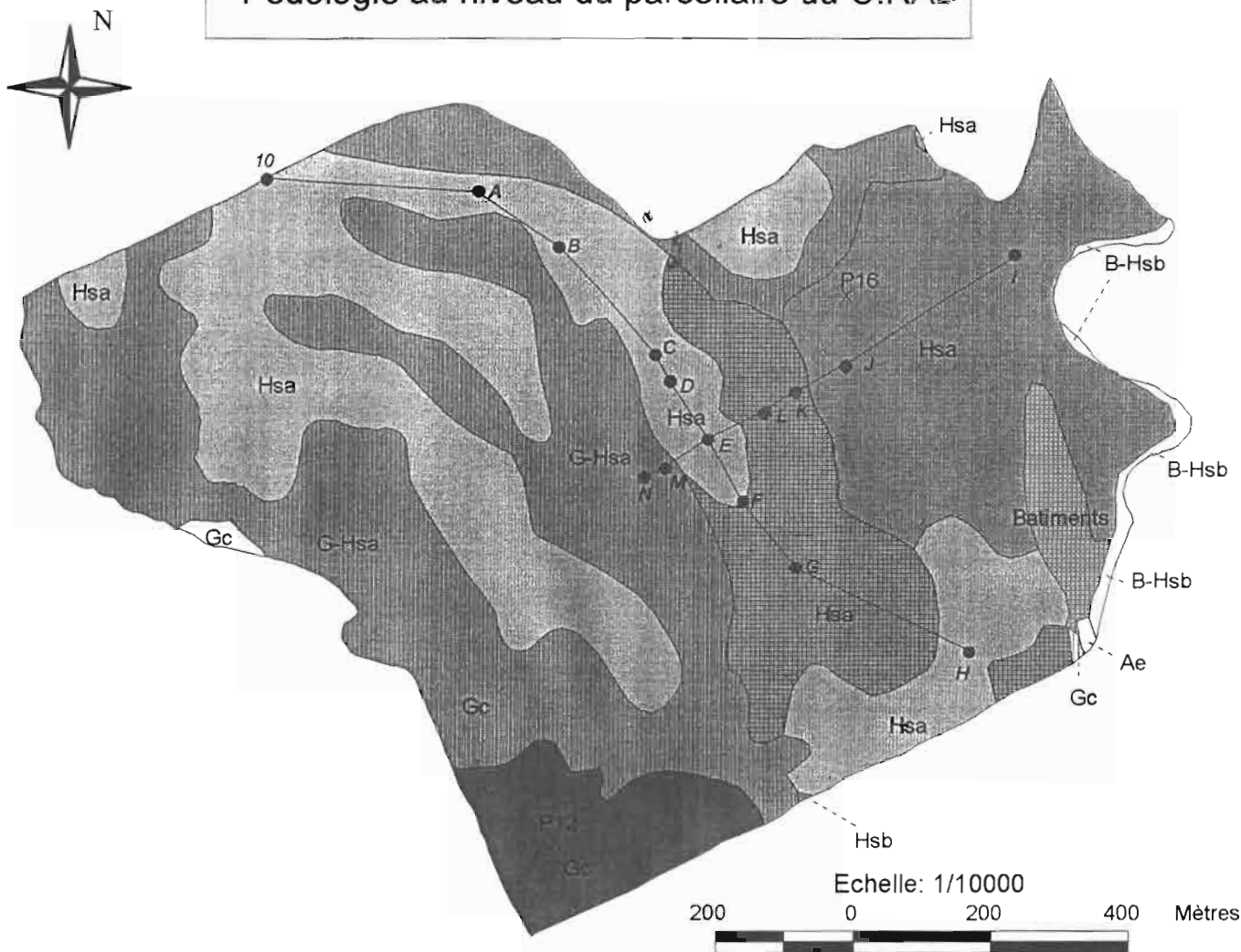


Figure AE : Carte des sols au niveau du parcellaire du CIRAD

Réalisée à partir de la carte des sols n°12 : Régions des hauteurs de Fort de France et n°13: Région de Morne Pitault Nord au 1/20000 - ORSTOM 1969

Symbole:

●	Eléments de la séquence longitudinale
●	Eléments de la séquence transversale
×	Emplacement des profils

Légende:

Unité	Sigle	Pente
Alluvions	Ae	-
Transition colluvion - sol brun-rouille à halloysite	B-Hsb	-
Sol brun-rouille à halloysite	Hsa	Pentes inférieures à 5%
	Hsa	
	Hsa	Pentes de 5 à 20% à microrelief plus accidenté
	Hsb	
Transition ferrisol - sol brun-rouille à halloysite	G-Hsa	Pentes > à 20%
Ferrisol	Gc	Pentes de 5 à 20%
	Gc	Pentes de 5 à 20%
	Gc	Pentes > à 20%
Habitation		-

Croisement des cartes des pentes et des sols pour le parcellaire du CIRAD



Echelle : 1/10000

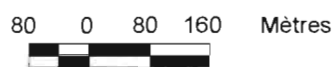


Figure AF : Croisement des cartes des pentes et des sols pour le parcellaire du CIRAD

Alluvions et colluvions

Unité	Pente	Sigle
Alluvions	0 à 100%	[Pattern]
Transition colluvion sol brun-rouille à halloysite	0 à 1%	[Pattern]
	1 à 2%	[Pattern]
	2 à 5%	[Pattern]
	5 à 10%	[Pattern]
	10 à 20%	[Pattern]
	20 à 40%	[Pattern]
	60 à 100%	[Pattern]

Sols brun-rouille à halloysite

Unité	Pente	Sigle
Hsa sur pentes inférieures à 5%	0 à 1%	[Pattern]
	1 à 2%	[Pattern]
	2 à 5%	[Pattern]
	5 à 10%	[Pattern]
	10 à 20%	[Pattern]
	20 à 40%	[Pattern]
	40 à 60%	[Pattern]
	60 à 100%	[Pattern]
Hsa sur pente de 5 à 20%	0 à 1%	[Pattern]
	1 à 2%	[Pattern]
	2 à 5%	[Pattern]
	5 à 10%	[Pattern]
	10 à 20%	[Pattern]
	20 à 40%	[Pattern]
	40 à 60%	[Pattern]
	60 à 100%	[Pattern]
Hsa sur pente de 5 à 20% au microrelief accidenté	0 à 1%	[Pattern]
	1 à 2%	[Pattern]
	5 à 10%	[Pattern]
	20 à 40%	[Pattern]
	40 à 60%	[Pattern]
	60 à 100%	[Pattern]
Hsb sur pentes inférieures à 5%	2 à 5%	[Pattern]
	10 à 20%	[Pattern]

Ferrisols et transition ferrisol - sol brun-rouille à halloysite

Unité	Pente	Sigle
G-Hsa sur pentes supérieures à 20%	0 à 1%	[Pattern]
	1 à 2%	[Pattern]
	2 à 5%	[Pattern]
	5 à 10%	[Pattern]
	10 à 20%	[Pattern]
	20 à 40%	[Pattern]
	40 à 60%	[Pattern]
	60 à 100%	[Pattern]
Gc sur pente supérieure à 20%	10 à 20%	[Pattern]
	40 à 60%	[Pattern]
	60 à 100%	[Pattern]
Gc sur pente de 5 à 20%	0 à 1%	[Pattern]
	1 à 2%	[Pattern]
	2 à 5%	[Pattern]
	10 à 20%	[Pattern]
Gc sur pente de 5 à 20%	2 à 5%	[Pattern]
	5 à 10%	[Pattern]
	10 à 20%	[Pattern]
	20 à 40%	[Pattern]

# Occupation du sol au niveau du parcellaire du CIRAD

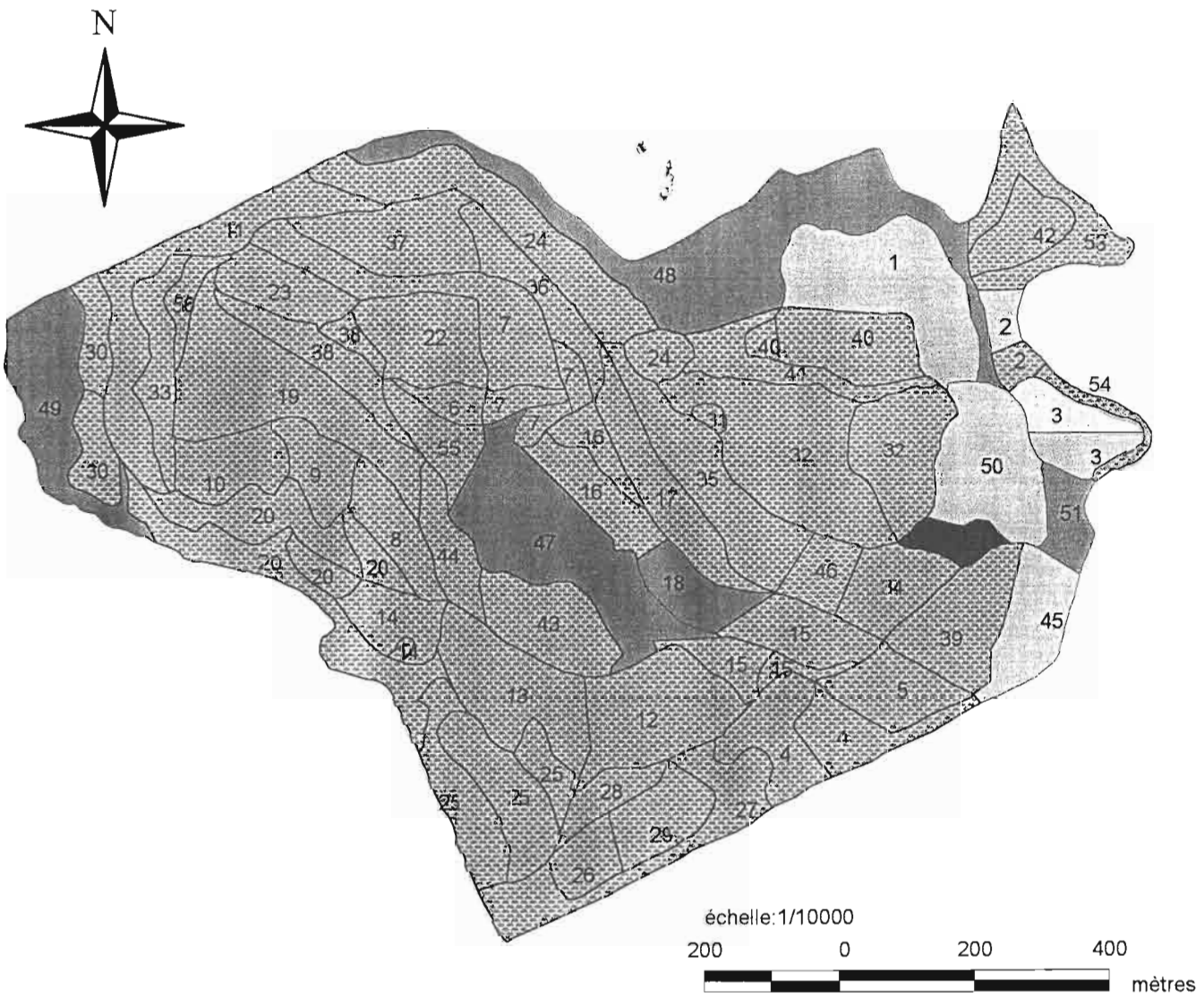
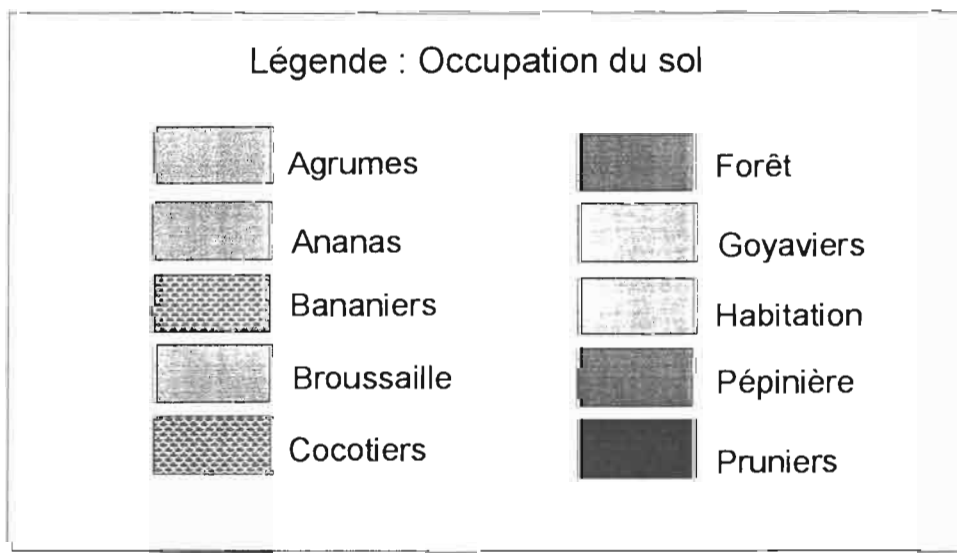


