

F. COLMET DAAGE ET AL.

Etudes pédo-agronomiques diverses  
Antilles - Guyane - Equateur



CENTRE DES ANTILLES

P 2 - P 15 - P 26 - P 82  
C 552 - C 553 BIS - C 553 A

/ S O M M A I R E /

- I/- (P 2) - Comparaison des sols de Terres Basses de Guyane française avec ceux des Guyanes voisines. (1958). p. 3  
F.COLMET DAAGE, E.SORDOILLET, SUBRA P.
- II/- (P15) - Etudes préliminaires des sols des régions bananières d'Equateur (1962). p. 33  
F.COLMET DAAGE
- III/- (P26) - Caractères hydriques de certains sols des régions bananières d'Equateur (1965). p. 55  
F.COLMET DAAGE, F.CUCALON
- IV/- (P82) - Quelques observations sur les propriétés des vertisols du sud de la Martinique en vue de l'irrigation (1973). p. 63  
F.COLMET DAAGE, J.GAUTHEYROU, M.GAUTHEYROU
- V/- (C552)- Périmètre de Rivière BARON. Projet de défrichement pour la culture du bananier du périmètre situé entre la Rivière BARON et la Grande Rivière à Goyave. (1977). p. 75  
F.COLMET DAAGE, J.GAUTHEYROU, A.POUMAROUX
- VI/- (C553)- Périmètre Bois la Ramée. Projet de défrichement pour l'établissement de pâturages d'un périmètre situé dans les hauteurs de COMTE de LOHEAC (nord-Guadeloupe volcanique). (1978) p. 91  
F.COLMET DAAGE
- VII/- (C553)- Etude du périmètre de FEFE pour la mise en culture bananière. (1977). p.105  
a  
F.COLMET DAAGE, J.GAUTHEYROU, A.POUMAROUX, J.BERNARD



I/-

Comparaison des sols de Terres Basses de Guyane  
française avec ceux des Guyanes voisines

ORSTOM-Antilles, 1958, 27 pp.

F. COLMET DAAGE

E. SORDOILLET  
P. SUBRA

Publication ORSTOM-Antilles n° P 2



COMPARAISON DES SOLS <sup>de Terroirs humides</sup> DE GUYANE FRANÇAISE  
AVEC CEUX DES GUYANES VOISINES.-

Colmet Daage 1958

HISTORIQUE.

C'est vers 1770 que l'ingénieur GUIZAN fit les premières comparaisons entre les terres basses du SURINAM et de la Guyane Française. Il distinguait déjà plusieurs "qualités".

En voyant auprès des autorités les succès obtenus au Surinam, il réussit à obtenir un appui financier et matériel important pour permettre l'établissement des premières plantations, à l'image de celles du Surinam, sur les bords de la COURROUATE et de l'APPROUAGNE, région reconnue à juste titre comme la plus propice. En 1775 il consignait ses observations sur ses mandats dans un ouvrage "Traité des Terres basses".

La colonisation du MAHORY ne commença qu'en 1806 (canal Torcy).

Nous n'insisterons pas sur les résultats obtenus à cette époque et sur le déclin des plantations essentiellement dû à des motifs économiques et humains, - avilissement des cours, cherté de la main d'oeuvre par rapport à l'Asie, abolition de l'esclavage).

Rappelons que les principales spéculations agricoles étaient la Canne à sucre, le roucou, le coton sur les terres salées après défriche de palétuvier, le cacao, les épices .....

C'est en 1951, après une mission de trois semaines en Guyane Anglaise et au Surinam que nous avons commencé les prospections pédo-écologiques en nous consacrant surtout aux terres basses. A cette époque en effet, les terres basses étaient les seules cultivées avec succès par nos voisins. La canne à sucre et le riz y donnaient de bons résultats. Des espoirs étaient permis pour les citrus et le cacao bien qu'en l'absence de plantations rationnellement suivies et en production, les avis sur ces deux dernières cultures étaient souvent divergents.

Pages manuscrites d'un chapitre du rapport qui existe à la bibliothèque

ORSTOM de Cayenne:

"Mission agro-écologique dans les Guyanes. Etude des possibilités de mise en valeur des terres basses guyanaises"

Publication du Crédit Social Antilles Guyane 1958 - 206 pages - Juin SATEC

Mission conjointe: Soliboillet, Colmet Daage, Subra, financée par le CREDITAG (SATEC)  
SATEC ORSTOM IRFA

Dans un rapport rédigé en 1953, nous nous efforcions en consignnant nos observations et les caractéristiques physiques et chimiques des terres basses, de les comparer le plus étroitement possible aux sols cultivés du Surinam, de la Guyane Anglaise et de l'embouchure de l'Amazone (savanes de Marajo, Varzea). C'était la seule manière d'essayer de tirer de nos résultats le maximum d'application pratique. Les inconvénients à attendre de certaines terres basses de la région de Mana étaient assez longuement commentés en s'appuyant sur des exemples pris dans d'autres pays.

Nous avons enfin souligné en les opposant, les causes de la fertilité des terres basses, par rapport à la grande majorité des terres hautes, fait déjà bien établi avec beaucoup de clairvoyance pour l'époque par GUIZAN il y a plus de 160 ans et que l'absence de toute agriculture hors des terres basses dans les Guyanes voisines semblait ne pas démentir.

Toutes les études entreprises par la suite confirmèrent en les étayant nos conclusions. Quelques compléments ont été apportés à la carte des terres basses. Des études plus poussées confirmèrent la mauvaise qualité des sols de Crique Jacques. Il est regrettable qu'il n'en ait pas été tenu compte. Ceci montre que quelques études, peu coûteuses, peuvent éviter une hémorragie importante et totalement inutile d'argent.

La mission CREDITAG de septembre 1958 dans les Guyanes voisines n'apporta en fin de compte qu'un fait nouveau important : la réussite de la culture des citruses et du cacaoyer en terres basses dans des plantations rationnellement conduites et soigneusement contrôlées. C'est donc essentiellement sur ce point qu'il convient d'insister.

o

o o

#### REPARTITION DES TERRES BASSES DANS LES TROIS GUYANES.

-----

On sait que le dépôt d'argile marine qui constitue les terres basses borde presque toute la cote du Surinam et de la Guyane anglaise.

.../...

formant une vaste zone marécageuse, de 40 kms de large en certains points de la côte.

En Guyane Française, la majorité des terres basses sont localisées à l'Est de Cayenne.

Les terres basses de Guyane Anglaise et du Surinam sont séparées<sup>5</sup> des terres hautes montagneuses par une large plaine de sable infertile qui fait défaut à l'est de Cayenne où les montagnes plongent directement dans le marécage formant la bordure Sud ou des enclaves. Ces conditions sont d'ailleurs plus favorables que chez nos voisins, elles peuvent rendre l'habitat plus salubre, elles résolvent le grave problème des matériaux d'empierrement pour les routes ( la cuirasse latéritique abonde ) elles permettront de diversifier les cultures vivrières.

Dans les trois Guyanes, les terres basses, sont transformées en vastes marécages pendant de nombreux mois de l'année. Le sol est pratiquement plat, le niveau moyen est inférieur de 20 ou 30 cms à celui des fortes marées, ~~mais~~ la végétation très touffue, forêt broussaille, savanes, ralentit considérablement l'écoulement de l'eau.

L'inondation est d'autant plus forte que l'on s'éloigne de la mer ou des rivières aux abords desquels le jeu des marées provoque un drainage naturel. Il en résulte une accumulation de matières organiques tourbeuses plus ou moins décomposée nommée " pégasse " qui peut atteindre une grande épaisseur au centre du marécage - 1 à 2 mètres ou davantage.

Nous n'insisterons pas sur la végétation, forêt, forêt basse, broussailleuse et savanes. Certaines espèces sont communes ( Euterpe - Carapa - Symphonia ) d'autres ne dominent que dans certaines régions ( chrysobalanus, en Guyane Française, Erythrina dans les autres guyanes ).

o

o o

.../...



LES TYPES DE SOL.  
-----

Nous avons distingué en Guyane Française en fonction de leurs applications agricoles les types de sols suivants :

- 1) La vase molle salée.

C'est à dire la laisse de marée basse et le sol des jeunes palétuviers. Ce sol est inutilisable, sujet d'ailleurs à des remaniements cotiers.

- 2) La vase consolidée mais encore souvent inondée par les plus fortes marées. Le sol est très salé surtout le profil, encore assez mou en surface (profil 26).

La mise en valeur est à déconseiller, surtout quand l'argile est assez foncée noirâtre.

Au Surinam quelques essais sont actuellement entrepris pour la récupération de ces sols.

En Guyane Anglaise, ce type de sol forme une large bande cotière que traverse la route principale et où sont localisés presque toutes les habitations. Aucune culture n'est possible. Seul le bétail peut tirer parti de ces prés salés mais on observe souvent de vastes étendues d'argile nue sans végétation.

Les premières rizières ou plantations de canne commencent qu'au delà de cette frange, à 1 ou 2 kms de la côte.

- 3) L'argile grise consolidée assez ferme, peu salée en surface, encore salée à faible profondeur.

Au Surinam on distingue les sols salés à 10 cms, 20 cms 30 cms, etc... Les expériences de dessalement, soigneusement contrôlée, sont en cours actuellement. Nous pourrions donc bénéficier de ces résultats.

Ces sols ne peuvent convenir, ni au citrus, ni aux cacaoyers qui exigent un sol dessalé sur au moins 60 cms (Surinam).

Ce type de sol couvre une assez importante surface en Guyane Française (Savane Sarcelle de Mana, Nord. CST. 27 (224) etc... bordure du Mahury - jusqu'à la hauteur de Marie Anne - On y a fait jadis de belles cultures de coton. Le dessalement est d'ailleurs assez facile. Le sodium est assez rapidement éliminé lorsqu'on laisse le sol couvert d'eau douce. Fréquemment renouvelée pendant une année environ. On peut ainsi obtenir un sol fertile mais il est préférable au moins pour

.../...

les proches années à venir de laisser ce type de sol de côté.

- 4) L'argile grise ou bleue, peu évoluée, très peu salée en surface devenant plus ou moins salée vers 70 à 100 cms de profondeur.

C'est le type de sol le plus fertile. Les " Frontland Clay " de Guyane Anglaise ( profil 36) *et les Pégasses*

On peut distinguer :

- a) l'argile grise ou bleue uniforme, n'est recouverte que d'une très faible épaisseur de matières organiques ou pégasse. - 5 à 10 cms se réduisant à peu de chose après drainage *(les Frontlands clay)*

Ce sol convient très bien à la canne à sucre, au riz, au cacao, au citrus, cocotiers. C'est un des plus répandu.

Profils :            25 - 27 - 28    Guyane Française  
                      21 - 22        Surinam

- b) l'argile grise ou bleue est recouverte d'une couche pégasse de 30 à 50 cms qui se réduit à 10 ou 15 cms après drainage. Ce sont les sols " pégasses peu profonds ".

Le mélange de cette couche pégasse à l'argile au cours de la mise en valeur, améliore considérablement la structure du sol et en augmente la fertilité.

Ce type de sol est nettement plus fertile que le précédent. Ce serait, pour la plupart des cultures, le meilleur sol des terres basses.

C'est le meilleur sol pour la canne à sucre (Guyane anglaise) et pour le riz (surinam). Avec le riz les rendements sont nettement supérieurs à ceux obtenus sur les sols sans couche pégasse ou les zones *décapées* par les bulldozer au cours des opérations d'aplanissement.

Le Cacao y donne d'excellents résultats, même avec une salinité relativement élevée vers 70 cms. C'est le meilleur sol ( Profils 17 et 18).

La banane à Nickerie *semble* donner des résultats prometteurs même sur un sol relativement salé ( profils 19 - 20) le brunissement des bordures des feuilles traduisait d'ailleurs parfois cet excès de sel.

Nous n'avons pas vu de citrus sur ce type de sol.