Figure AG Occupation du sol au niveau du parcellaire du CIRAD  
 Réalisée à partir de la carte topographique 4502MT Le Lamentin (1/25000 - IGN 1996),  
 du schéma d'exploitation de la station et des observations de terrain.



## ETAT DU PARCELLAIRE DE LA STATION EXPERIMENTALE DU CIRAD (RIVIERE LEZARDE)

Etat du parcellaire de la station expérimentale du CIRAD (Rivière Lézarde)								
Nom de la parcelle	Numéro	Surface en ha	Occupation du sol	Dispositif de plantation	Nombre de pieds	Densité	Année de plantation	Observations
Pomme	1	4,1	Agrumes				95	Essai de porte-greffe nanisant Aptitude moyenne
Petit bassin	2	2,7	Ananas et agrumes				(ananas:1994)	Colléctions variétales
Grand Bassin	3	1,6	Agrumes et goyaviers					Colléctions variétales Essai prévu fin 98
Abricot 1	4	1,7	Bananiers	jachère	202	2210		
Abricot 2	5	1,25	Bananiers	rectangle:2,2*2,5	2265	1818	1996	
Alexis bas	6	0,69	Bananiers	rectangle:2,15*2,45	1316	1898	1995	
Alexis haut	7	2,57	Bananiers	rectangle:2,15*2,45	4887	1898	1995	
Avocat 1	8	1,12	Bananiers	jachère	2240	2000		A aménager pour plant. 99
Avocat 2	9	1,08	Bananiers	jachère	2160	2000		A aménager pour plant. 99
Avocat 3	10	1,36	Bananiers	jachère	2720	2000		A aménager pour plant. 99
Bois d'Inde	11	1,29	Bananiers	rectangle:2,15*2,45	2441	1898	1995	Aptitude très faible pour G-Hsa et moyenne à faible pour Hsa
Chemin de fer 1	12	1,04	Bananiers	rectangle:2,2*2,5	1883	1818	1996	
Chemin de fer 2	13	0,72	Bananiers	rectangle:2,2*2,5	1300	1818	1997	
Chemin de fer 3	14	1,58	Bananiers	rectangle:2,2*2,5	2880	1818	1997	
Derrière Morne 1	15	1,98	Bananiers	lignes jumelées:1,75*3,5*2,1	3601	1816	1998	
Derrière Morne 2	16	1,34	Bananiers	rectangle:2,2*2,5	2430	1818	1998	
Derrière Morne 3	17	1,69	Bananiers	lignes jumelées:1,75*3,5*2,1	3074	1818	1993	
Derrière Morne 4	18	0,77	Bananiers	lignes jumelées:1,75*3,5*2,1	1399	1816	1993	
Désirade	19	3,38	Bananiers	rectangle:2,15*2,45	6406	1898	1995	
Figuier 1,2 et 3	20	2,87	Bananiers	rectangle, ligne jumelée et jachère	5674	2030	1993 et 1997	
Fruit à pain bas	22	1,99	Bananiers	rectangle:2,15*2,45	3772	1898	1995	
Fruit à pain haut	23	1,34	Bananiers	rectangle:2,15*2,45	2549	1898	1995	
Glouglou	24	1,35	Bananiers	rectangle:2,15*2,45	2560	1898	1994	
Grand Bois 1	25	2,87	Bananiers		5210	1818	1997	
Grand Bois 2	26	0,86	Bananiers	rectangle:1,9*2,5	1811	2106	1995	Cyclonné en 98
Grand Bois 3	27	0,89	Bananiers	rectangle:2,2*2,5	1625	1818	1997	
Grand Bois 4	28	0,42	Bananiers	ligne jumelée	819	1928	1997	
Grand Bois 5	29	1,39	Bananiers	rectangle:2,2*2,5	2525	1818	1996	
Hangar	30	0,8	Bananiers					
Hévéas	31		Bananiers					
Jachère Grand Bois 4		0,6	Bananiers	jachère				A aménager pour plant. 99
Laurencine 1,2,3 et 4	32	4,83	Bananiers	rectangle et ligne jumelée	8791	1818	1998, 1997 et 1996	Aptitude moyenne à faible
Mericy	33	3,4	Bananiers	jachère	6800	2000		A aménager pour plant. 99
Morne vent 1	34	0,84	Bananiers	rectangle:2,15*2,45	1593	1898	1995	
Morne vent 2	35	2,46	Bananiers	lignes jumelées:1,75*3,5*2,1	4469	1816	1998	
Moubin bas	36	1,27	Bananiers	Pérenne	2707	2134	1995	
Moubin haut	37	2,08	Bananiers	Pérenne	3888	1870	1995	
Parc à mulet	38	1,46	Bananiers	rectangle:2,15*2,45	2776	1898	1995	
Pave	39	2,3	Bananiers				1998	
Ponterre 1	40	1,81	Bananiers	rectangle:2,2*2,5	3290	1818	1996	
Ponterre 2	41	1,19	Bananiers	rectangle:2,2*2,5	2167	1818	1996	
Reste DM1		0,3	Bananiers	jachère				A aménager pour plant. 99
Riz	42	1,2	Bananiers					
Savane bas	43	2,04	Bananiers	Pérenne	4258	2090	1993	Cyclonné en 98
Savane haut	44	1,2	Bananiers	Recherche				Essais hybrides
Pave	45	1,8	Broussaille					
Cocotiers	46	0,9	Cocotiers					
Ravine parc à mulet	47		Forêt					
-	48	7,1	Forêt					
-	49	3	Forêt					
Maison-Propriété Ballet	50	3	Habitation					
-	51	4,6	Pépinière					
Habitation Ballet	52	0,3	Pruniers					
-	53	2,4						
-	54	0,5						
-	55	2,1						
-	56	0,5						

Les surfaces (en noir) nous ont été communiquées par Monsieur F. Roch, gérant de la production bananière du CIRAD-FLHOR; les autres surfaces (en bleu) ont été estimées suite à la digitalisation, par le logiciel ARC VIEW/ARC INFO

Rendement en banane : 50 t/ha en moyenne pour toute l'exploitation

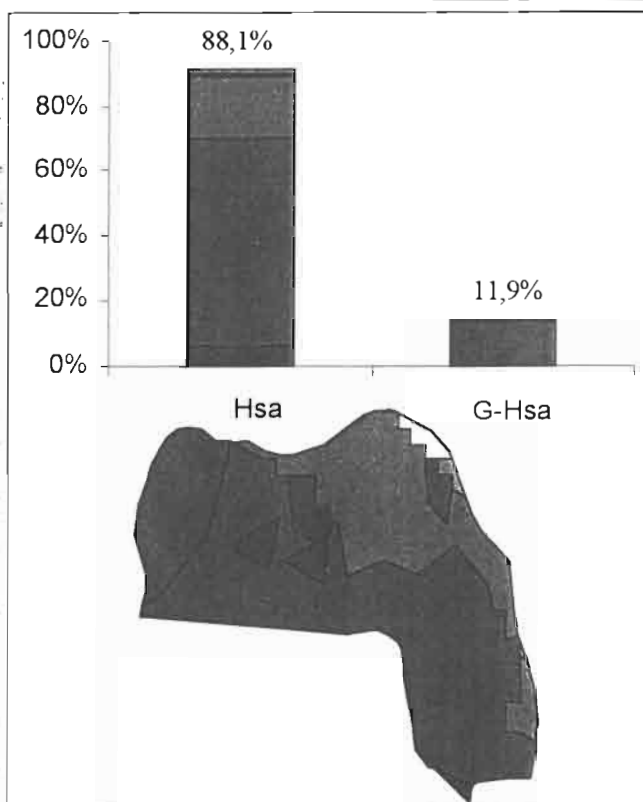


Figure AH : Parcelle Pomme

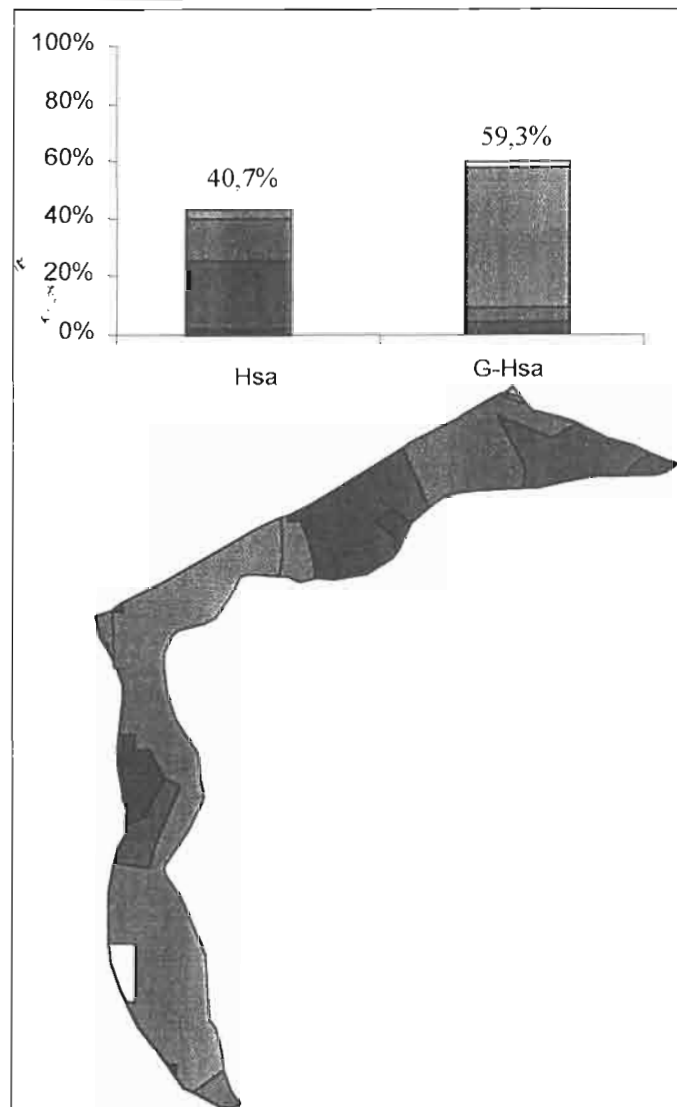


Figure AI : Parcelle Bois d'Inde

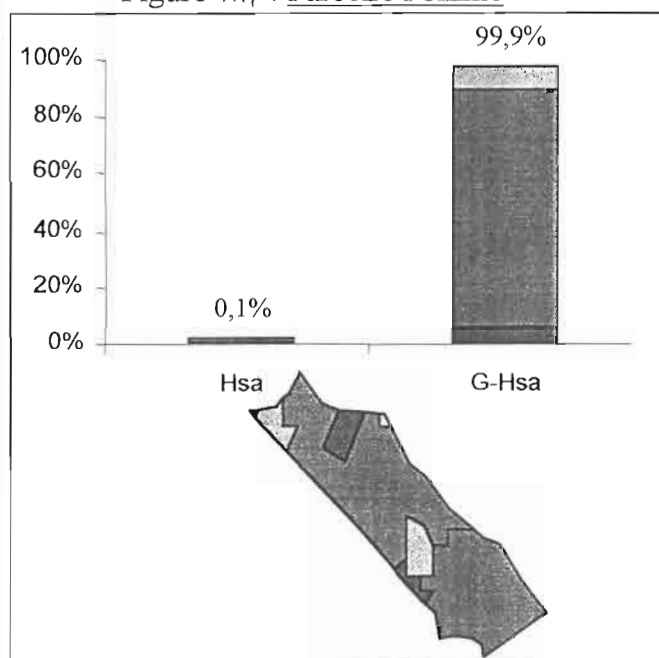


Figure AJ : Derrière morne-2

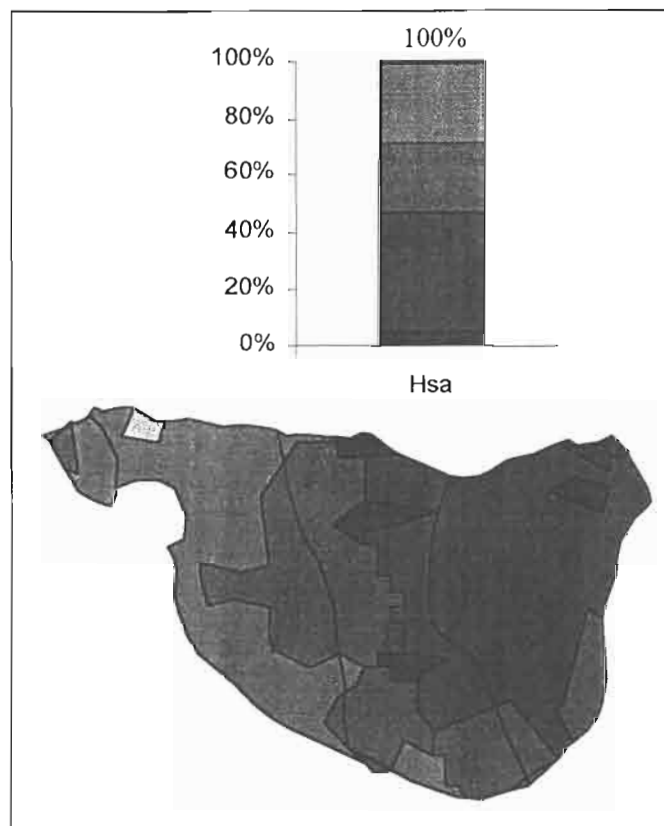


Figure AK : Parcelle Laurencine 1,2,3,4

Légende	Classe de pente	Classe d'aptitude
■	Pente de 0 à 1%	<u>Aptitude très élevée</u>
■	Pente de 1 à 2%	
■	Pente de 2 à 5%	
■	Pente de 5 à 10%	<u>Aptitude élevée</u>
■	Pente de 10 à 20%	<u>Aptitude moyenne</u>
■	Pente de 20 à 40%	<u>Aptitude faible</u>
■	Pente de 40 à 60%	<u>Aptitude très faible</u>
■	Pente de 60 à 100%	
□		<u>Inaptitude</u>

Les cartes sont représentées au 1/5000

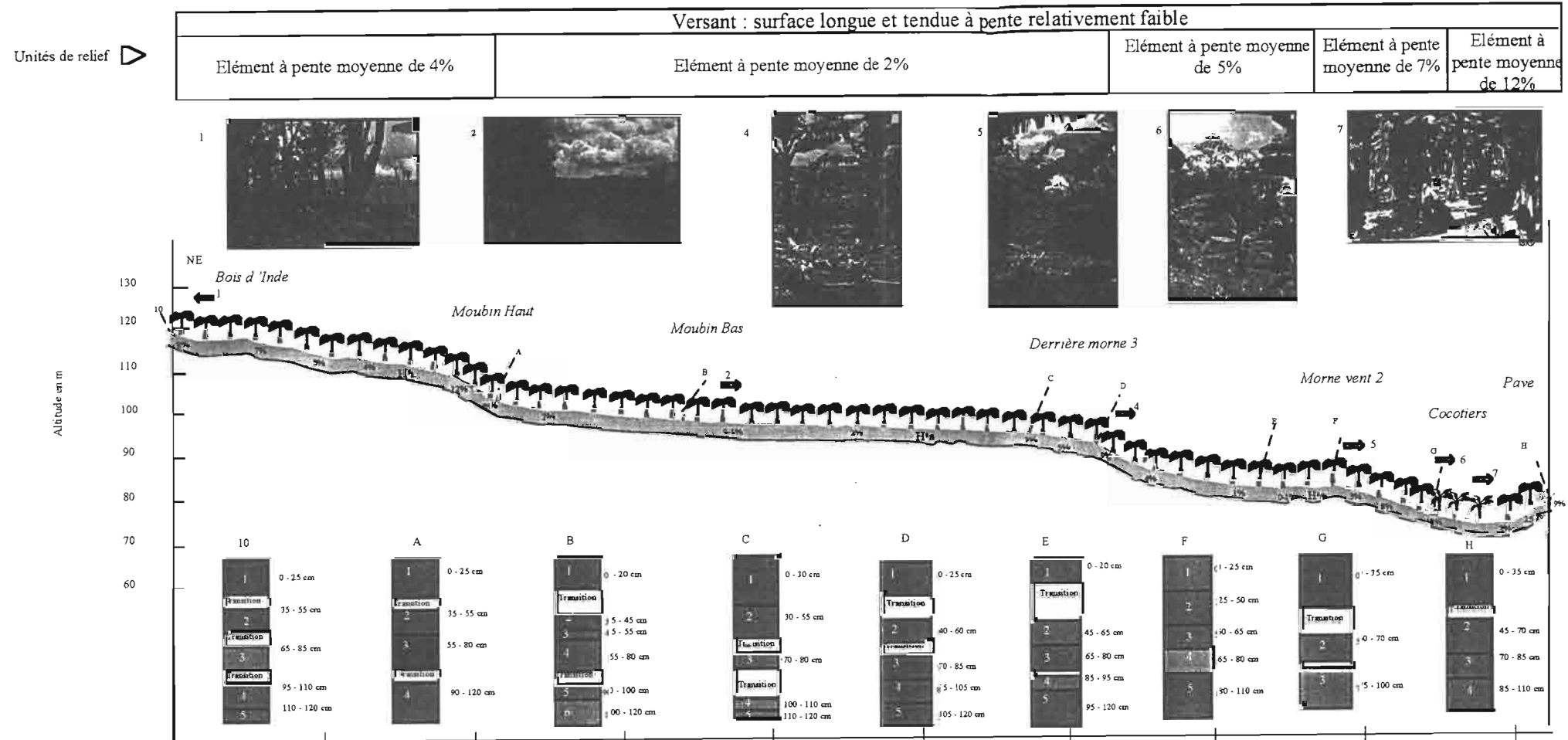


Figure A1. Coupe longitudinale dans la station expérimentale du CIRAD à Rivière Lézarde