.../...

Ces sols pégasses peu profonds sont représentés par d'importantes surfaces en Guyane Française (1) Notons une salinité parfois assez élevée dès 60 ou 70 cms dans certaines zones. L'irrigation permettra d'éviter une remontée des sels pouvant nuire en saison sèche et le dessalement des parties salées qui auront été remontées en surface au cours de l'établissement des carreaux bombés.

Une prospection plus détaillée, à maille de 1 à 2 Kms nous renseignera donc sur ce point.

- c) L'argile grise ou bleue est recouverte d'une couche pégasse de plus de 50 cms d'épaisseur (60 cms à 1, 2 m). Ce sont les sols pégasses moyennement profonds.

La mise en valeur de ces sols a donné quelques déboires en Guyane Anglaise. Le mélange de la couche pégasse et du sol est difficile. Des teneurs en aluminium soluble parfois assez élevées ont été observées dans l'horizon organique très acide et peuvent causer le déclin des plantations. L'apport de phosphates solubles est un remède efficace, mais coûteux.

Ce type de sol semble inconnu au Surinam. Il couvre d'importantes surfaces en Guyane Française et en Guyane anglaise, ou de plus amples informations pourront être trouvées. De toutes façons, par suite de leur situation au centre des marécages, leur mise en valeur n'est pas pour maintenant.

- d) l'argile grise est recouverte par plus de 1,2 m de pégasse. Il s'agit des "pégasses profonds". Comme les précédents on ne les a pas signalés au Surinam. En guyane française leur surface est assez importante. Il est probable que leur meilleure utilisation sera, comme en Guyane Anglaise de les transformer en vastes réservoirs ou "conservancies".

- 5) Argile grise évoluée, déjà oxydée.

L'argile est généralement ferme sur une assez grande profondeur, non salée jusqu'à 1,2 ou 1,5 m souvent taché de jaune ou rouille.

Ce sont presque tous les sols qui bordent les rivières. (2)  
etc...

(1) Profils: 25 et 30

(2) Page 24

.../...

L'argile est plus désaturée - elle semble renfermer davantage de kaolinite. *Elle aurait été déposée dans un eueu jeu salée*

Au Surinam et en Guyane anglaise, ces sols sont considérés comme moins fertiles en général que les argiles grises du type 4 précédent. Ils renferment souvent une proportion de sable fin pouvant atteindre 10 à 20% que nous n'avions que rarement trouvé en Guyane française ( River Clay).

En Guyane anglaise on préfère ces sols pour les citrus aux " frontland clay " (type 4) que l'on trouve trop salés. Des apports d'engrais complet sont effectués mais il est possible que seul l'azote ait une utilité. Profils ( 7 - 8 - 9 - 10 - 11).

Au Surinam, le cacaoyer ( profil 16) vient bien mais semble moins vigoureux, moins productif que sur les sols pegasses peu profonds ( profils 17 - ).

La banane aurait un départ difficile, surtout quand la couche organique a disparu ( M. SAMSON).

Il semble donc dans l'état actuel de nos connaissances que ces sols doivent être réservés de préférence aux Citrus. De par leur situation en bordure des rivières ce sont les mieux drainés et ceux dont la mise en valeur est la plus aisée.

- 6. A ce type de sol peuvent être rattachés ce que nous avons qualifié en Guyane Française de dépôts anciens ( profils 31 et 32 ) La différence essentielle réside dans la teneur en bases échangeables nettement plus faible: 5 & 8 meq en surface.

Les citrus donnent de très bons résultats ( profil 15 - 12 - 14 ) . Le cacaoyer également: Pepper pot.

- 7 ) Les sols toxiques à sulfure.

*Exposés à l'eau ces sols libèrent des sulfures, de l'aluminium et deviennent très acides*  
Nous n'insisterons pas sur ce point. Il y a beaucoup de terres excellentes en Guyane Française avant de songer à la mise en valeur de ceux-ci. La mise en valeur des meilleures terres basses de Guyane pose déjà en elle-même suffisamment de difficultés.

.../...

Nous n'avons étudié ces sols en détail dans la région de Criques Jacques qu'à la demande du BAFOG. L'expérience a largement confirmé nos résultats. *Les digues-bendraines ne postent pas après 4 ans un bon de végétation.*

Ces sols semblent inconnus au Surinam. Par contre ils existent sur d'importantes surfaces en Guyane Anglaise et ~~ont~~ *ont* donné lieu à bien des ~~échecs~~ *échecs*. Des surfaces importantes ont été abandonnées ces dernières années. Les études au laboratoire et les essais au champ ont montré qu'on pouvait remédier dans une certaine mesure à cette toxicité de l'aluminium par des apports de phosphates solubles et de calcaire, mais que dans bien des cas cette pratique n'était pas économiquement viable.

Il importe donc de ne plus rien entreprendre sur ces sols.

Rappelons que dans bien des cas la couche toxique est enfouie sous 50 cms ou 1 m d'argile fertile. Il est bien certain, que suivant les techniques culturales adoptées ( carreaux bombés ou cultures à plat) variables suivant les cultures, certains sols pourront convenir ou non. *Certains pourront convenir au riz et servir à pousser pour les cultures sèches.*

EN RESUME.

Une comparaison presque parfaite peut être établie entre *les terres basses* des trois Guyanes et nous permettre de bénéficier de l'expérience déjà acquise par nos voisins.

La réussite technique de cultures, tels que la canne à sucre, le riz, le cacao, les citrus, le cocotier et peut-être aussi la banane, sur les principaux types de sols des terres basses de Guyane Française est bien établie.

Il importe donc :

- 1) d'achever les études sur l'ensemble des terres basses par l'établissement d'un réseau assez serré de layons pour le nivellement topographique et une étude plus détaillée des sols. Le cout élevé des layons exige que ces études soient menées de pare.

Ceci permettra de choisir, en fonction des cultures envisagées, les zones les plus propices et d'éliminer toutes les zones où pèsent des incertitudes (sel - toxicité), *de de la même façon où l'irrigation est impossible*

- 2)

.../...

2) de créer un petit polder expérimental, dans le triple but

ω - de démonstration, et de *propagande*

φ - de remédier s'il y a lieu à des inconvénients qui peuvent être propres à la Guyane Française - Maladies, déprédateurs, etc

ψ d'étudier les comportements des cultures pour lesquelles nous n'avons trouvé chez nos voisins que des informations insuffisantes : banane par exemple.

-----

## LES DIFFERENTES CULTURES.

*en terres basses au Surinam et Guyane anglaise*

Now n'entrerons pas dans les détails techniques que le lecteur pourra trouver dans les monographies annexes.

L A C A N N E A S U C R E . (*Guyane anglaise*)

La culture de la canne remonte à environ 300 ans.

Avantage de ces sols.

- Sol fertile - Même après plus de 100 ans de culture, les apports d'engrais potassiques semblent inutiles. On sait pourtant les besoins importants de la canne en potasse qui sont en moyenne de 150 à 200 Kg de K<sub>2</sub>O par an aux Antilles.

Les apports de phosphates n'ont pas donné jusqu'ici de résultats bien nets, sauf dans les "pegassy clay" riches en aluminium soluble.

Seuls les apports d'engrais azotés sont nécessaires.

Le ~~cha~~ labourage équivaldrait à une bonne fumure azotée, par son action sur la décomposition de la matière organique. Bien qu'il soit très onéreux, on conseille néanmoins d'effectuer quelques apports tous les 4 à 5 ans pour remédier à la grande acidité du sol. (pH : 4 à 5).

- Transports par chalands dans les canaux d'irrigation tirés par des mules ou tracteurs. Ceci évite l'entretien de coûteuses routes.
- Possibilité d'irrigation pour palier aux moments de sécheresse dans les jeunes plantations. On peut ainsi planter pendant cette saison où le travail du sol est le plus aisé.
- Méthode du flood-fdfollowing pour régénérer la structure et la fertilité du sol. Eliminer les mauvaises herbes.  
 Cette pratique, très ancienne, consiste à inonder le sol pendant 6 à 8 mois à la fin d'un cycle de canne. Une grosse amélioration dont les raisons ne sont pas très bien connues, redonne au sol sa fertilité primitive. (structure améliorée, élimination ~~ou~~ transformation ~~de~~ substances néfastes). L'inondation ne laisse subsister que les herbes aquatiques. et élimine les mauvaises herbes ordinaires ce qui réduit ~~le nombre~~ les sarclages ultérieurs.
- Sol plat permettant les traitements aériens pour le desherbage ou la fumure.

.../...

- Sol le plus souvent uniforme sur de vastes étendues, ce qui simplifie beaucoup la recherche de la meilleure variété et de la meilleure formule de fumure.

Les résultats de quelques essais, variété, fumure, techniques culturales sont extrapolables à de larges surfaces, ainsi que le diagnostic foliaire.

Inconvénients de ces sols.

- Sols argileux lourds, exigeant un drainage très prononcé.  
 Donc : Investissement élevé pour l'infrastructure générale du fait de la position basse de ces sols par rapport à la mer. Canaux très importants - pompes etc... Canaux d'irrigation amenant l'eau dans des " Conser-vancies " ou des rivières situées plus à l'intérieur

Investissements importants tous les 4 ou 5 ans pour l'établissement des carreaux bombés comme dans les sols lourds des Antilles ( 120.000 frs 1'Ha).

- Pour avoir le drainage optimum, la canne est plantée en travers des carreaux de 7 mètres sur des petits ados. Une telle pratique est certainement excellente mais interdit tout travail mécanisé quel qu'il soit. La canne est plantée à la main, buttée à la main, coupée à la main, transportée à tête d'homme jusqu'aux chaulands, l'interang est sarclé à la main et fourché tous les deux ans à la main. Pas une charette ni une mule ne pénètre dans les champs. Seuls les carreaux bombés sont faits avec des moyens mécaniques.

Cette technique culturale améliorerait certes les rendements de bien des terres lourdes de fonds des Antilles. Elle exige une telle quantité de main d'oeuvre qu'on ne peut économiquement y songer avec des salaires sensiblement doubles. Ce serait revenir 20 ans en arrière !

- Le climat est humide (2,5 m d'eau<sup>et</sup> la saison sèche ne dure que 3 à 4 mois. La récolte est étalée sur 7 à 8 mois. Ce dernier point présente certes des avantages pour les Usines qui peuvent ainsi passer davantage de cannes avec des installations moins importantes. Cela permet une meilleure utilisation du personnel fixe tant à l'Usine qu'aux champs ( Plantation possible en saison à l'irrigation), Mais cela nuit au rendement général en sucre, la petite saison sèche de Mars est souvent très réduite ou inexistante et les cannes récoltées à cette époque d'une faible teneur en sucre. Concentrer toute la récolte en saison sèche comme aux Antilles améliorerait certainement le rendement général. La saison sèche est trop courte pour des sols aussi argileux

sèche grâce

possibilités de pénétrer en toute saison dans les champs puisque tout est fait à la main sans engins mécaniques et que les cannes sont transportées par chaulands



Conclusion.

La culture de la canne à sucre telle qu'elle est pratiquée en Guyane anglaise ne semble pas viable ni aux Antilles ni en Guyane Française.

Elle ne subsiste que :

- Grâce à un contingent de 150.000 Tonnes accordé par l'Angleterre.
- Grâce à une main d'oeuvre à salaire de plus de moitié inférieur à celui des Antilles ( 2, 5 % B.W.I).

Reconnaissant ses faiblesses, l'association des planteurs et les principales sociétés ( BOOKERS..) font actuellement un très gros effort pour améliorer les rendements et les techniques. De très nombreux essais variétés et engrais sont récoltés chaque année et contrôlés par un laboratoire important et très moderne. Des résultats très substantiels ont été obtenus et grâce à ces recherches la production a fait ces dernières années un grand bond en avant sans augmentation des surfaces plantées.

L'uniformité relative du sol et du climat rend certes le problème beaucoup plus facile qu'aux Antilles.

o

o o

L E R I Z.

-----

Nous n'envisagerons naturellement que la culture mécanisée.

Avantages.

- Le riz est certainement la plante la mieux adaptée à ces sols formés sous l'eau. L'infrastructure générale pourra être moins importante que pour d'autres cultures exigeant un meilleur drainage. Il suffit le plus souvent de quelques travaux d'aplanissement. Un relevé topographique assez dense est nécessaire, car une différence de 30 cms a son importance.

.../...

- Les sols sont fertiles. Les problèmes de la fumure ont fait l'objet de nombreux essais au Surinam et en Guyane Anglaise ou un gros rapport concernant cette question vient d'être publié dans le cadre du plan de développement.

La fumure potassique ou phosphatée n'a pas donné jusqu'ici de résultats dans les sols normaux. L'utilisation du superphosphate améliore beaucoup les rendements sur les "pegassy clay" riches en aluminium soluble, mais les quantités nécessaires sont souvent trop importantes pour rendre cette pratique économique.

L'apport d'N est nécessaire mais variable suivant les sols. D'une façon générale on estime à 0,5 T/Ha de paddy l'élévation de rendement due à l'apport de 200 Kg de sulfate d'ammoniaque.

Dans les sols Pégasse ou la couche pégasse est soigneusement mélangée à l'argile, les besoins ne sont pas très élevés et les rendements excellents, (des résultats inespérés ont été obtenus dans une partie du Prince Bernard Polder ou la couche pégasse originelle avait une épaisseur de 40 cms.).

Dans les zones où la faible couche pégasse est enlevée par décapage lors des opérations de nivellement, l'apport de 200 Kg de sulfate d'ammoniaque fait passer les rendements de 1 T. de paddy par ha à 2,5 Tonnes contre 3,5 tonnes dans les zones non décapées et 4,5 T dans les pégasses plus profondes.

Dans ces parties décapées, l'enfouissement d'une culture de 80 jours de *crotolaria quinquefolia* provoque une augmentation de rendement de 1,8 tonnes par rapport aux zones n'ayant pas eu d'engrais verts.

L'importance de la matière organique, même pour le riz est donc très nette. Les meilleurs sols à riz sont les pégasses peu profondes, mais le mélange de la couche organique et de l'argile doit être très intime afin qu'il ne subsiste pas de parties imbibées d'eau, longues à ressuyer qui gênent la récolte et le travail du sol.

- Les nouvelles variétés sélectionnées au Surinam et mieux adaptées ont permis une forte augmentation des rendements par ha en quelques années seulement. Des rendements de 4 à 4,5 tonnes ont déjà été obtenus sur d'importantes surfaces et on espère prochainement pouvoir dépasser 5 Tonnes/Ha.

↘ sur ces sols ainsi qu'aux conditions d'enlèvement et de durée du jour

#### Inconvénients.

- Il est difficile de faire mécaniquement sur ces sols deux cultures de riz dans l'année. On ne peut préparer dans de bonnes conditions en novembre pour la seconde culture, qu'une

.../...

petite partie de la surface qui vient d'être récoltée. Le rendement de cette deuxième culture est plus faible par suite d'une préparation du sol moins bonne et souvent aussi d'un manque d'eau en janvier. Une bonne irrigation est donc indispensable. Surinam et Guyane Anglaise.

- On a du renoncer à la possibilité d'une culture sèche après le riz dans la même année. Le sol n'a pas le temps de se ressuyer suffisamment pour permettre son établissement. Cet échec technique est responsable de l'abandon du système des fermes autonomes initialement prévu à Wageningen (assezement envisagé riz-soja et de l'augmentation importante des surfaces de chaque ferme (riz uniquement <sup>dans</sup> avec une récolte principale et une deuxième sur une faible surface: ~~seulement~~)

Toutes les cultures "sèches" y compris le soja exigent sur ces sols un système de drainage efficace dont le meilleur semble être le carreau bombé. On ne saurait les établir pour quelques mois seulement et les aplanir ensuite pour le riz.

#### CONCLUSIONS.

La riziculture entièrement mécanisée a échoué en Guyane Anglaise ou la ferme d'Etat de Maihcony-Abary (2.000 ha) est fortement déficitaire. Il n'a pas été possible de faire deux récoltes dans l'année. ~~comme c'était prévu.~~

L'expérience de Wageningen, confirme le succès d'une mécanisation totale, mais aussi l'impossibilité d'avoir la même année une culture intercalaire et souvent même une deuxième récolte de riz.

Il semble que la seule rotation possible, soit : riz quelques années, suivi d'une culture sèche occupant le sol suffisamment de temps pour justifier les coûteux travaux de drainage indispensables : carreaux etc...

L'augmentation <sup>culturales</sup> des rendements, due à l'amélioration des techniques et à la sélection de nouvelles variétés (Station Expérimentale de Prince Bernard Polder et de Wageningen) est un indice très encourageant pour l'avenir de Wageningen (6.000 ha).

L A B A N A N E.

-----

Pas assez d'informations précises <sup>ont été</sup> trouvées sur la banane.  
Il n'existe pas au Suriname et en Guyane anglaise de plantations rationnellement suivies.

AVANTAGES.

-----

- Sol fertile - Besoins en engrais probablement nul en potasse. On sait les besoins importants en potasse de la banane aux Antilles, mais la norme de cette culture est encore insuffisamment établie à la différence du cacao et des citrons.
- Semble bien s'accomoder de sols relativement salés (Nickésie) par rapport à la majorité des sols de Guyane Française. Lui réserver les sols les plus riches - les pégasses peu profonds.
- Pas de problèmes de conservation du sol
- Terrain plat - possibilité de traitements aériens ou par atomiseurs a grande puissance transportés dans les canaux ~~fix~~ ou certaines pistes aménagées. Vastes plantations d'un seul tenant.
- Pas de " Panama disease " jusqu'ici.
- Transports dans les canaux d'irrigation ou jusqu'aux hangars d'emballage, ce qui évite d'entretenir des routes.
- Irrigation possible.
- Pas de cyclone mais sans doute nécessite de brise-vents.

INCONVENIENTS.

-----

- Investissements élevés au départ pour l'infrastructure et les carreaux bombés, mais bénéfiques plus importants que pour les Citrus, cacao et cocotiers, donc amortissements plus rapides.

- aménagement des carreaux à refaire après chaque cycle. (durée inconnue)
- Lutte coûteuse contre les mauvaises herbes, dont la repousse est toujours très rapide dans les sols lourds de fonds. *par suite* de nombreuses graminées. Mécanisation difficile des sarclages.
- Implantation difficile dans les zones où la matière organique superficielle a disparu.

CONCLUSION.

-----  
Il est nécessaire d'avoir davantage d'informations contrôlées sur les rendements, maladies, etc... d'autant plus que par suite des surfaces importantes exigées pour une culture d'exportation, les investissements seront considérables.

↳ dès le début

### AVANTAGES DES TERRES BASSES.

- Sols fertiles - Les apports d'engrais semblent inutiles excepté l'azote surtout en absence d'ombrage d'Erythrina.
- Bonne production de qualité. Semble bien s'accomoder d'une légère salure donc de la plupart des sols de terres basses de Guyane Française. Préfère les pégasses peu profonds.
- *climat humide propre à cette culture.*
- On pourrait se passer d'arbres d'ombrage en installant des brise-vent *La direction constante du vent toute l'année, en facilite l'implantation.*
- Pas de balais de Sorcières jusqu'à maintenant.

### INCONVENIENTS.

- id citrus. Investissements très élevés au départ pour l'infra-structure générale et l'aménagement du sol, mais cet aménagement est fait une fois pour toutes et il n'y a guère de problème de conservation du sol. *de maintien de la fertilité*
- Sarclages nombreux et rejetés les premières années, tant que les arbres ne couvrent pas le sol. *Reposse très rapide de l'herbe*
- *On ne peut installer le Kudju qui grimpe aux arbres*
- Enracinement très superficiel. Le sol étant chimiquement riche il semble que l'on ait intérêt à favoriser cet enracinement superficiel, *qui évite la mort de nombreuses racines en profondeur pendant la saison des pluies lorsque le sol est gorgé d'eau et plastique - Les racines n'atteignent pas ainsi les couches salées profondes.*

*Le cacao est plus sensible :*

à la sécheresse que les citrus. Il faudrait avoir la possibilité d'irriguer surtout pour les jeunes plantations. Bien veiller à l'ombrage de façon que le soleil ne puisse atteindre le sol et provoquer ainsi une dessiccation des racines superficielles.

### CONCLUSION.

----- Bonne réussite technique surtout si comme on l'espère les arbres vivent 30 ans. Culture paraissant économiquement viable, une fois les lourds investissements de l'aménagement effectués et les premières années d'entretien passées. Produit facile à traiter et à commercialiser en Guyane Française. Peu de main d'oeuvre.

## L E S      C I T R U S .

Il s'agit essentiellement des Grape-fruits.

## AVANTAGES DES TERRES BASSES.

-----

- Sol fertiles - Eviter les sols trop salée <sup>éviter</sup> et Préfèrer les sols bien dessalés en bordure des rivières.  
Les apports d'engrais semblent inutiles, même l'azote avec couverture de Kudzu, mais la pulvérisation d'oligo-éléments semble nécessaire.  
Bonne production - bonne saveur du fruit.
- Pas de problème de conservation du sol - Entretien très réduit avec une couverture de Kudzu - Nettoyage des fossés seulement.
- Terrain plat - possibilités de traitement aériens.
- Pas de cyclones.
- L'irrigation ne semble pas indispensable mais elle peut être utile.

## INCONVENIENTS.

-----

- Investissements très élevés au départ pour l'infrastructure générale du polder et l'établissement des carreaux bombés. Dans toutes les plantations que nous avons visitées on utilisait l'aménagement d'anciennes plantations de cannes. Aménagement du sol fait une fois pour toute à la différence des cultures annuelles.
- Sarclages nombreux et répétés les premières années. Comme dans toutes les riches terres de fonds la repousse des mauvaises herbes est très rapide. Difficulté de la coupe mécanique sur les carreaux bombés, surtout à la main.
- Climat très humide donnant des fruits d'aspect extérieur médiocre si des traitements ne sont pas effectués.

## CONCLUSION.

----- Bonne réussite technique - Culture paraissant économiquement intéressante une fois les lourds investissements de l'aménagement effectués. Main d'oeuvre réduite avec couverture de Kudzu. Des essais ont été entrepris actuellement au Surinam pour l'amélioration de la qualité des fruits.

L E S      C O C O T I E R S .

-----

AVANTAGES.

-----

- Sol fertile - pas d'engrais.

INCONVENIENTS.

-----

- Investissements très élevés au départ par rapport à ceux sur lesquels cette culture est généralement pratiquée - sables dunaires.

Toutes les cocoteraies de Guyane Anglaise ont été installées dans d'anciennes plantations de cannes ou l'aménagement existait. On a pu tirer ainsi profit de sols qui sans cela seraient à l'abandon.

- Impossibilité d'entretenir du bétail sous les arbres comme dans la plupart des cocoteraies. Dans ces sols argileux mous, le piétinement détruit rapidement les carréaux et les drains.
- Mécanisation des sarclages difficiles. ((Deux soulèvements à la main par an))
- Mécanisation de la récolte comme à Trinidad impossible.

CONCLUSION.

-----

Ne semble pas justifier les investissements élevés exigés. On peut mettre à son avantage le faible besoin de main d'oeuvre.



I - SYSTEME BRESILIEN.

C'est aux terres basses que l'élevage dans l'île de Marajo doit sa prospérité.