Echelle approximative : 1/4000

Exagération des hauteurs : 3x

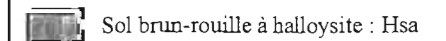
Unité I: Elément à pente moyenne de 4%	Unité II: Elément à pente moyenne de 2%	Unité III: Elément à pente moyenne de 5%	Unité IV: Elément à pente moyenne de 5%	Unité V: Elément à pente moyenne de 12%
<p><b>Topographie:</b> Pente variable de 0 à 12% Microrelief mamelonné</p> <p><b>Type de sol:</b> Hsa : sondage 10 et A En surface: 50-60%A; pH=5; MO&gt;2%; EG &lt; 10%; K:très faible; Ca: acceptable; Mg: élevé En profondeur: 70%A; pH=5,5-6; EG &lt; 20%</p> <p><b>Occupation du sol:</b> Bananeraie Bois d'Inde: année 1995 Moubin Haut: année 1995</p> <p><b>Etat de surface:</b> Fanes éparpillées au sol Pas de blocs rocheux</p> <p><b>Contraintes:</b> Compacité apparaissant à 35cm Faible teneur en K et en Ca et déséquilibre ionique</p>	<p><b>Topographie:</b> Pente variable de 1 à 9% Microrelief ondulé</p> <p><b>Type de sol:</b> Hsa : sondage B,C et D En surface: 55-70%A; pH=4,5-5,5; MO&gt;3%; EG &lt; 15%; K acceptable à bon; Ca: très faible; Mg: bon à élevé En profondeur: 40-70%A; pH=5,5-6; EG &lt; 10%</p> <p><b>Occupation du sol:</b> Bananeraie Moubin Bas: année 1995 Derrière morne3: année 1993</p> <p><b>Etat de surface:</b> Fanes éparpillées au sol et quand la pente est &gt; à 5%: fanes perpendiculaires à la pente de la séquence A→B: peu de cailloux; B→C: augmentation; C→D: diminution mais taille plus importante Fentes de retrait: 5mm de large</p> <p><b>Contraintes:</b> Compacité (30-40 cm) Faible teneur en Ca et déséquilibre ionique</p>	<p><b>Topographie:</b> Pente variable de 1 à 9% Microrelief légèrement ondulé</p> <p><b>Type de sol:</b> Hsa : sondage E et F En surface: 60-70%A; pH=4,5-5,5; MO&gt;3%; EG &lt; 5%; K élevé à bon; Ca: très faible; Mg : élevé En profondeur: 40-80%A; pH=5,5-6,5; EG &lt; 10%</p> <p><b>Occupation du sol:</b> Bananeraie Morne vent 2: année 1998</p> <p><b>Etat de surface:</b> D→E: gros blocs rocheux et nombreux cailloux en surface, ravines, fanes perpendiculaires à la pente de la séquence; E→F: fanes parallèles à la pente de la séquence</p> <p><b>Contraintes:</b> Compacité (45-50 cm) Faible teneur en Ca et déséquilibre ionique Blocs rocheux en surface</p>	<p><b>Topographie:</b> Pente variable de 0 à 12%</p> <p><b>Type de sol:</b> Hsa : sondage G En surface: 65%A; pH=5,5-6; MO&gt;3%; EG &lt; 20%; K acceptable; Ca: très faible; Mg : élevé En profondeur: 60-70%A; pH=5,5; EG &lt; 15%</p> <p><b>Occupation du sol:</b> Bananeraie :Morne vent 2, année 1998 Cocoteraie</p> <p><b>Etat de surface:</b> En bananeraie: peu de blocs rocheux, nombreux cailloux en surface, fanes éparpillées. En cocoteraie: couvert herbeux dense</p> <p><b>Contraintes:</b> Compacité à 50cm et importance des éléments grossiers en surface</p>	<p><b>Topographie:</b> Pente variable de 2 à 25%</p> <p><b>Type de sol:</b> Hsa : sondage H En surface: 50-60%A; pH=6; MO&gt;3%; EG &lt; 5 En profondeur: 40-60%A; pH=6,5-7; EG &lt; 25%</p> <p><b>Occupation du sol:</b> Bananeraie :Pave, année 1998: essais Broussaille (H)</p> <p><b>Etat de surface:</b> En bananeraie: peu de cailloux en surface Au niveau des broussailles: microrelief accidenté</p> <p><b>Contraintes:</b> Pas de contraintes</p>

**Légende:**

*Occupation du sol*



*Pédologie*



*Sondages*

10; A; B; C; D; E; F; G; H

*Photographies*

Orientation de la prise de vue

Numéro de la photo

### Sondage 10:

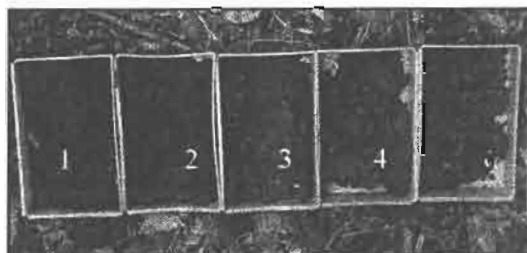
Parcelle Bois d 'Inde - Station CIRAD

Sondage situé sur un bombement où la pente locale est de 3%

Bananeraie : Année 1995

Influences humaines: haie vive (<15m) et irrigation par aspersion

N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Toucher	Couleur	Taches	Charge	pH	observations
1	0-25	2	2	2	LA	7,5YR4/6			4,5	
2	35-55	3	2	2	AL	7,5YR4/6			4,5	
3	65-85	2	2	2	LA	10YR5/6			4,5	prononciation du palissement jaune
4	95-110	3	1	2	A	10YR4/6	altération (rouge)		4,5	
5	110-120	3	1	2	A	10YR4/6	<20% Fe-Mg			grenaille



### Sondage A:

Parcelle Moubin haut - Station CIRAD

Sondage situé dans une rupture de pente où la pente locale est de 5%

Bananeraie : Année 1995

Influences humaines: irrigation par aspersion

N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Toucher	Couleur	Taches	Charge	pH
1	0-25	2	1	2	LA	7,5YR4/4	-	-	4
2	35-55	3	1	2	AL	7,5YR4/4	-	-	4,5
3	55-80	2	1	2	AL	7,5YR3/4	-	-	5
4	90-120	3	1	2	AL	10YR4/6	-	-	5,5



### Sondage B:

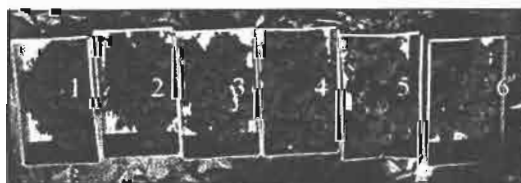
Parcelle Moubin bas - Station CIRAD

Sondage situé sur un léger versant où la pente locale est de 2%

Bananeraie : Année 1995

Influences humaines: irrigation par aspersion

N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Toucher	Couleur	Taches	Charge	pH
1	0-20	1	1	2	LA	7,5YR4/4	-	-	4
2	35-45	3	1	2	AL	7,5YR4/4	-	-	4
3	45-55	2	1	2	A	7,5YR4/6	-	-	4
4	55-80	3	1	2	A	10YR4/6	-	-	5
5	90-100	3	1	2	A	10YR4/6	10% altération (rouge)	-	5
6	100-120	3	1	2	A	10YR5/6	0,2	-	5



Résistance: 1=facile; 2 = normal; 3 = difficile - Comportement : 1 = moulage; 2 = structuré; 3 = meuble - Humidité: 1 = humide; 2 = frais; 3 = sec

### Sondage C:

Parcelle Derrière Morne 3 - Station CIRAD

Sondage situé sur un versant où la pente locale est de 3%

Bananeraie : Année 1993

Influences humaines: irrigation par aspersion



N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Toucher	Couleur	Taches	Charge	pH
1	0-30	2	1	2	AL	7,5YR4/4	-	-	4
2	30-55	3	1	2	A	10YR4/4	-	-	4
3	70-80	3	1	2	AL	10YR4/6	10% altération (rouge et noire)	-	5
4	100-110	3	1	2	A	10YR5/6	< 10%	-	5
5	110-120	2	1	2	L	7,5YR5/6	>10%	-	5,5

### Sondage D:

Parcelle Derrière morne 3 - Station CIRAD

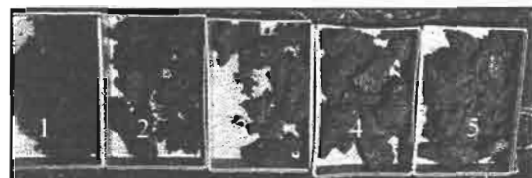
Sondage situé sur un versant de pente locale 9%

Bananeraie : Année 1993

Influences humaines: irrigation par aspersion



N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Toucher	Couleur	Taches	Charge	pH
1	0-25	2	1	2	A	10YR4/4	-	-	4
2	40-60	3	1	2	AL	10YR4/4	10% colorée par matière org.	-	4
3	70-85	2	1	2	LA	10YR4/4	-	30%	5
4	85-105	2	1	2	AL	10YR4/6	<10% altération	-	5
5	105-120	2	1	2	AL	7,5YR4/6	40% altération	<10%	5,5



### Sondage E:

Parcelle Morne vent 2 - Station CIRAD

Sondage situé sur une surface plane

Bananeraie : Année 1998

Influences humaines: irrigation par aspersion et fossés



N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Toucher	Couleur	Taches	Charge	pH
1	0-20	2	1	2	LA	7,5YR4/4	-	-	4,5
2	45-65	3	1	2	AL	7,5YR4/6	-	<10%	4
3	65-80	2	1	2	AL	10YR4/4	-	-	4
4	85-95	2	1	2	ALC	10YR5/4	30% altération	-	5
5	95-120	3	1	2	ALC	7,5YR4/4	40% altération	-	5

### Sondage F:

Parcelle Morne vent 2 - Station CIRAD

Sondage situé sur une surface plane

Bananaïraie : Année 1998

Influences humaines: irrigation par aspersion et fossés

N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Toucher	Couleur	Taches	Charge	pH
1	0-25	2	1	2	AL	10YR4/6	5% altération	-	5
2	25-50	2	1	2	AL	10YR4/4	5%	20%	5
3	50-65	3	1	2	LA	7,5YR4/6	30-40%	-	5
4	65-80	2	1	2	LA	10YR5/8	10%	-	5
5	80-110	3	1	2	LS	5YR4/6	> 50%	-	5



### Sondage G:

Parcelle Morne vent2-Cocotiers - Station CIRAD

Sondage situé sur un versant de pente locale 8%

Bananaïraie : Année 1998

Influences humaines: irrigation par aspersion

N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Toucher	Couleur	Taches	Charge	pH
1	0-35	2	2	2	LA	10YR4/4	5% altération	-	4
2	50-70	3	1	2	LAS	10YR4/6	10%	-	5
3	75-100	3	1	2	AS	7,5YR5/8	30%	-	5



### Sondage H:

Parcelle Pave - Station CIRAD

Sondage situé sur un versant de pente locale égale à 9%

Broussaille

N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Toucher	Couleur	Taches	Charge	pH
1	0-35	3	1	2	A	10YR4/3	5% altération	-	5,5
2	45-70	2	1	2	A	10YR4/4	5%	5% Fe-Mg	5,5
3	70-85	2	1	2	A	10YR4/4	50%	30%	5,5
4	85-110	3	1	2	A	10YR4/6	20%	30%	5,5



Résistance: 1=facile; 2 = normal; 3 = difficile - Comportement : 1 = moulage; 2 = structuré; 3 = meuble - Humidité: 1 = humide; 2 = frais; 3 = sec

RESULTATS D'ANALYSE POUR LES ECHANTILLONS DE LA SEQUENCE LONGITUDINALE

<i>Séquence longitudinale dans la station du CIRAD</i>				Fraction minérale				Acidité				Fraction organique				Bases échangeables et CEC								P	
Unités morphopédologiques	Référence	Profondeur	Humidité résiduelle	Eléments grossiers	Granulométrie			FAO	pH H2O	pH KCl	Acidité d'échange	Al 3+ **	C total	Taux de MO estimé (coeff: 1,72)	N total	C/N	Na	K	Mg	Ca	S	T	V	m	P
					A	L	S																		
Elément de versant à pente moyenne de 4%	NG 10,1	0-25	5,7	2,7	52,8	22,9	24,3	A	5,4	4,3	0,53	0,07	2,5	4,2	0,23	10,5	0,35	0,29	2,49	6,12	9,25	11,8	7,3	0,8	2,05
	NG 10,2	35-55	9,3	3,4	59,4	21,6	18,8	A	5,1	3,7	2,38	0,05	1,1	1,9	0,11	10,4	0,83	0,07	1,40	4,02	6,32	8,7	72,6	0,8	4,07
	NG 10,3	65-85	12,1	0,0	51,8	28,0	20,1	A	6,7	4,0	NA	0,00	0,3	0,6	0,03	10,8	1,27	0,01	0,54	2,90	4,72	12,8	38,9	0,0	NA
	NG 10,4	95-110	6,1	1,9	71,0	14,6	14,4	ALO	6,0	5,1	0,20	0,00	0,3	0,5	0,03	10,3	0,64	0,00	1,33	3,70	5,67	13,4	42,5	0,0	NA
	NG 10,5	110-120	5,1	17,1	72,0	16,8	11,2	ALO	5,3	5,1	0,15	0,03	0,3	0,5	0,03	9,2	0,55	0,00	1,31	4,01	5,87	7,5	78,4	0,5	NA
	NG A, compo	0-25	4,5	-	-	-	-	-	5,1	4,1	0,95	0,32	2,1	3,6	0,20	10,2	0,24	0,74	1,89	4,87	7,74	13,5	57,3	4,0	2,86
	NG A,1	0-25	5,9	6,2	56,6	21,9	21,5	A	4,9	4,1	0,95	0,33	2,0	3,5	0,20	9,8	0,14	0,82	1,94	4,7	7,4	11,3	65,3	4,3	0,43
	NG A,2	35-55	5,0	1,2	71,6	14,5	13,9	ALO	5,1	4,0	0,88	0,15	1,2	2,0	0,12	9,2	0,57	0,04	1,8	5,33	7,74	13,4	57,8	1,9	2,92
	NG A,3	55-80	17,9	1,1	67,1	23,5	9,4	ALO	5,2	4,1	0,55	0,12	0,8	1,4	0,09	11,0	0,64	0,02	1,74	5,38	7,76	14,0	55,3	1,5	NA
	NG A,4	90-120	10,6	0,8	71,8	15,4	12,8	ALO	6,1	4,7	0,3	0,1	0,7	1,2	0,06	10,0	0,91	0,01	1,75	5,37	8,04	14,4	55,9	1,2	NA
Elément de versant à pente moyenne de 2%	NG B, compo	0-25	17,2	2,3	-	-	-	-	5,3	4,5	0,28	0,02	2,2	3,9	0,22	10,2	0,23	0,78	3,08	6,59	10,68	12,9	82,8	0,2	1,52
	NG B,1	0-20	4,5	2,0	55,9	25,2	18,9	A	4,6	3,9	1,5	0,51	1,7	2,9	0,15	11,3	0,18	1,36	1,95	5,58	7,07	11,7	60,4	6,7	0,89
	NG B,2	35-45	14,7	4,9	59,8	24,7	15,5	A-ALO	5,0	3,7	1,85	0,3	1,5	2,6	0,15	10,4	0,34	0,05	1,93	3,68	6	10,3	58,3	4,8	1,12
	NG B,3	45-55	5,6	1,0	54,4	27,9	17,6	A	5,1	3,9	1,28	0,01	0,9	1,5	0,09	9,7	0,55	0	1,73	4,78	7,06	11,7	60,3	0,1	NA
	NG B,4	55-80	8,2	0,7	44,3	30,1	25,6	A	5,4	4,0	0,65	0,01	0,5	0,9	0,05	10,1	0,56	0	1,63	4,67	6,86	10,4	65,7	0,1	NA
	NG B,5	90-100	15,0	0,0	69,6	20,5	9,9	ALO	5,7	4,7	0,13	0	0,3	0,6	0,03	10,2	0,41	0	1,33	3,68	5,4	9,8	55,4	0,0	NA
	NG B,6	100-120	18,3	1,3	48,2	25,1	26,7	A	5,7	5,1	-	0,03	0,3	0,5	0,04	8,4	0,37	0	1,37	3,82	5,56	11,7	47,5	0,5	NA
	NG C, compo	0-25	8,7	8,7	-	-	-	-	4,9	4,1	0,88	0,25	1,9	3,3	0,18	10,7	0,15	1,41	1,71	3,72	6,99	12,7	55,1	3,5	3,15
	NG C,1	0-30	10,8	4,4	65,4	25,6	8,9	ALO	4,4	3,8	3,5	0,92	1,5	2,5	0,14	10,4	0,1	1,02	1,16	1,67	3,95	11,0	35,9	18,9	1,26
	NG C,2	30-55	7,5	2,4	64,6	21,1	14,3	ALO	4,8	3,9	1	0,22	0,7	1,2	0,07	10,1	0,2	0,37	1,78	3,31	5,66	8,5	68,3	3,7	2,84
	NG C,3	70-80	7,9	1,1	61,8	26,4	11,9	ALO	5,5	4,8	-	0	0,4	0,7	0,04	10,1	0,23	0,23	1,86	4,31	6,63	8,7	76,0	0,0	NA
	NG C,4	100-110	11,0	0,9	77,3	17,7	5,0	ALO	5,4	4,8	-	0	0,4	0,7	0,04	10,7	0,23	0,12	1,69	4,35	6,39	9,1	70,5	0,0	NA
	NG C,5	110-120	6,2	0,0	42,9	35,4	21,7	A	5,6	5,3	-	0	0,2	0,4	0,02	10,3	0,3	0,07	1,43	3,71	5,51	8,4	65,6	0,0	NA
	NG D, compo	0-25	9,3	2,4	-	-	-	-	4,5	3,8	1,65	0,77	1,9	3,3	0,19	10,0	0,12	1,35	1,44	2,4	5,31	8,2	64,8	12,7	0,43
	NG D,1	0-25	15,1	12,1	71,2	15,2	13,6	ALO	4,8	3,8	1,6	0,76	1,7	3,0	0,17	10,2	0,1	1,13	1,47	2,73	5,43	8,6	63,2	12,3	0,80
NG D,2	40-60	6,5	1,0	68,5	17,1	14,5	ALO	4,5	3,7	1,8	0,36	0,7	1,2	0,07	9,0	0,21	0,47	1,73	3,48	5,89	8,7	67,8	5,8	0,40	
NG D,3	70-85	10,7	9,1	82,7	21,9	15,4	ALO	4,9	4,2	0,38	0,02	0,5	0,9	0,06	8,6	0,2	0,32	1,89	3,88	6,29	9,0	69,8	0,3	NA	
NG D,4	85-105	4,4	1,3	88,0	26,1	6,0	ALO	5,9	5,4	-	0	0,4	0,7	0,04	10,3	0,18	0,35	1,9	5,14	7,57	10,5	72,2	0,0	NA	
NG D,5	105-120	3,5	1,0	68,2	25,2	6,8	ALO	5,9	5,5	0,25	0	0,3	0,6	0,04	8,0	0,2	0,26	1,79	5,61	7,86	10,8	72,6	0,0	NA	
NG E, compo	0-25	2,9	2,7	-	-	-	-	4,7	4,1	0,73	0,35	1,8	3,2	0,18	10,1	0,13	1,45	1,95	3,54	7,07	10,1	69,7	4,7	1,80	
NG E,1	0-20	7,8	3,5	61,4	24,2	14,5	ALO	5,0	4,1	0,6	0,25	1,8	3,2	0,19	9,9	0,13	1,21	1,99	4,35	7,88	10,9	70,3	3,2	0,04	
NG E,2	45-65	4,1	1,0	66,5	18,8	14,7	ALO	4,8	4,0	1,05	0,27	1,0	1,8	0,10	10,0	0,38	0,23	1,67	3,73	6,01	9,4	63,9	4,3	0,58	
NG E,3	65-80	10,0	1,4	66,0	15,2	18,8	ALO	4,9	3,8	0,55	0,11	0,7	1,2	0,08	8,5	0,48	0,08	1,83	3,91	6,3	11,2	58,3	1,7	NA	
NG E,4	85-95	3,9	9,4	38,3	10,6	51,2	AS	5,5	4,8	0,38	0,03	0,6	1,0	0,05	10,2	0,47	0,09	1,79	4,42	6,77	11,0	61,8	0,4	NA	
NG E,5	95-120	3,9	2,0	79,3	16,0	4,8	ALO	5,5	5,0	0,1	0,01	0,6	1,0	0,05	12,5	0,44	0,06	1,83	4,88	7,21	11,4	63,5	0,1	NA	
NG F, compo	0-25	17,1	20,7	-	-	-	-	5,3	4,3	0,63	0,02	2,1	3,6	0,17	12,5	0,12	1,26	1,88	3,9	7,16	11,5	82,2	0,3	4,88	
NG F,1	0-25	4,8	2,2	62,4	22,7	15,0	ALO	5,4	4,5	0,38	0,05	1,6	2,8	0,15	10,7	0,13	0,93	1,96	4,95	7,97	10,7	74,7	0,6	3,06	
NG F,2	25-50	17,3	5,0	69,6	15,6	14,8	ALO	5,8	4,9	0,23	0,04	1,3	2,2	0,13	10,2	0,17	0,74	1,88	4,63	7,42	12,0	61,6	0,5	3,58	
NG F,3	50-65	3,2	2,8	63,2	23,3	13,5	ALO	6,4	5,4	0,3	0,26	0,3	0,6	0,04	9,8	0,24	0,35	1,78	3,63	6	7,1	84,0	4,2	NA	
NG F,4	65-80	11,4	2,8	57,6	27,8	14,6	A	6,3	5,5	-	0,25	0,3	0,5	0,03	11,9	0,34	0,2	1,65	3,52	5,71	7,5	76,0	4,2	NA	
NG F,5	80-110	19,6	1,1	54,5	26,6	19,0	A	6,3	5,4	-	0,25	0,2	0,3	0,02	12,5	0,44	0,08	1,91	4,06	6,49	7,6	85,6	3,7	NA	
NG G, compo	0-25	13,8	15,5	-	-	-	-	5,7	4,2	0,38	0,49	2,0	3,4	0,18	10,9	0,13	0,73	1,65	4,16	6,67	7,8	85,2	6,8	4,64	
NG G,1	0-35	4,3	17,4	65,7	21,4	12,9	ALO	4,9	3,9	1,2	0,7	1,6	2,7	0,14	11,1	0,13	0,65	1,44	3,11	5,33	8,5	62,7	11,6	5,72	
NG G,2	50-70	15,6	11,0	58,0	22,0	20,1	A	5,5	4,5	0,6	0,34	0,5	0,9	0,06	9,2	0,23	0,16	0,96	4,08	5,43	7,8	69,9	5,9	3,36	
NG G,3	75-100	4,8	4,1	71,7	18,2	10,1	ALO	5,4	5,0	-	0,26	0,7	1,3	0,06	12,8	0,35	0,09	1,25	5,04	6,73	9,4	71,9	4,0	NA	
NG H,1	0-35	5,5	1,0	57,0	23,0	20,1	A	6,0	4,7	0,38	0,28	2,1	3,5	0,19	10,6	0,21	0,57	2,04	5,02	7,84	11,4	69,1	3,4	2,89	
NG H,2	45-70	9,9	1,0	66,5	16,2	15,4	ALO	5,8	4,6	-	0,27	0,6	1,0	0,05	10,3	0,37	0,01	1,4	4,48	6,26	11,3	55,5	4,1	5,24	
NG H,3	70-85	5,2	23,1	44,4	25,2	30,3	A	6,9	5,4	-	0,26	0,3	0,5	0,03	10,0	0,44	0	1,21	5,38	7					