Une mission effectuée en 1951 nous a permis de comparer les sols et la végétation de ces pâturages à ceux des terres basses de Guyane Française. Nous avons souligné à cette époque l'intérêt du drainage même imparfait de la Savane de Kaw par la rectification et l'élargissement du canal de Kaw *ce qui* aurait permis l'utilisation de 3.000 ha *de* pâturages *naturels*. On y rencontre en effet les meilleures graminées *fourragères* d'Amazonie, tels que l'Echinocloa polystachia dont la teneur en protéine serait supérieure à celle de bien des luzernes, le Bersia Hexandra, l'Hymenachne, le Para.

Il est certain qu'un drainage trop poussé de ces savanes provoquerait une modification de la flore et une dégradation du pâturage. L'aménagement devra donc tendre à réduire l'importance de l'inondation (2 mètres) et sa durée (8 mois). Le bétail de Marajo pâture une bonne partie de l'année dans 60 cms à 1 m d'eau. Durant les quelques jours ou *semaines* de fortes inondations on se contente de couper l'herbe et de l'apporter en barques au bétail qui reste stabulé sur les éminences. *C'est* une des raisons qui nous *ont* fait choisir le casier d'Approvaque Kaw pour les premiers travaux du BAFOG.

II - En GUYANE ANGLAISE ET AU SURINAM.

L'élevage donne de bons résultats sur les sols bien drainés aménagés en polder. On peut ainsi avec des apports de fourrage à l'étable (para) et de concentrés importés entretenir un bon troupeau laitier.

Le kudzu pourra aider à remédier à l'insuffisance de protéines mais le bétail manque d'appétance pour lui.

Le système de drainage et le pâturage sont détériorés assez rapidement par le piétinement du bétail, c'est l'handicap le plus sérieux. Le sol est trop mou.

L'élevage ne peut naturellement être envisagé dans les terres basses que pour satisfaire la consommation locale. Les investissements sont très élevés (excepté savane de Kaw) sans doute prohibitifs mais il est certain qu'on aurait obtenu des résultats très supérieurs si tous ceux qui ont été effectués ces dernières années dans les savanes sèches avaient été consacrés aux terres basses.

## LES TERRES HAUTES DANS LES 3 GUYANES.

Les études géologiques qui ont été faites ces dernières années dans les trois guyanes ont montré qu'il s'agit de terrains très anciens profondément altérés.

Les pédologues se sont efforcés d'apprécier la valeur des sols formés sur les différentes formations que distinguent les géologues.

Les conclusions peuvent très brièvement se résumer ainsi :

- I - La très grande majorité des sols sont chimiquement très pauvres et exigent d'importants apports d'engrais pour permettre une agriculture permanente.
- Les pentes généralement importantes, rendront impossible presque partout la mécanisation.
- Seules des cultures arbustives, avec apports d'engrais et des techniques de conservation du sol appropriées ( lutte contre l'érosion et contre la destruction de la matière organique) peuvent être envisagées.

La superficie que représentent ces sols étant considérable, il importe que des essais soient entrepris pour déterminer :

- la réussite ou l'échec technique des cultures.
- le coût de production ( aménagements etc...)

Les sols sont suffisamment homogènes pour que ces résultats puissent être extrapolés à de vastes surfaces.

- II - Quelques sols fertiles ont été trouvés dans certains massifs volcaniques.

- En Guyane Française, les surfaces semblent maintenant beaucoup plus restreintes qu'on ne pouvait primitivement les envisager. Il est certain que la découverte de plusieurs centaines de Km<sup>2</sup> de riches terres, analogues à celles des Antilles, même situées au centre du pays, *eut* permis d'envisager avec optimisme certaines cultures : cacao, etc...

Il importe donc, même sans avoir cette illusion, en se basant sur les études géologiques qui ont beaucoup progressé ces dernières années, de poursuivre la reconnaissance des zones susceptibles d'être intéressantes.

- En Guyane Anglaise, quelques étendues limitées de sols fertiles analogues à ceux que nous avons trouvés en Guyane Française ont aussi été trouvées *sur les mêmes formations géologiques*

Des pédologues sont actuellement employés à la cartographie de ces régions. Quelques plantations de Cacao et de Caoua sont en cours d'installation ou existent déjà

- Au Surinam - Il ne semble pas qu'après les études géologiques déjà faites que ces sols riches existent ou puissent exister. Les prospections pédologiques ne font que débiter dans ces régions.

-----

(23)

COMPARAISON  
DES ALLUVIONS CONTINENTALES  
DE LA PLAINE COTIERE.-

---

Les argiles marines qui constituent les terres basses sont fertiles car chimiquement riches en éléments minéraux utiles, soit qu'elles aient été charriées par l'Amazone depuis les riches terres volcaniques des Andes, soit qu'elles aient subi des transformations et un enrichissement durant leur transport en mer.

Les alluvions continentales sont chimiquement très pauvres, car elles ont été arrachées aux terres hautes de Guyane déjà très pauvres et transportées par des eaux presque aussi pure que de l'eau distillée.

A la différence des terres basses qui sont toujours inondées et n'ont guère évolué depuis leur dépôt, les alluvions continentales se sont profondément dégradés.

Nous n'insisterons pas sur les différents types de sols. Nous nous contenterons de distinguer :

- 1) Des sols très dégradés, podzolisés sur lesquels aucune amélioration n'est possible ( la majeure partie des savanes)
- 2) des sols fortement dégradés sur lesquels une amélioration est possible techniquement parlant mais à quel prix ! et pour quels résultats ! drainage - engrais, etc...
- 3) des sols susceptibles de donner des rendements acceptables avec différentes plantes mais avec d'importants apports d'engrais et une technique culturale adaptée à la conservation du sol, (sables ou argiles jaunes sableuses).

o

o o

*On a les memes sols au Surinam et en Guyane anglaise*

Au Surinam, sur les meilleurs sols, l'expérience de Lelydorp, a montré que les cultures annuelles étaient difficilement compatibles avec le maintien de la fertilité du sol. Le sol se dégradant trop rapidement on a du y renoncer.

.../...

Les essais de Dirkshop (voir monographie) et de Lelydorp ont montré que les citrus pouvaient donner de bons résultats sur les meilleurs d'entre eux mais avec des apports importants d'engrais. Les terres basses sont estimées préférables.

Le Palmier à huile semble bien s'adapter à ces sols même sur ceux qui semblent déjà assez dégradés. Il s'agit de jeunes plantations. Aucun arbre n'est en production.

Quelques pâtures, ont été installées à Lelydorp sur les meilleurs d'entre eux et subviennent aux besoins en lait des agglomérations - (Tatumua Pangola - pâturage intensif avec fumure minérale et rotation du bétail.)

L'élevage extensif n'est guère pratiqué sur la côte - Les savanes du Mupuni dans le sud de la Guyane anglaise permettent le maintien d'un troupeau à raison de 7 ha par bête.

Quelques améliorations sont envisagées, oligo-éléments, etc.. mais on considère qu'il s'agit presque d'une gageure de vouloir essayer d'intensifier l'agriculture sur des sols aussi pauvres. La même remarque pourrait s'appliquer à une bonne partie de nos savanes sèches.

o

o o

Il y a jeu à chaner que ces sols donnent bien à une agriculture prospère et importante.

Comme ils sont situés à proximité des agglomérations, il importe de savoir, par des essais limités ce que l'on peut attendre des meilleurs d'entre eux ( Agrumes, palmier à huile, avec une fumure et des techniques culturales appropriées. C'est la meilleure façon de déterminer le cout de production.

-----

*implantation en Guyane Française*

Toute implantation d'une agriculture en vue de cultures d'exportation implique l'importation de main d'œuvre qui ne saurait provenir que des Antilles. Ces pays présentent du point de vue économique et humains à l'heure actuelle des avantages considérables sur la Guyane il faudrait donc

- soit que la pression démographique impose une émigration vers la Guyane, ce qui n'est pas le cas actuellement mais le deviendra peut-être dans quelques années ( 10 ans par exemple )
- soit que les sols présentent des avantages certains sur ceux des Antilles : permettant un coût de production plus faible : fertilité naturelle, bas prix du fermage, etc...

C'est ce deuxième point qu'il conviendra d'examiner en détail les années à venir pour suivre les modifications qui pourraient intervenir.

#### LA BANANE.

-----

La culture de la banane est très bien adaptée aux Antilles ou elle est susceptible de prendre encore une très large extension

Elle présente l'avantage incontestable de pouvoir être pratiquée en grande plantation et en petites plantations assurant ainsi des revenus à une masse importante de petits agriculteurs.

*culture* C'est une culture riche rémunératrice, et exigeant beaucoup de main d'œuvre ( grande ou petite plantation ) donc sociale qu'il convient d'encourager au maximum aux Antilles.

L'implantation de la banane en terres basses en Guyane ne pourra être faite que dans le cadre de grande plantation. Le coût de production sera-t-il suffisamment bas pour permettre de vendre sur d'autres marchés et éviter une concurrence lourde de conséquences sociales pour les Antilles. On peut en douter pour le moment en l'absence de renseignements précis sur les rendements que l'on peut espérer en Guyane, les variétés, les traitements ... La création d'un polder expérimental s'impose donc d'urgence pour cette raison.

Il serait regrettable que les investissements considérables fournis pour l'implantation de 1.500 ha de banane en Guyane ne

.../...

l'Etat et les spéculateurs Antillais, aboutisse<sup>nt</sup> à subventionner en Guyane une culture qui pourrait troubler gravement l'économie des Antilles.

La culture de la banane ne doit donc être entreprise en Guyane qu'après des études techniques et économiques très sérieuses.

#### LES CITRUS.

-----

Les citrus viennent fort bien aux Antilles. Malheureusement la majeure partie de la production pourrit sur place faute de débouchés. On ~~comptait~~ dans ces conditions qu'il n'existe que peu de plantations au demeurant peu entretenues, et rarement traitées.

Il est certain, que de vastes surfaces de sols favorables à cette culture pourraient être plantées en citrus aux Antilles si un profit pouvait en être espéré.

Le cyclone est certes un handicap sérieux mais la Floride et le Texas, pays complètement plats, en subissent davantage que les Antilles qui ne les empêche pas d'inonder le monde de leur production. Les grape-fruit résistent d'ailleurs assez bien aux vents.

Enfin en Martinique, et bientôt en Guadeloupe, existent des conserveries de jus de fruits qui pourraient consacrer les temps morts que laissent l'ananas à la fabrication de jus de pamplemousse ou d'orange.

Le mobile est donc purement économique. Il est vraisemblable que les investissements consacrés à cette culture seraient dans un proche avenir plus rémunérateurs et socialement plus intéressants aux Antilles qu'en Guyane (prêts aux agriculteurs, propagande, soutien éventuel des prix les premières années, comme au Surinam). Une politique commune pour les trois départements serait à envisager.

#### LE CACAO.

-----

La culture du cacaoyer peut être pratiquée sur de fortes pentes. Il s'agit alors de sols très fertiles naturellement. Collines volcaniques de cote d'Ivoire, "chocolate soils" de Trinidad dont les analyses placées en annexes (profils 1-2-3-4) illustrent bien la richesse.

.../...

De très bons sols à cacao existent en Martinique mais on préfère les consacrer à des cultures plus rémunératrices.

En Guadeloupe les sols de la chaîne Centrale et Nord sont trop pauvres pour porter de belles plantations. Des apports d'engrais seraient nécessaires !! A plus forte raison il en est de même pour la plupart des terres Hautes de Guyane.

Il est donc peu probable que cette culture puisse en prendre une grande extension sur les sols des Antilles, qu'il s'agisse de sols très en pente ou plats/ Le cacaoyer est plus sensible aux vents que les citrus. Les cyclones provoqueraient plus de dommages aux plantations.

Cette culture exigeant des sols riches, peu de main d'œuvre, peu d'entretien, et des investissements réduits pour le conditionnement de la production et son exportation pourrait être envisagée dans les terres basses *bien* que les bénéfices à en attendre soient moins élevés que pour *bien* d'autres plantes. Des plantations pourraient aussi être installées dans les meilleurs sols des massifs de roches vertes si les surfaces sont suffisamment importantes - Gabrielle etc...

#### CONCLUSION.

Y-----

Sans vouloir sous-estimer l'importance des facteurs économiques et humains, il est bien certain que la part du "sol" dans le coût de production de ces denrées agricoles est importante. L'île de Cayenne et ses alentours ne seraient pas ce qu'ils sont si les sols avaient été aussi fertiles que ceux des Antilles. Les Antilles ne seraient pas aussi prospères si les sols ressemblaient aux terres hautes de Guyane.

faire remarquer, que la seule région des Antilles où les sols se rapprochent plus de ceux de Guyane quoique nettement plus fertiles est la chaîne Centrale et Nord de Guadeloupe, où de grandes surfaces peu accidentées sont encore incultes alors que les riches terres du Sud ou des mornes de Martinique portent des cultures sur des pentes parfois impressionnantes.

1958

-----





---

II/- / Etudes préliminaires des sols des régions /  
bananières d'Equateur /

---

Fruits, 1962, vol.17, n°1, 3-21

F.COLMET DAAGE

Publication ORSTOM-Antilles n° P 15



# ÉTUDES PRÉLIMINAIRES DES SOLS DES RÉGIONS BANANIÈRES D'ÉQUATEUR

par F. COLMET-DAAGE

*Office de la Recherche Scientifique et technique outre-mer (O. R. S. T. O. M.)*

Au cours de sa mission effectuée en 1959 en Équateur, J. CHAMPION avait signalé le peu de renseignements disponibles sur les sols d'Équateur, permettant de faire des comparaisons entre eux, les méthodes d'analyses étant très diverses et les observations ou résultats analytiques souvent fragmentaires.

Une connaissance plus précise et plus systématique des sols des régions bananières apparaissait comme nécessaire dans la conjoncture actuelle.

L'extension de la culture bananière est en effet très rapide actuellement, surtout au Nord de Guayaquil, dans les régions de Quevedo et Sto Domingo... où la création récente de routes permet la mise en valeur de nouvelles terres, restées vierges, parce que trop éloignées des cours d'eau navigables, nécessaires jusqu'ici au transport des régimes. La plupart des bananeraies de ces régions sont d'implantation récente sur des sols ayant encore conservé beaucoup de leur richesse naturelle.

Le mode d'exploitation est le plus souvent extensif, mais il est certain que, malgré les grandes surfaces de riches sols encore sous forêt susceptibles d'être défrichés, les agriculteurs vont de plus en plus être obligés, durant les années à venir, de s'orienter vers une certaine forme de culture intensive (en choisissant les meilleurs sols de préférence), analogue à celle qui existe dans bien d'autres pays producteurs moins favorisés pour la qualité et l'étendue des sols cultivables.

Les plantations ne peuvent pas en effet trop s'éloigner des ports. Les longs transports par route grevent lourdement les bénéfices et portent préjudice à la qualité des fruits qui sont presque systématiquement achetés à un cours inférieur.

Le traitement contre le Cercospora, qui se généralise de plus en plus, est effectué depuis quelques années par des dizaines d'avions qui utilisent le procédé mis au point par l'IFAC aux Antilles. Le coût du traitement, proportionnel à la surface, est une charge financière d'autant plus aisément supportée que la productivité à l'hectare est plus forte.

Si les sols paraissent fertiles, certains même exceptionnellement fertiles par rapport à ceux de bien des bananeraies d'Afrique, par exemple (et ce rapport nous le confirmera) il était difficile d'exclure, connaissant la fragilité et la fertilité souvent éphémères des sols tropicaux, au moins dans les régions très arrosées, des risques d'épuisement en potasse, peut-être en phosphore et en d'autres substances. Il est utile de pouvoir mesurer ces risques à l'avance pour déterminer le moment où une fumure plus complète devra remplacer l'absence de fumure, ou le seul apport d'azote, comme c'est le cas jusqu'ici, et éviter ainsi une chute des rendements.

L'expérimentation sur les engrais qui débute avec l'ANBE-IFAC nécessite des connaissances précises sur les sols pour le choix des traitements à appliquer et le choix d'emplacements qui permettent, approximativement au moins au début, l'extrapolation valable des résultats sur de vastes surfaces.

En connaissant parfaitement les caractéristiques des sols, il est possible enfin de bénéficier des travaux effectués dans d'autres régions sur des sols semblables.

La maladie de Panama a déjà fait disparaître complètement les bananeraies de certaines régions (\*), d'autres plantations sont menacées, mais dans bien des endroits le mal semble stationnaire, frappant ici et là quelques plants sans qu'une extension sensible n'apparaisse. Existe-t-il une relation entre les propriétés du sol et la facilité avec laquelle cette maladie se propage, il y a là une hypothèse à laquelle il serait bon de pouvoir répondre.

Ce n'est évidemment pas avec une trentaine de profils analysés que l'on peut tirer des conclusions ; mais c'est une étape nécessaire pour déterminer les points qui semblent les plus importants et dont l'étude mérite d'être approfondie par des déterminations ultérieures aux champs et au laboratoire.

(\*) - Tenguel — bananeraies de l'United Fruit Company.

## GÉOGRAPHIE PHYSIQUE

Les zones bananières sont situées dans la plaine entre le Pacifique et la cordillère des Andes. Le climat des hauts plateaux est trop froid pour la culture du bananier (12° à Quito) et le versant amazonien est à peine exploité.

I. *Au Sud* (3° latitude Sud), la plaine est étroite, basse, resserrée entre la côte marécageuse et les Andes distantes de 20 à 30 km seulement. C'est la région de Machala, avec ses belles plantations sur de riches sols irrigués. Les rivières sont courtes, la cordillère s'élève rapidement à 3 ou 4 000 m et semble constituée, au moins aux abords de la plaine, de roches anciennes, schisteuses ou cristallophylliennes à la différence des autres régions, situées plus au Nord, où ce sont des matériaux d'origine volcanique récente qui dominent.

II. *Au Centre et au Nord*, entre le golfe de Guayaquil (2° latitude Sud) et la Colombie (1° latitude Nord), la plaine est beaucoup plus large. Elle est bordée à l'Est par la cordillère des Andes qui, après une courte zone de piedmont de quelques centaines de mètres d'altitude, s'élève rapidement à 4 ou 5 000 m. Plusieurs volcans, dont certains atteignent 6 000 m d'altitude, ne sont guère éloignés que de quelques dizaines de kilomètres des abords de la plaine.

À l'extrême Nord les rivières descendent directe-

ment vers la mer à peu près perpendiculairement à la côte et à la chaîne andine.

Au centre par contre une cordillère peu élevée (800 m maximum), plutôt une succession de collines, s'étend parallèlement aux Andes, à proximité de la côte et isole un vaste bassin dans lequel les fleuves coulent du Nord au Sud vers le golfe de Guayaquil.

Dominés ainsi par les Andes et ses épais, immenses et si érodibles dépôts des cendres andésitiques qui couvrent les pentes des volcans et les hauts plateaux, on conçoit que les sols alluvionnaires des bananeraies de la plaine basse présentent des caractéristiques relativement uniformes et un certain potentiel de fertilité. Une vaste zone, au Nord de Quevedo, semble avoir été recouverte par des dépôts aériens de cendres que l'on observe reposant en discordance et en épousant les ondulations sur les argiles rouges des sols plus anciens.

Dans cette région, ce sont ces dépôts qui ont donné naissance aux sols actuels, encore très jeunes et très défrichés depuis quelques années. Certains volcans encore en activité envoient encore de temps en temps une nouvelle petite couche de cendre.

Au Sud de Quévedo, ces recouvrements paraissent plus rares et ce sont les sols plus anciens d'argiles rouges ou brunes qui semblent dominer.

## CLIMAT

Deux causes importantes agissent sur la pluviométrie.

D'une part le courant froid de Humboldt qui s'écarte de la côte après avoir longtemps longé celle du Pérou, et cesse ainsi progressivement de faire sentir son influence désertique provoquant une augmentation des précipitations du Sud au Nord de l'Équateur.

D'autre part la barrière de 3 à 4 000 m de la cordillère des Andes, génératrice de courants ascendants qui causent des chutes de pluies de plus en plus importantes et fréquentes quand on va d'Ouest en Est, du Pacifique vers les Andes.

Examinons quelques transversales caractéristiques : bien que les chiffres ne portent souvent que sur un nombre d'années insuffisant :

+ au Sud, près de la mer, à *Machala*, les précipi-

tations ne dépassent guère 600 mm et augmentent un peu aux abords de la cordillère (800 m). La saison sèche est très prononcée et seulement 2 à 3 mois reçoivent plus de 100 mm d'eau. Les bananeraies, parmi les plus belles d'Équateur, sont toutes irriguées.

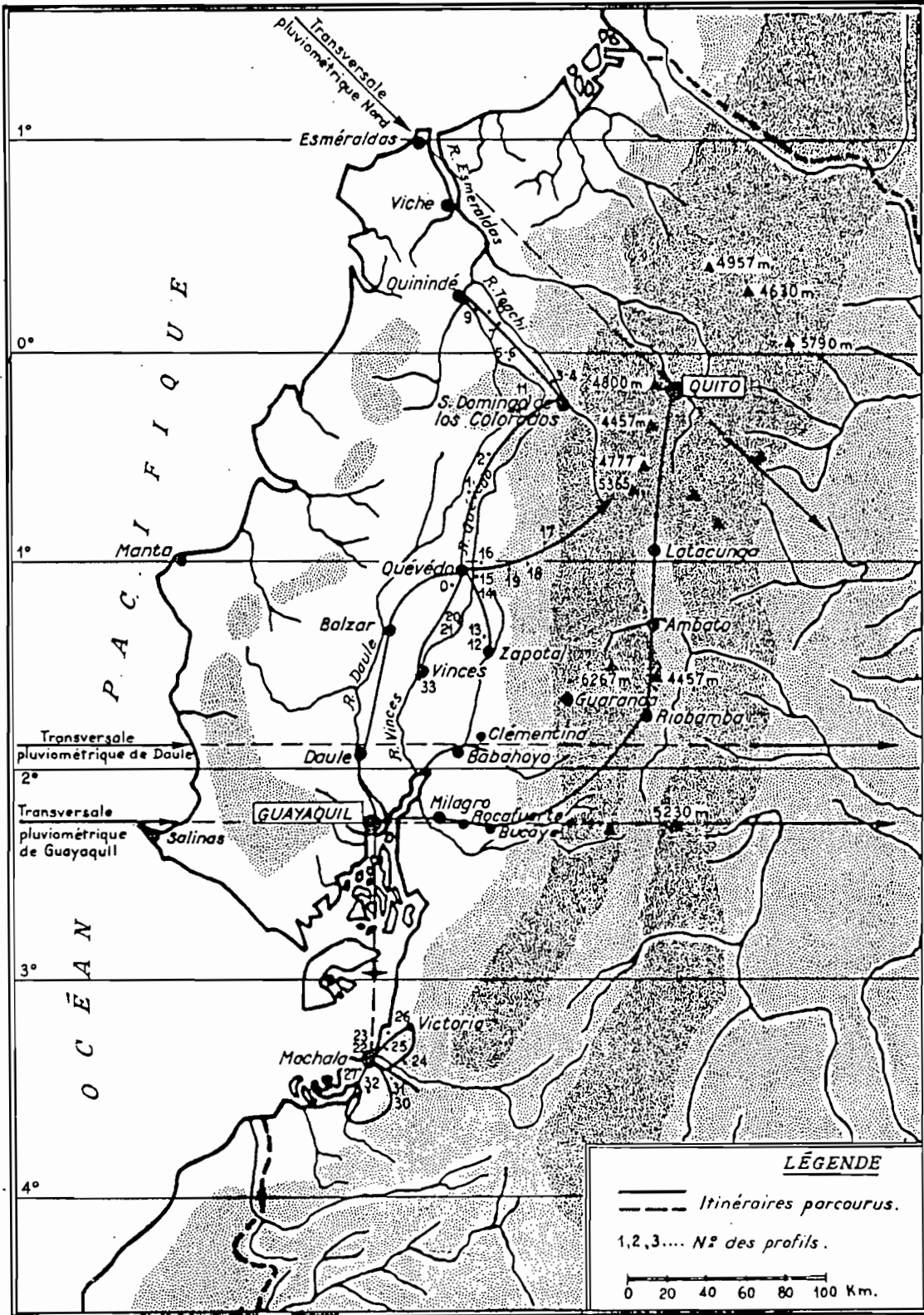
En remontant vers le Nord, la pluviométrie annuelle augmente sensiblement passant à 1 200 et 1 400 mm vers Tenguel et Naranjal avec 5 mois recevant plus de 100 mm.