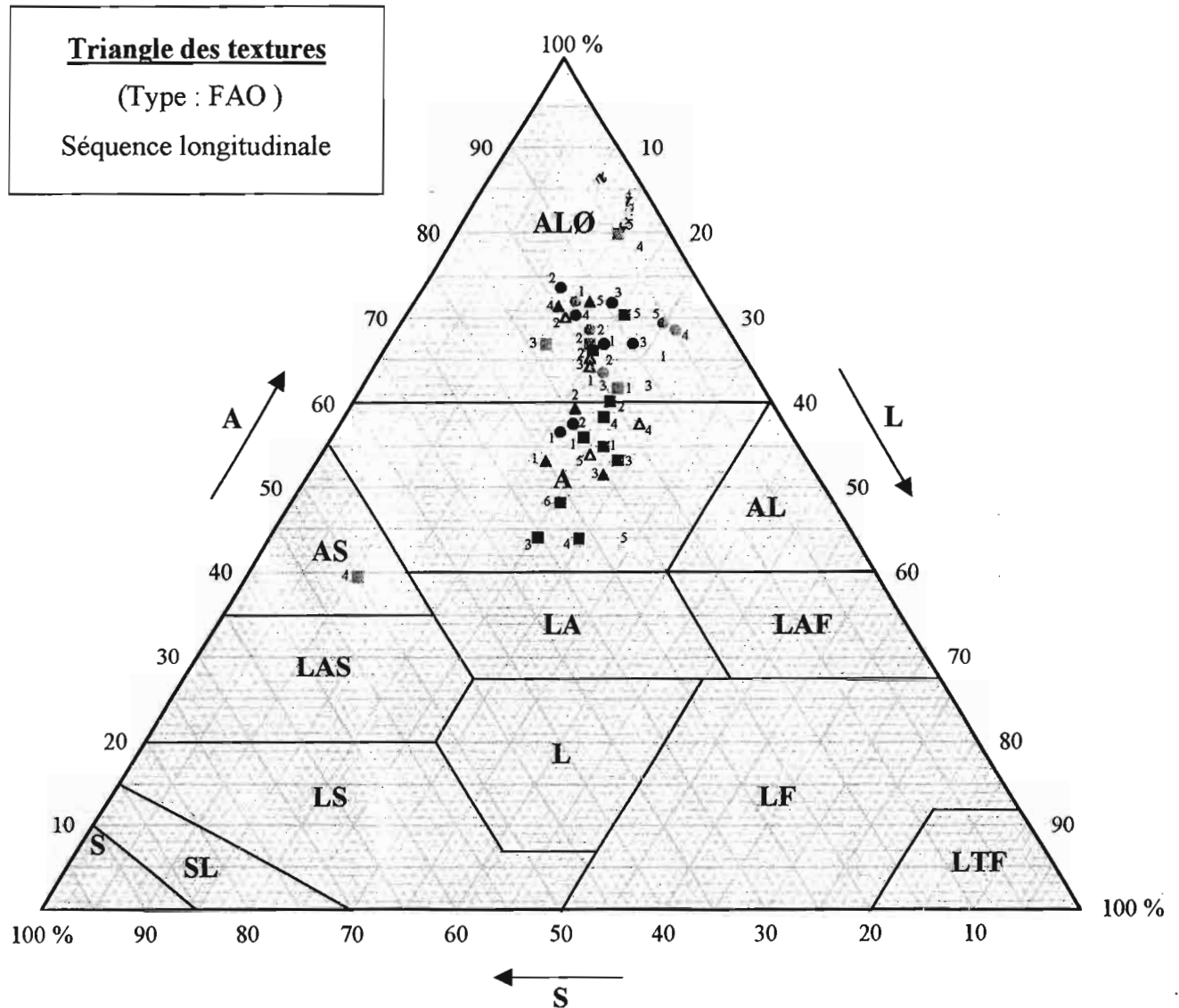


Figure AM Triangle des textures pour les sondages de la séquence longitudinale

**Légende :**

AL Ø : Argile lourde ; A : Argile ; AL : Argile limoneuse ; AS : Argile sableuse.

LAF : Limon argileux fin ; LA : Limon argileux ; LAS : Limon argilo-sableux ;

LTF : Limon très fin ; LF : Limon fin ; L : Limon ; LS : limon sableux.

SL : Sable limoneux ; S : Sable.

**Symboles:**

▲ 10 : 10-1 ; 10-2 ; 10-3 ; 10-4 ; 10-5

● A : A-1 ; A-2 ; A-3 ; A-4

■ B : B-1 ; B-2 ; B-3 ; B-4 ; B-5 ; B-6

C : C-1 ; C-2 ; C-3 ; C-4 ; C-5

● D : D-1 ; D-2 ; D-3 ; D-4 ; D-5

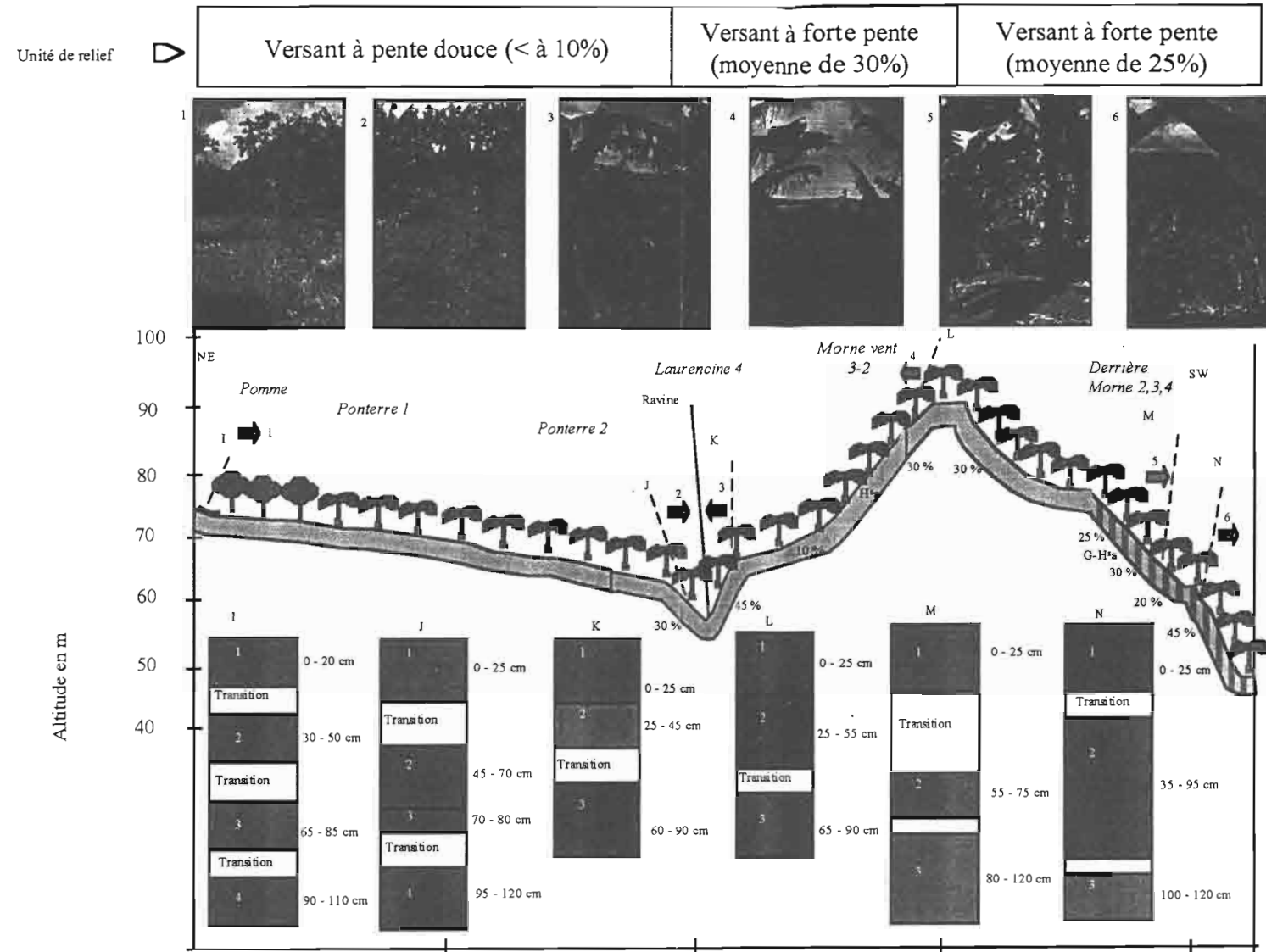
■ E : E-1 ; E-2 ; E-3 ; E-4 ; E-5

▲ F : F-1 ; F-2 ; F-3 ; F-4 ; F-5

● G : G-1 ; G-2 ; G-3

■ H : H-1 ; H-2 ; H-3 ; H-4

# TOPOSEQUENCE: Coupe transversale dans la station expérimentale du CIRAD à Rivière Lézarde



Document  
XXXVI

Figure AN: Coupe transversale dans la station expérimentale du CIRAD à Rivière Lézarde