+ à *Guayaquil*, les précipitations annuelles atteignent 1 400 mm avec 4 mois à plus de 100 mm et 5 presque sans pluies mais l'humidité de l'air est élevée.

Vers l'Ouest les précipitations diminuent rapidement et la côte Pacifique à Salinas a un aspect quasi désertique.

PRECIPITATIONS		TOTAL	m/m par MOIS												NOMBRE ANNEES
			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
<b>ZONE SUD</b>															
de la mer vers les Andes	MACHALA .....	627	112	150	167	57	55	16	15	14	10	17	6	9	5
	PASAJE .....	800	73	274	114	31	29	44	27	28	26	33	31	30	3
	TENGUEL .....	1263	190	296	263	135	101	53	41	34	39	40	34	37	7
	NARANJAL .....	1404	193	268	364	314	120	26	18	14	23	28	18	18	3
<b>ZONE CENTRALE</b>															
Transversale de Guayaquil vers les Andes	QUAYAQUIL .....	1139	222	303	298	217	53	12	2	1	1	2	3	27	46
	MILAGRO .....	1379	330	371	296	204	76	27	15	5	6	9	2	59	15
	ROCAFUERTE .....	2148	303	451	523	534	167	45	13	14	16	15	21	43	3
	BUCAY .....	2824	520	416	643	355	190	181	185	175	79	41	5	34	3
<b>40 KM PLUS AU NORD</b>															
Transversale de Daule vers les Andes	DAULE .....	1070	307	260	200	112	46	19	42	0	0	1	1	80	4
	BABAJOYO .....	1992	343	498	511	398	137	13	2	1	1	6	3	61	7
	CLEMENTINA .....	2680	470	583	653	526	247	34	16	6	10	14	18	97	7
<b>PLUS AU NORD</b>															
	BALZAR .....	1692	356	395	359	287	66	64	64	1	15	14	8	63	5
	VINGES .....	1704	459	239	265	325	275	14	6	0	10	15	15	61	3
	C. ROBUSTA .....	1790	332	348	475	353	142	22	13	9	2	3	22	68	3
<b>PLUS AU NORD, PLUS PRES DES ANDES</b>															
	PICHILINGUE... QUEVEDO .....	2362	489	493	516	284	166	45	18	11	9	18	27	87	7
	S. DOMINGO .....	3260	508	494	508	531	357	193	143	51	131	109	71	165	11
<b>ZONE NORD</b>															
Transversale de la mer vers les Andes	ESMERALDAS .....	844	111	184	86	150	59	81	53	32	32	12	14	31	14
	VICHE .....	2036	253	306	235	375	195	187	114	125	98	40	43	66	3
	S. DOMINGO .....	3260	508	494	508	531	357	293	143	51	131	109	71	165	11
	(id. ci-dessus)														
extrême nord près la côte	S. LORENZO .....	2364	242	256	223	290	248	365	237	106	112	126	64	94	8

--- de 0 à 50 mm. — plus de 50 mm.



Vers l'Est en se rapprochant des Andes, la pluviométrie augmente et est mieux répartie au cours de l'année. La durée de la saison sèche diminue.

On passe ainsi : à 1 380 mm à Milagro avec seulement 4 mois recevant plus de 100 mm,

à 2 140 mm à Rocafuerte avec 5 mois à plus de 100 mm,

2 820 mm à Bucay au pied des Andes avec 8 mois recevant plus de 100 mm.

+ au Nord de Guayaquil, à la latitude de Daule, on retrouve, dans la dépression située entre la cordillère côtière et les Andes, le même gradient :

1 070 mm à Daule à l'Ouest de la plaine avec 4 mois recevant plus de 100 mm et 4 mois presque sans pluies,

1 992 mm à Bobaoyo avec 5 mois recevant plus de 100 mm,

2 679 mm à Clémentin avec 6 mois recevant plus de 100 mm,

et en remontant vers le Nord :

1 700 à 1 800 mm à Balzar, Vincès, Coffea Robusta avec 4 à 5 mois recevant plus de 100 mm.

encore plus au Nord et en se rapprochant un peu des Andes, la pluviométrie augmente ainsi que la durée de la saison des pluies :

2 362 mm à Pichilingue-Quévêdo (1° latitude Sud) avec 5 à 6 mois à plus de 100 mm,

3 260 mm à Santo Domingo (près de l'Équateur) avec 8 mois à plus de 100 mm.

+ au Nord de Santo Domingo, la pluviométrie décroît encore nettement des Andes vers la mer, passant de plus de 3 à 4 m à 2 036 mm à Viche, mais avec 8 mois à plus de 100 mm et 844 mm à Esmeraldas sur la côte Pacifique avec une assez bonne répartition au cours de l'année. Une vaste région reçoit plus de 2 000 mm avec une répartition assez régulière.

+ à l'extrême Nord, San Lorenzo, à proximité de la mer, a une pluviométrie de 2 364 mm avec 10 à 11 mois recevant plus de 100 mm.

En Colombie, les précipitations sont encore bien supérieures. C'est le climat équatorial avec une saison sèche très réduite.

La température varie très peu — 26 à 28° dans la zone bananière.

## LES SOLS DE LA RÉGION DE MACHALA

Il s'agit des sols irrigués de la plaine basse, plate, qui s'étend entre les Andes et l'océan sur 10 à 30 km de large. C'est une importante région bananière, qui se distingue plus particulièrement des autres régions par la qualité de ses fruits qui bénéficient presque toujours des cours les plus hauts avec un pourcentage de refus bien inférieur. Le climat étant relativement sec (600 à 800 mm) l'irrigation est la règle presque générale.

Ce sont des sols alluvionnaires limono-argileux dans lesquels des différences importantes de texture peuvent se produire dans le premier mètre donnant lieu à des horizons d'épaisseur variable, parfois de simples lentilles, plus argileux ou plus sableux.

La teneur en argile est le plus souvent comprise entre 20 et 30 %. Le pourcentage de limon est nettement supérieur. Les sables grossiers sont très peu abondants, inférieurs à 1 %.

Certains horizons sont franchement finement sableux avec à peine 10 % d'argile. D'autres sont argileux avec 50 à 60 % d'argile.

Le plus souvent c'est l'horizon de surface qui est le plus argileux, le sol devenant de plus en plus léger, parfois sableux en profondeur, ce qui est un élément favorable pour l'irrigation.

On trouve parfois cependant des horizons profonds plus argileux, souvent de minces bandes probablement lenticulaires, qui risquent de gêner le drainage interne comme les taches grisâtres et rouille permettent de le croire.

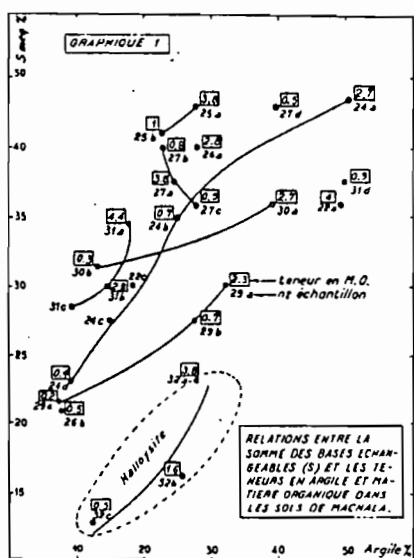
Les teneurs en matières organiques totales sont de l'ordre de 3 à 4 % dans les 15 à 20 premiers centimètres, mais décroissent très vite plus en profondeur comme dans la plupart des sols de régions sèches.

Le rapport C/N est souvent inférieur à 10 — en surface — ce qui indiquerait une humidification assez prononcée de la M. O. En profondeur il descend souvent à 5, mais les faibles teneurs en C et N lui enlèvent un peu de précisions.

La capacité d'échange de bases est généralement comprise entre 30 et 40 méq %. Elle est plus faible pour les sols sableux et croît dans une certaine mesure avec



la teneur en argile (graph. 1 ; S très voisin de T). La teneur en matière organique totale ne semble pas avoir beaucoup d'influences (voir graph. 1). Le type d'argile dominant serait dans la plupart des cas la Montmorillonite avec un peu d'argile du type Kaolinite et quelques gels (profils 24-27-31. Examen aux rayons X et à l'analyse thermique différentielle). Cependant, à proximité des Andes (profil 32), l'argile est du type Metahalloysite avec un peu de gibbsite. La capacité d'échange est alors nettement plus faible que dans les profils précédents à teneur en argile égale et ce profil s'isole nettement des autres sur le graphique 1.



Le pourcentage de saturation en bases est élevé, voisin de 85-95 %, parfois davantage. Le pH est dans l'ensemble supérieur à 6,5 voisin de 7, parfois supérieur. La relation V/pH n'est pas très nette (graphique n° 7) d'ailleurs de peu d'importance pratique.

Le calcium est de loin le principal élément échangeable. Le magnésium, excepté dans les sols parfois inondés par les eaux saumâtres, dépasse rarement le  $1/10^e$  de la teneur en calcium.

La teneur en sodium échangeable est peu élevée et le rapport Na/S dépasse rarement 1 %, ce qui est très satisfaisant pour des sols parfois inondés par des eaux saumâtres.

L'horizon de surface argileux du profil 23, sol salé, encore vierge, présente certes une structure compacte, polyédrique à prismatique, bien en relation avec un rapport Na/S voisin de 10, mais la perméabilité des horizons inférieurs permettra certainement un lessi-

vage aisé du sodium au cours des irrigations par submersion.

Les teneurs en sels solubles sont faibles. Dans la plupart des profils elles ne dépassent guère 0,1 % de sel exprimé en NaCl. Il ne semble pas qu'il y ait des difficultés pour le dessalement. La comparaison du profil 22, défriché il y a un an et inondé plusieurs fois par des eaux douces au débit de sa mise en valeur, et du profil 23 situé à une centaine de mètres dans une partie salée encore vierge, montre la rapidité avec laquelle s'est produite la disparition des sels. Le rapport Na/S a fortement baissé, en surface (de 10 à 3) et la structure s'est beaucoup améliorée. Le rapport Na/S des horizons plus profonds n'a, par contre, guère changé (20 %), ce qui risque, malgré le pourcentage d'argile peu élevé, de créer un milieu dispersé un peu asphyxiant pour les racines des plantes. Il est probable que la proportion de Na échangeable va baisser au cours des irrigations futures si le drainage se fait convenablement à marée basse. Il y aurait intérêt à s'en assurer par quelques prélèvements ultérieurs si les bananiers viennent à présenter des signes de défaillances, ce qui n'est pas le cas actuellement puisqu'ils ont donné la première année 1 200 régimes à l'hectare de 40 kg de moyenne.

Les teneurs en potassium échangeable sont élevées, parfois même extrêmement fortes. Des teneurs de 2-3 ou 5 milliéquivalents pour 100 g de sol, même en surface comme c'est le cas ici, sont très rarement signalées dans la littérature concernant les sols tropicaux, même dans ceux qui reçoivent de fortes fumures minérales.

Des teneurs de 0,5 à 0,7 méq. en profondeur peuvent encore être considérées comme très satisfaisantes pour un pourcentage d'argile relativement moyen (20 à 30 %).

Dans certains profils (31 par exemple) les teneurs en potasse échangeable sont supérieures à celles en magnésium. C'est d'ailleurs un cas fréquent dans certains sols des Antilles françaises après de forts apports de potasse, sans qu'un déséquilibre ne soit jusqu'ici apparent.

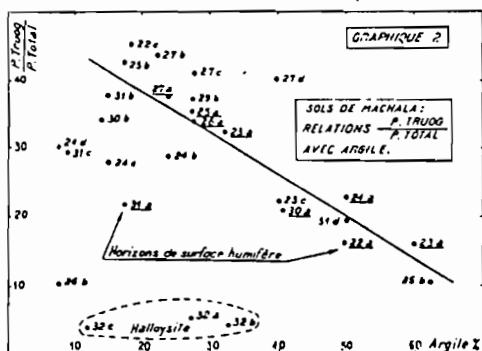
Beaucoup de bananiers cependant présentent des brunissements sur le pourtour du limbe foliaire, analogues à celles que l'on a coutume d'observer sur des terrains salés, or la plupart des échantillons que nous avons analysés ne sont pas assez salés pour provoquer de tels effets. S'agit-il d'un excès de sel survenu à un moment du cycle de la plante et disparu à la suite d'une irrigation ? S'agit-il d'un déséquilibre minéral provoquant des symptômes analogues ? La question mériterait d'être étudiée.

Signalons que de nombreux petits micras blancs, brillants, sont souvent observés dans certains horizons. Bien que rarement trouvés dans la fraction fine, il est vraisemblable qu'une certaine relation existe entre cette abondance de minéraux micacés et la grande richesse en potasse de ces sols.

Riches en potassium, ces sols sont aussi très riches en phosphore aisément soluble. Les teneurs en  $P_2O_5$  total, à l'exception de quelques profils où elles atteignent 3 % de  $P_2O_5$  en surface, ne sont pourtant que de l'ordre de 1,2 à 1,5 % de  $P_2O_5$ , donc très moyennes. En profondeur elles sont souvent inférieures à 1 %. Mais une forte proportion de ce phosphore, 30 à 40 %, existe sous des formes aisément solubles extraites par des acides très dilués (N/500 du réactif Truog). Les teneurs peuvent atteindre 0,4 %.

Il est intéressant de noter que la matière organique ne semble pas avoir d'influence sur le rapport  $\frac{P \text{ Truog.}}{P \text{ total}}$

Ce sont souvent les horizons profonds, pauvres en M. O., qui présentent le rapport le plus élevé. Il ne semble pas y avoir non plus de relation bien nette avec la teneur en argile (grap. 2), mais la nature de l'argile jouerait peut-être un rôle, ce rapport étant beaucoup plus faible dans le profil 32 constitué d'hallowysite et d'un peu de gibbsite que dans les autres sols montmorillonitiques.



La densité apparente des horizons de surface de 10 à 20 cm varie de 1 pour les échantillons très bien structurés, ayant un aspect de terreau, à 1,2 pour les échantillons plus sableux ou à structure plus compacte, et 1,3 pour un horizon argileux compact. Il n'y a pas de relations évidentes avec les teneurs en argile.

De nombreuses déterminations de pF ont été faites par succions sur plaques poreuses sur les échantillons ayant déjà été à demi séchés à l'air.

Rappelons que l'humidité trouvée à pF 4,2 est

celle d'un sol au-dessous duquel l'eau est si fortement retenue que la plante ne peut plus l'absorber et commence à flétrir. On parle souvent aussi de « point de flétrissement » (Wilting point). L'humidité trouvée à pF 2,7 correspondrait sensiblement à celle d'un sol ressuyé 24 h après une forte pluie, c'est-à-dire dans lequel l'eau ne serait plus en mouvement.

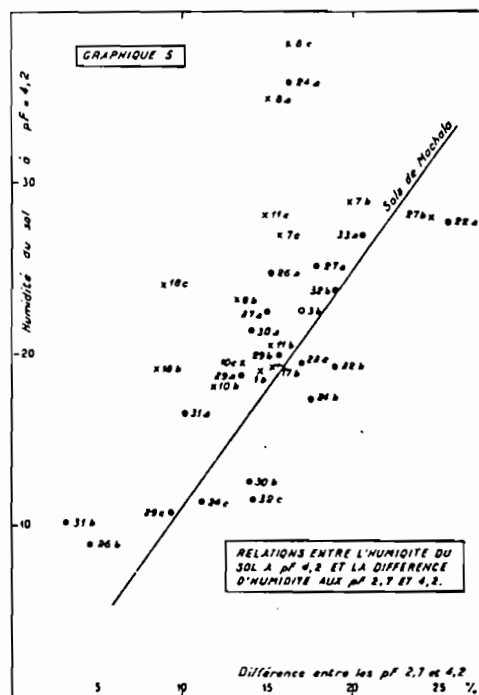
Une relation est assez nette entre les valeurs obtenues pour pF 4,2 et pF 2,7 et l'argile ou l'argile + limon (graph. 3 et 4). La M. O. ne paraît pas jouer un rôle.

La différence des valeurs obtenues pour pF 2,7 et 4,2 représenterait l'eau réellement utilisable par la plante.

Il ressort cependant d'études effectuées par M. COMBEAU, de l'O. R. S. T. O. M., que cette différence ne serait utilisable sans corrections que pour des sols moyennement argileux, 20 à 30 % d'argile.

Pour des sols plus argileux, ce serait probablement une valeur de pF plus forte, peut-être 3 ou 3,2, qui correspondrait à l'humidité d'un sol ressuyé, tandis que pour un sol sableux, ce serait plutôt des valeurs de pF inférieures à 2,5. L'eau utilisable serait donc sensiblement plus forte pour les sols sableux (moins de 15 % d'argile) et plus faible pour les sols très argileux (50-60 % d'argile).

Un certain nombre de déterminations d'humidité aux champs, 12 et 24 et 36 heures après irrigation,



avec détermination des valeurs du  $pF$  et de la densité apparente des échantillons correspondants, seraient nécessaires pour préciser l'eau utilisable de chaque sol et déterminer les doses d'irrigation théoriques.

Le graphique 5 indique une certaine relation entre  $pF_{4,2}$  et l'eau utilisable qui peut, en première approximation, aider à déterminer l'eau utilisable avec cette seule valeur (eau utilisable = humidité à  $pF_{4,2} \times 0,72$ ).

#### Conclusions.

Il s'agit de sols particulièrement bien pourvus en potasse et en phosphore dans lesquels aucune fertilisation concernant ces éléments n'est à envisager.

Une connaissance plus précise des caractéristiques hydrodynamiques des sols de chaque plantation permettrait de calculer les doses théoriques d'irrigation et d'éviter ainsi, soit des périodes de sécheresse, nuisibles au bananier, soit un apport d'eau trop important

entraînant un appauvrissement de ces sols ou un engorgement causant un milieu asphyxiant pendant un certain temps.

Les brunissures constatées sur le pourtour du limbe des feuilles ne s'expliquent pas avec les teneurs en sels que nous avons trouvées. Existe-t-il à plus d'un mètre une nappe plus salée ? Y a-t-il des remontées de sel à certaines périodes de l'année, qui pourraient être évitées par des irrigations plus rationnelles, s'agit-il d'un déséquilibre minéral ? Il y a là des questions qui méritent une réponse.

Il serait intéressant aussi d'avoir un certain nombre d'analyses des eaux servant à l'irrigation pour savoir si elles sont dépourvues de toutes substances minérales ou, au contraire, apportent aux sols des éléments utilisables par les plantes, peut-être parfois même des éléments nuisibles.

Le problème de la fumure azotée, en relation avec les irrigations, mériterait aussi une étude.

## LES SOLS DE LA ZONE CENTRALE QUÉVÉDO-S<sup>o</sup> DOMINGO

Nous distinguerons trois groupes de sols :

1) Les sols brun-rouge, argileux, à évolution ferrallitique, formés d'argile kaolinique et d'hydroxydes. On les trouve surtout au Sud de Quévédo en se rapprochant de Guayaquil et sur les collines des premiers contreforts des Andes (coulées volcaniques).

2) Les sols alluviaux des terrasses des rivières que nous avons observés le long des rivières Quévédo et Zapotal.

3) Les sols jeunes formés sur les dépôts aériens volcaniques qui occupent de vastes surfaces dans la région de Quévédo, à l'Est vers les Andes, au Nord vers Santo Domingo et Quinindé. Les variations importantes de la pluviométrie provoquent une évolution différente des sols permettant de distinguer des sous-types aux propriétés nettement distinctes.

### I — LES SOLS BRUN-ROUGE ARGILEUX

Rares près de Quévédo, ces sols occupent d'importantes surfaces plus au Sud vers Guayaquil et Zapotal.

A Quévédo et plus au Nord, ils ont été recouverts par des dépôts aériens de cendres volcaniques. Ainsi, à quelques kilomètres au Nord de Quévédo, on retrouve l'argile rouge sous 1,5 m de dépôts de cendres fines, plus récentes, posés en discordance et épousant toutes les ondulations du terrain.

Plus au Nord, vers Santo Domingo l'épaisseur du dépôt est plus importante, mais en se rapprochant de la mer vers Quinindé on retrouve à nouveau l'argile rouge sous son manteau de cendres parfois disparu sur les sommets de petites collines aux pentes raides :

1) Au Sud de Quévédo vers Zapotal, la topographie est ondulée. Il s'agit de collines peu élevées aux pentes souvent assez raides cependant la pluviométrie est d'environ 1,5 à 1,8 m.

Le profil comporte généralement un horizon brun foncé à chocolat, humifère, relativement bien grumeleux sur 10 à 20 cm, puis un horizon sous-jacent brun plus clair ou rougeâtre déjà compact. Vers 60 cm ou 1 m de profondeur, on passe à l'argile rouge, à structure prismatique, à agrégats anguleux luisants, très compacte.

C'est le profil classique des sols à évolution ferrallitique sur matériaux riches en bases.

La teneur en argile est voisine de 40 %. La capacité d'échange de 25 méq. %, et le pourcentage de saturation en bases de 50 à 60 %. Le pH est voisin de 6.

Les teneurs en potassium échangeable sont assez élevées, ainsi que celles en phosphore total, mais la proportion de  $\frac{P \text{ Truog}}{P \text{ total}}$  est faible, 3 à 4 %, normale pour ce type de sols.

Il semble que ces sols défrichés il y a quelques années

pour la banane soient abandonnés au bout de peu de temps. Peu de bananeraies existent encore. On rencontre surtout des plantations abandonnées ou des cultures vivrières.

2) A l'Est de Quévêdo, au pied des Andes, avec une pluviométrie probablement voisine de 3 m sur la première colline bordant la plaine, le sol est analogue aux précédents, mais plus léger, moins évolué, encore riche en sables et minéraux primaires (Profil n° 18).

L'argile est du type Metahalloysite (\*).

Nous n'insisterons pas sur les caractéristiques physico-chimiques, voisines de celles des sols précédents avec toutefois des teneurs en phosphore total et potasse nettement plus faibles peut-être par suite d'un lessivage dû au climat plus humide.

Ce profil n'a d'ailleurs pas un grand intérêt pratique, puisque de tels sols sont très peu cultivés en bananes. Il était cependant utile d'avoir une idée des sols formés sur coulées volcaniques. Celle-ci est très visible un peu plus en contrebas dans le talus de la route fraîchement creusée. On distingue sur la roche saine les horizons verdâtres sableux d'altération passant à l'argile rouge progressivement.

## II. — LES SOLS ALLUVIAUX

Ce sont des sols légers, de couleur beige-jaune.

L'horizon de surface renferme souvent de 20 à 30 % d'argile avec environ 40 % de limon. Plus en profondeur, le pourcentage d'argile diminue régulièrement tandis que le taux de sables fins augmente. Vers 1 m on a souvent des horizons très finement sableux. Les sables grossiers sont plutôt rares.