Versant à pente douce (< à 10%)	Versant à forte pente (en moyenne 30%)	Versant à forte pente (en moyenne 25%)
<p><u>Topographie:</u> Pente relativement douce, variant de 2 à 30%; microrelief ondulé</p> <p><u>Type de sol:</u> Hsa: sondages I et J</p> <p>En surface: 60%A; pH=5,5-6,5; MO&gt;2,5%; EG &lt; 10%; K : très faible; Ca: acceptable; Mg: élevé</p> <p>En profondeur: 50-60%A; pH =6-6,5; EG &lt;10%</p> <p><u>Occupation du sol</u> Verger: Pomme (Essais nanisants sur agrumes) Bananeraie: Ponterre 1 et 2 - Année 1996; Laurencine 4 - Année 1998</p> <p><u>Etat de surface:</u> En verger, fentes de retrait de 2mm de large; en bananeraie: fanes éparpillées, et fossés</p> <p><u>Contraintes</u> Déséquilibres ioniques</p>	<p><u>Topographie:</u> Pente variant de 5 à 32%; microrelief accidenté</p> <p><u>Type de sol:</u> Hsa: sondages K et L</p> <p>En surface: 60-70%A; pH=5,5; MO&gt;2,5%; EG &lt; 5%; K : bonne; Ca: acceptable; Mg: élevé</p> <p>En profondeur: 60-70%A; pH =6-6,5; EG &lt;5%</p> <p><u>Occupation du sol</u> Bananeraie: Laurencine 4 - Année 1998; Morne vent - Année 1998</p> <p><u>Etat de surface:</u> Fossés; abondance de gros blocs rocheux</p> <p><u>Contraintes</u> Pente, microrelief accidenté et déséquilibres ioniques</p>	<p><u>Topographie:</u> Pente variant de 1 à 42%; microrelief accidenté</p> <p><u>Type de sol:</u> Hsa et G-Hsa: sondages M et N</p> <p>En surface: 50-60%A; pH=5-6; MO&gt;3%; EG &lt; 5%; K : acceptable à bonne; Ca: très faible à bonne; Mg: élevé</p> <p>En profondeur: 50-70%A; pH =5,5-6; EG &lt;10%</p> <p><u>Occupation du sol</u> Bananeraie: Derrière Morne 2 - Année 1998; Derrière Morne - Année 1993</p> <p><u>Etat de surface:</u> Fanes selon le sens de la pente, nombreux blocs rocheux, fossés et ravines</p> <p><u>Contraintes</u> Pente, microrelief accidenté et déséquilibres ioniques</p>

Echelle approximative: 1/4000

Exagération des hauteurs : 3x

**Légende:**

Occupation du sol

Bananier

Agrumes

Pédologie

Sol brun-rouille à halloysite:Hsa

Transition sol brun-rouille à halloysite et ferrisol: G-Hsa

Sondages

I, J, K, L, M, N

Photographies

Orientation de la prise de vue

1,2,3... Numéro de la photo

### Sondage I:

Parcelle Pomme - Station CIRAD

Sondage situé sur versant de pente locale égale à 4%

Agrumes

N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Toucher	Couleur	Taches	Charge	pH
1	0-20	3	1	2	LA	10YR4/4	10% Fe-Mg	-	4
2	30-50	3	1	2	AL	10YR3/4	5%	20% Fe-Mg	4,5
3	65-85	3	1	2	A	10YR4/6	10%	10%	5
4	90-110	3	1	2	A	10YR4/4	50%	> 10%	7



### Sondage J:

Parcelle Ponterre 2- Station CIRAD

Sondage situé sur un versant de pente locale 30%

Bananeraie : Année 1996

Influences humaines: irrigation par aspersion

N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Toucher	Couleur	Taches	Charge	pH
1	0-25	2	1	2	L	7,5YR4/6	20% altération	30%	5,5
2	45-70	3	1	2	LA	7,5YR4/4	50%	20% Fe-Mg	6
3	70-80	3	1	2	A	5YR4/4	<10%	10%	6
4	95-120	3	1	2	ALO	5YR4/8	30%	10%	5



### Sondage K:

Parcelle Laurencine 4 - Station CIRAD

Sondage situé sur un versant de pente locale égale à 30%

Bananeraie : Année 1998

Influences humaines: irrigation par aspersion

N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Toucher	Couleur	Taches	Charge	pH
1	0-25	2	1	2	AL	10YR4/6	30% altération	20%	5
2	25-45	3	1	2	AS	7,5YR5/8	50%	-	5
3	60-90	3	1	2	SA	5YR4/6	> 50%	-	5,5



Sondage L:

Parcelle Morne vent - Station CIRAD

Sondage situé sur versant de pente locale égale à 30%

Bananeraie : Année 1998

Influences humaines: irrigation par aspersion

N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Toucher	Couleur	Taches	Charge	pH
1	0-25	2	2	2	L	7,5YR4/4	-	20%	5
2	25-55	3	1	2	AL	7,5YR4/1	30% Fe-Mg et altération	20%	5
3	65-90	3	1	2	A	7,5YR4/6	50%	-	5

Sondage M:

Parcelle Derrière morne 2, 3, et 4 - Station CIRAD

Sondage situé sur un versant de pente locale 21%

Bananeraie : Année 1998 et 1993

Influences humaines: irrigation par aspersion et fossés

N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Toucher	Couleur	Taches	Charge	pH
1	0-25	1	2	2	L	10YR4/4	-	10%	4
2	55-75	2	1	2-1	L	10YR4/6	-	< 5%	5
3	80-120	3	1	2-1	LA	10YR3/4	20% altération	40%	5,5

Sondage N:

Parcelle Derrière morne 2,3 et 4 - Station CIRAD

Sondage situé sur un versant de pente locale égale à 45%

Bananeraie : Année 1998 et 1993

Influences humaines: irrigation par aspersion et fossés

N° horizon	Profondeur (cm)	Résistance	Comportement	Humidité	Toucher	Couleur	Taches	Charge	pH
1	0-25	1	1	2	L	10YR3/4	5%	10%	5
2	35-95	2	1	2	LA	10YR4/4	30% Fe-Mg	10%	5
3	100-120	3	1	2	LA	10YR5/6	50% altération	10%	5



RESULTATS D'ANALYSE POUR LES ECHANTILLONS DE LA SEQUENCE TRANSVERSALE

Séquence transversale dans la station du CIRAD				Fraction minérale				Acidité				Fraction organique				Bases échangeables et CEC							P		
Unités morphopédologiques	Référence	Profondeur	Humidité résiduelle	Eléments grossiers	Granulométrie			Texture	pH eau	pH KCl	Acidité d'échange	Al 3+ **	C total	Taux de MO estimé (coeff.1,72)	N total	C/N	Na	K	Mg	Ca	S	T		V	m
					A	L	S																FAO		
Versant à pente douce (< à 10%)	NG I,compo	0-25	3,7	-	-	-	-	-	5,9	4,9	0,30	0,02	1,4	2,5	0,13	10,7	0,27	0,33	1,93	6,02	8,55	17,5	49,0	0,2	0,28
	NG I,1	0-20	2,2	1,4	57,5	19,3	23,2	A	5,5	4,4	0,48	0,12	1,7	3,0	0,16	10,7	0,26	0,63	1,37	3,77	6,03	12,3	49,0	2,0	2,26
	NG I,2	30-50	5,0	3,0	43,2	23,7	33,1	A			0,15	0,00	1,2	2,1	0,11	11,6	0,21	0	1,74	5,1	7,05	12,3	57,4	0,0	0,07
	NG I,3	65-85	1,8	0,0	57,9	22,6	19,5	A	6,3	5,6	0,30	0,04	0,4	0,7	0,04	9,8	0,4	0,03	1,18	5,46	7,07	11,3	62,7	0,6	NA
	NG I,4	90-100	9,7	1,9	59,1	22,9	18,0	A-ALO	6,4	5,5	0,10	0,02	0,2	0,4	0,03	7,8	0,3	0	1,56	5,19	7,05	13,6	51,7	0,3	NA
	NG J,compo	0-25	3,2	-	-	-	-	-	6,1	5,2	0,30	0,02	1,6	2,8	0,15	10,7	0,12	0,48	3,1	6,16	9,86	15,0	65,9	0,2	4,32
	NG J,1	0-25	9,1	1,2	60,2	23,2	16,6	ALO	6,6	5,9	-	0,08	1,5	2,5	0,14	10,7	0,09	0,48	3,46	6,45	10,48	13,4	78,2	0,8	1,42
	NG J,2	45-70	7,6	1,6	55,2	26,1	18,7	A	5,8	4,8	0,30	0,07	1,0	1,7	0,09	10,9	0,16	0,03	1,8	4,75	6,74	11,4	59,3	1,0	2,73
	NG J,3	70-80	6,6	0,0	63,8	25,0	11,2	ALO	6,0	5,1	-	0,06	0,7	1,2	0,06	10,8	0,18	0,01	1,72	5,21	7,12	11,2	63,6	0,8	NA
	NG J,4	95-120	3,2	0,0	47,4	24,2	28,4	A	6,2	5,5	-	0,06	0,4	0,7	0,04	12,1	0,15	0	1,48	5,8	7,43	11,0	67,9	0,8	NA
Versant à forte pente (en moyenne 30%)	NG K,compo	0-25	2,0	-	-	-	-	-	5,5	4,7	0,28	0,11	1,6	2,7	0,14	11,0	0,16	0,98	2,05	4,82	8,01	10,3	77,7	1,4	2,91
	NG K,1	0-25	2,0	1,8	72,5	15,8	11,7	ALO	5,4	4,8	0,23	0,00	1,4	2,4	0,12	11,7	0,13	1,03	2	4,36	7,52	8,4	89,6	0,0	14,71
	NG K,2	25-45	1,5	2,3	42,1	24,3	33,7	A	5,7	5,3	-	0,02	0,6	1,0	0,05	10,9	0,2	0,14	1,94	4,17	6,45	8,5	75,8	0,3	3,85
	NG K,3	60-90	1,4	1,3	57,2	25,2	17,6	A	5,9	5,5	-	0,00	0,3	0,6	0,02	14,6	0,14	0,02	2,27	3,71	6,14	9,2	66,8	0,0	NA
	NG L,compo	0-25	2,5	-	-	-	-	-	5,4	4,6	0,33	0,04	1,8	3,0	0,17	10,3	0,16	1,13	1,77	5	8,06	9,0	89,6	0,5	0,52
	NG L,1	0-25	1,9	18,1	56,0	21,2	22,8	A	5,8	4,9	0,40	0,03	1,9	3,2	0,18	10,2	0,13	2,13	2,01	5,03	9,3	11,7	79,3	0,3	1,77
Versant à forte pente (en moyenne 25%)	NG M,compo	0-25	12,2	-	-	-	-	-	5,7	4,5	0,70	0,00	1,8	3,1	0,17	10,6	0,12	0,98	1,88	3,98	6,96	10,1	69,0	0,0	4,43
	NG M,1	0-25	4,4	1,9	58,5	21,6	19,9	A	5,0	4,1	0,38	0,49	1,54	2,6	0,15	10,3	0,12	1,65	1,45	2,62	5,84	6,8	85,6	7,7	4,23
	NG M,2	55-75	16,3	1,5	77,0	13,1	10,0	ALO	5,4	4,4	0,23	0,09	0,77	1,3	0,08	9,7	0,24	0,39	1,58	3,87	6,08	6,9	88,8	1,5	5,39
	NG M,3	80-120	10,2	6,4	64,0	18,5	17,5	ALO	6,0	5,1	0,35	0,02	0,44	0,8	0,05	9,8	0,39	0,03	1,5	4,44	6,36	6,7	94,6	0,3	NA
	NG N,compo	0-25	7,2	-	-	-	-	-	5,9	5,2	0,25	0,03	2,23	3,8	0,21	10,5	0,22	0,88	2,44	7,2	10,74	8,1	131,9	0,3	0,01
	NG N,1	0-25	6,7	2,8	51,1	25,0	23,9	A	5,7	4,9	0,25	0,03	3,13	5,4	0,30	10,6	0,16	0,55	2,78	9,68	13,17	12,7	104,0	0,2	7,83
	NG N,2	35-95	5,8	2,5	47,4	26,5	26,1	A	6,1	5,2	0,18	0,00	2,15	3,7	0,20	10,7	0,3	0,18	2,16	8,18	10,82	10,3	105,0	0,0	1,59
	NG N,3	100-120	8,5	0,0	54,6	23,7	21,7	A	6,0	5,3	*	0,00	0,83	1,4	0,09	9,8	0,37	0,06	1,94	4,96	7,33	9,0	81,6	0,0	NA

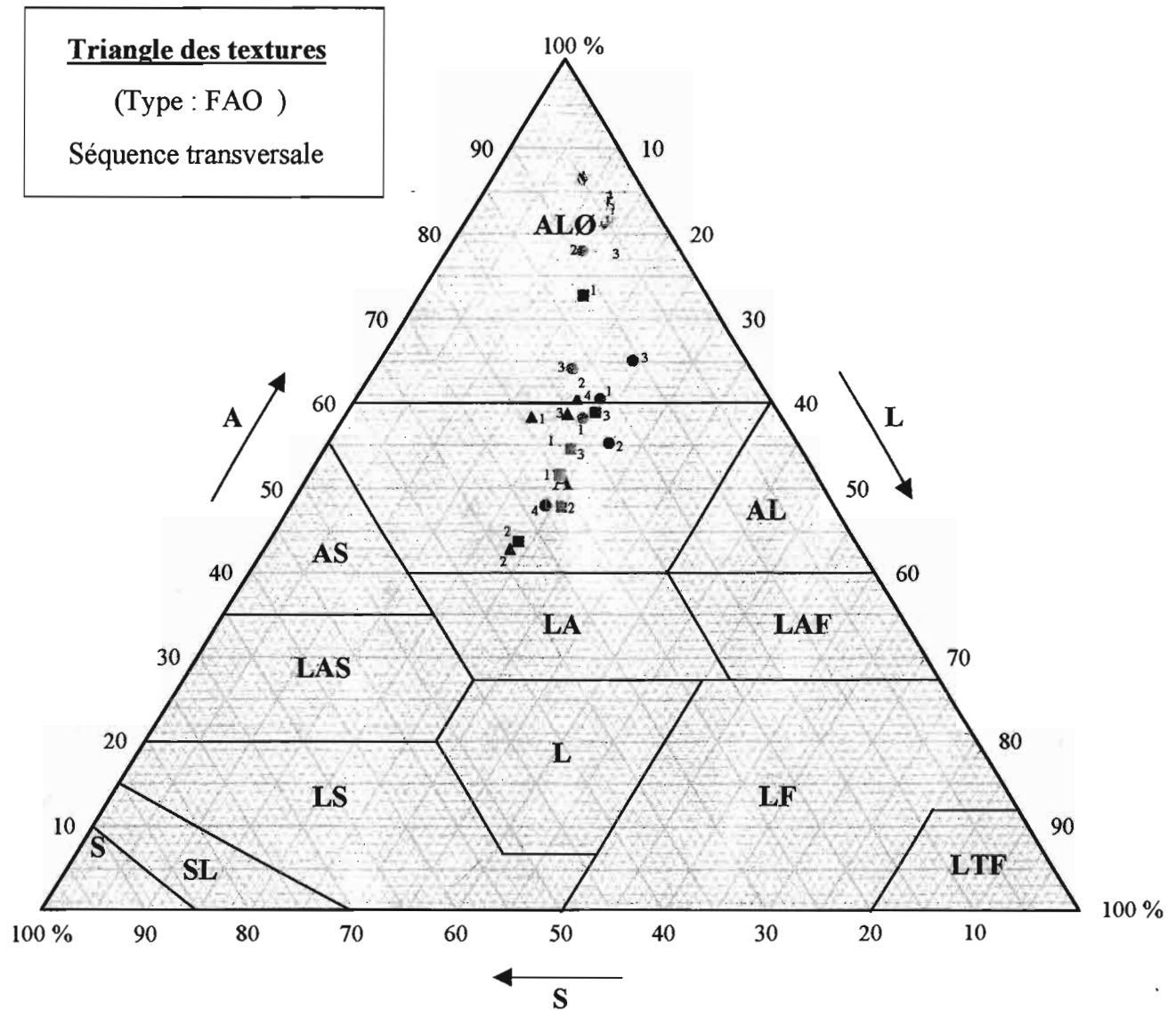


Figure A0. Triangle des textures pour les sondages de la séquence transversale

**Légende :**

ALØ : Argile lourde ; A: Argile ; AL: Argile limoneuse; AS: Argile sableuse.

LAF: Limon argileux fin ; LA: Limon argileux ; LAS: Limon argilo-sableux ;  
LTF: Limon très fin ; LF: Limon fin; L: Limon; LS: limon sableux.

SL: Sable limoneux; S : Sable.

**Symboles:**

- ▲ I: I-1; I-2; I-3; I-4
- J: J-1; J-2; J-3; J-4
- K: K-1; K-2; K-3
- ◆ L: L-1; L-2; L-3
- M: M-1; M-2; M-3
- N: N-1; N-2; N-3

# ANALYSE PAR COMPOSANTE PRINCIPALE ET MATRICE DE CORRELATION

	pHeau	C	N	C/N	K	Mg	Ca
C	-0.269						
N	-0.288	0.681					
C/N	0.274	0.039	-0.142				
K	-0.789	0.290	0.387	0.030			
Mg	0.486	0.081	0.060	-0.070	-0.491		
Ca	0.722	0.047	-0.201	-0.068	-0.705	0.768	
P	0.186	0.042	0.209	0.586	-0.014	0.020	-0.279

Figure AP: Matrice de corrélation entre les variables

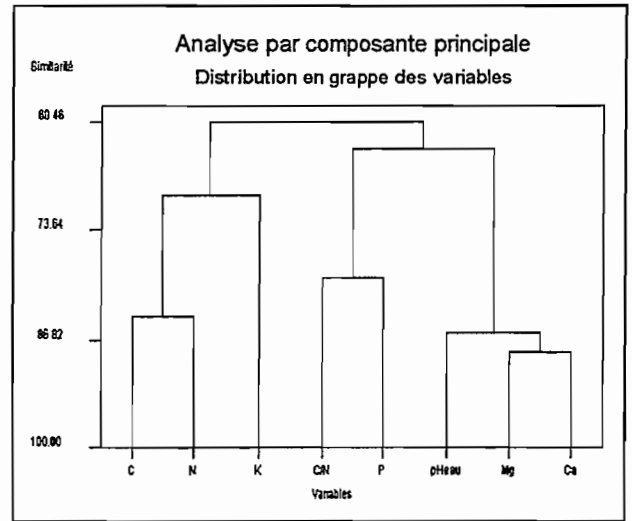


Figure : Distribution en grappe des variables  
AQ

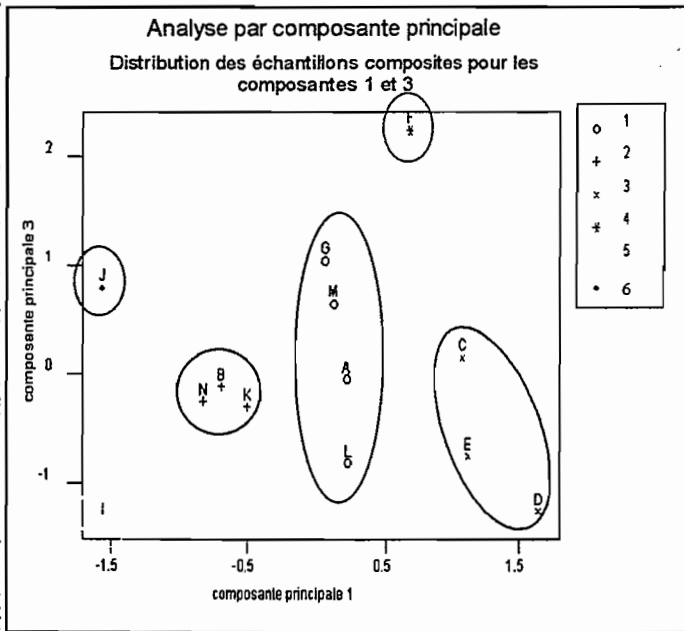


Figure AR Distribution des échantillons composites pour les composantes 1 et 3

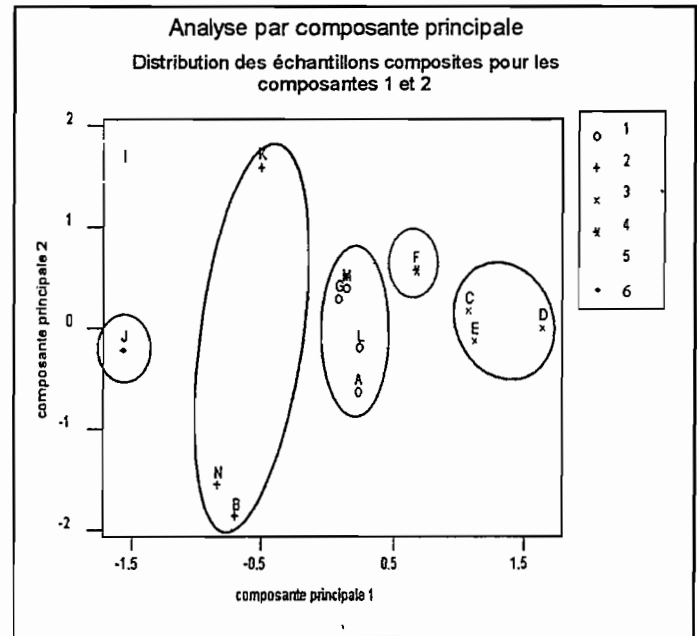


Figure AS Distribution des échantillons composites pour les composantes 1 et 2