L'horizon humifère de surface est souvent peu épais — 10 cm à 15 cm. Le taux de M. O. total y est élevé donnant au sol une excellente structure de terreau. Les inondations fréquentes du fleuve le découpent souvent et en bien des endroits il ne reste guère que quelques centimètres d'horizon humifère.

Le rapport C/N est voisin de 10 en général.

La capacité d'échange de l'horizon de surface humifère atteint souvent 40 méq. %. Elle est en relation avec les teneurs en matière organique (graph. 6).

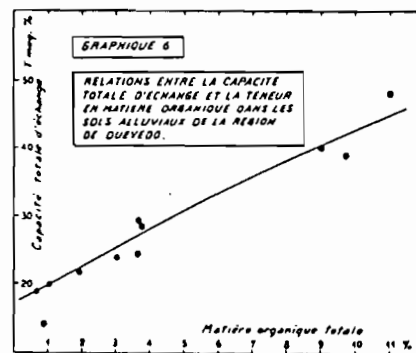
Le pourcentage de saturation en base est généralement supérieur à 60 % et le pH supérieur à 6 sauf dans le profil 33 qui reçoit régulièrement des apports d'engrais de 400 kg N par hectare.

Les teneurs en *potassium échangeable* sont souvent élevées, généralement supérieures à 1 méq. % en sur-

(\*) — Raie à 4,45 Å intense aux rayons X et crochets importants à 340° et 920° à l'analyse thermique différentielle.

face, parfois très élevées 3 méq., et encore bonnes en profondeur compte tenu des faibles teneurs en argile.

Toutefois les teneurs observées dans le profil 33, qui porte une plantation intensive de bananes (2 000 pieds/ha), recevant régulièrement une fumure azotée avec une production de 1 100 régimes de 40 kg expor-



tés, sont faibles, surtout en profondeur. Des signes d'épuisement se manifesteront peut-être dans quelques années, bien que dans le sol voisin, défriché depuis très longtemps (100 ans), planté en cacaoyers, en culture intensive (400 kg/ha), les teneurs en potasse en surface soient encore très bonnes (1 méq. %).

Les teneurs en *phosphore total* sont très élevées en surface, généralement supérieures à 2 ‰, parfois 3 ‰ avec environ 10 % de ce phosphore aisément soluble dans les acides dilués (réactif Truog).

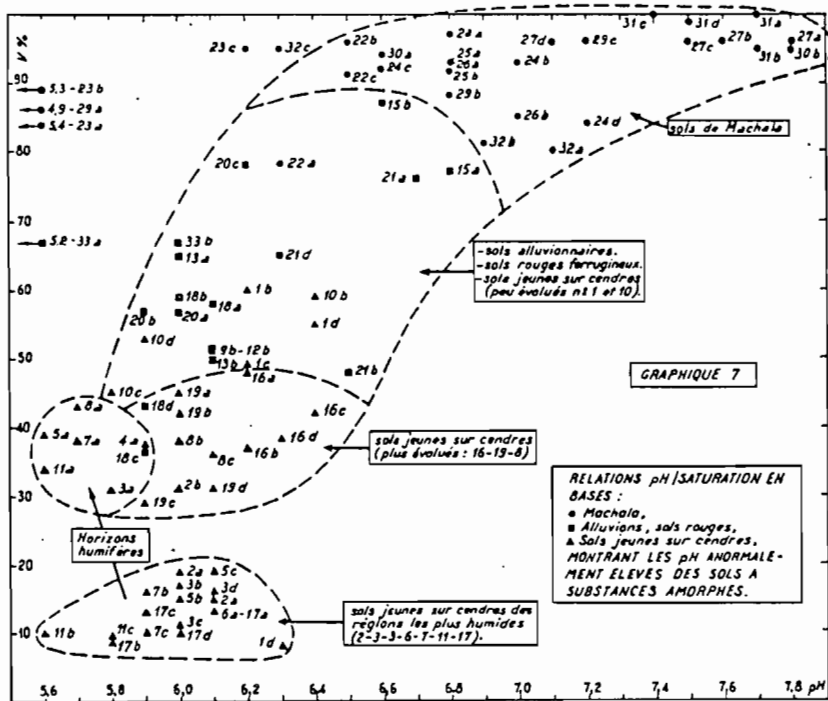
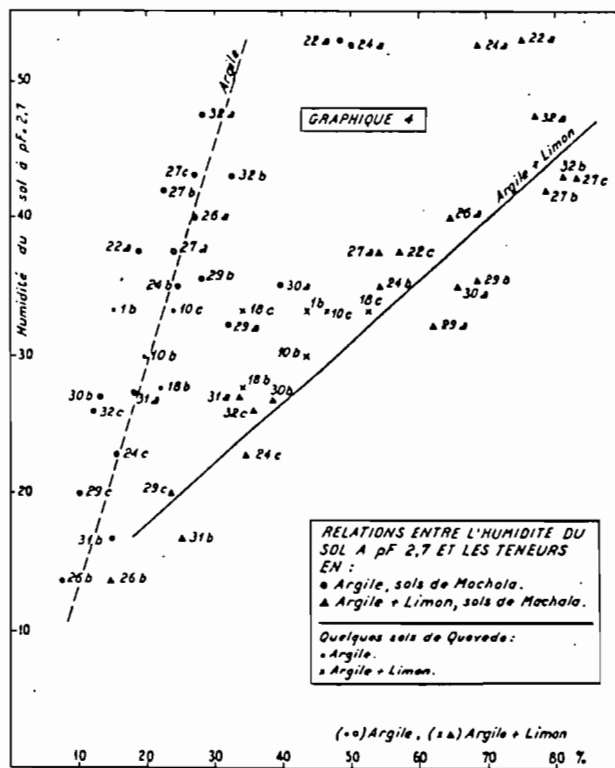
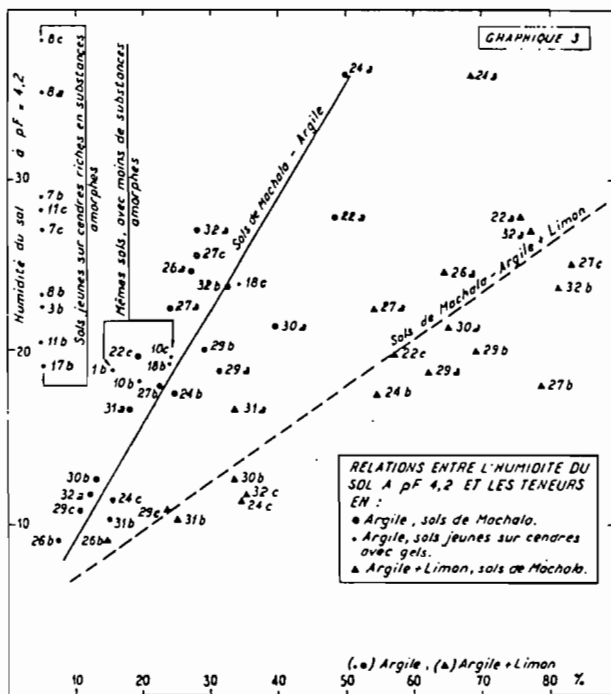
### Conclusions.

Il s'agit donc d'excellents sols, ayant de bonnes propriétés physiques, et bien pourvus en potasse et en phosphore.

## III. — LES SOLS JEUNES SUR CENDRES

Ce sont tous les sols issus des dépôts aériens de cendres volcaniques que l'on rencontre dans la plaine au Nord de Quévêdo vers Santo Domingo, Quinindé et de Quévêdo vers les Andes ainsi que sur les premiers contreforts de la cordillère là où la pente n'est pas suffisante pour que l'érosion les ait fait disparaître.

La pluviométrie varie de 2 à près de 4 m, l'évolution des sols en dépend. Trop peu de profils ont été observés pour tenter de conclure, cependant la grande ressemblance de ces sols et de leur mode d'évolution avec



ceux que nous avons étudiés aux Antilles françaises, surtout en Martinique, nous permettra d'être un peu plus affirmatif sur certains points malgré le petit nombre de résultats.

#### 1) Évolution et propriétés dues aux substances amorphes.

En bref, l'évolution des sols serait la suivante :

a) Dans les régions de fortes pluviométries, surtout quand les précipitations sont bien réparties au cours de l'année, l'altération de ces cendres fines (forte proportion de sables fins) bien perméables est intense. Le lessivage des produits d'altération et leur entraînement par les eaux en profondeur est aussi intense et empêche probablement la formation de minéraux secondaires : les argiles des sols classiques. On n'observe guère dans ces sols que les matériaux originels et des substances amorphes, encore appelés « allophanes » et probablement des gels de silice (\*).

Ces substances amorphes, lorsqu'elles existent en quantité importante, confèrent au sol des propriétés particulières bien représentées dans l'échantillon n° 6 de profondeur :

— la texture apparente est limoneuse, mais savonneuse au toucher ;

— la destruction des petits agrégats avec les dispersants usuels est incomplète, la suspension est instable et les résultats des analyses mécaniques souvent inexacts. On obtient généralement très peu d'argile en suspension (4 à 5 %). Le plus souvent c'est tout simplement parce qu'il n'y a pas d'argile, mais dans certains cas des traitements alcalins, puis acides, permettent d'obtenir une meilleure dispersion et des teneurs en argile nettement plus élevées.

— La capacité d'échange est relativement élevée (avec l'acétate  $\text{NH}_4^+$ ). Le pourcentage de saturation en base est très faible (10 à 20 %) malgré des valeurs de pH anormalement élevées (6) en comparaison de celles qui seraient trouvées sur des sols constitués par des minéraux argileux classiques (graph. 7).

— La propriété la plus importante pour la culture est la très forte capacité d'absorption pour l'eau.

L'échantillon 6, de profondeur ressuyé, friable entre les doigts, d'apparence sableuse renferme 60 % d'eau en pourcent de sol séché à l'étuve. Les valeurs obtenues pour pF 2,7 (voisine de l'humidité équivalente) et 1,9 dépassent 100 %. Elles sont donc bien plus éle-

vées que pour des sols lourds argileux montmorillonitiques et en tout cas sans commune mesure avec les faibles teneurs apparentes en éléments très fins ou matière organique (graphiques 3 et 4). Aux Antilles certains sols analogues donnent des chiffres encore plus élevés, des humidités de sols en place, ressuyés, de plus de 100 % ne sont pas rares. Ces sols sont capables d'absorber près de 25 % d'eau par hygroscopicité. La densité apparente du sol en place peut descendre jusqu'à 0,45 comme dans l'échantillon n° 6.

Cette forte capacité d'adsorption pour l'eau disparaît en partie quand l'échantillon a été séché à l'air. Il y a dessiccation irréversible. Pour cette raison, ce sont surtout les horizons profonds (n° 6 et dans une moindre mesure 8 c et 10 d) qui ne sèchent pratiquement jamais qui présentent au maximum ce caractère, plus atténué dans les horizons superficiels soumis suivant les saisons à des alternances d'humidité et de sécheresse sur une profondeur fonction de l'intensité de la pluviométrie annuelle et sa répartition au cours de l'année (teneur en eau élevée des échantillons 8 c et 10 b bien que d'apparence sableuse et après une longue saison sèche).

Il est bien évident que les sols qui présentent de tels horizons (n° 6 par exemple) à une profondeur explorable par les racines du bananier permettent à la plante, grâce en quelque sorte à cette réserve d'eau, de mieux passer le cap de la saison sèche. C'est peut-être ce qui explique en partie l'aspect relativement correct des bananiers au moment où nous avons visité les plantations après une longue période de sécheresse.

b) Dans les régions de pluviométrie moyenne, 2,5 m par exemple, où avec une saison sèche assez prononcée, le lessivage n'est pas aussi intense et on note l'apparition de minéraux secondaires argileux du type kaolinite (profils 1 et 10), parfois peut-être montmorillonite (profil 8) outre les substances amorphes (\*).

Suivant le degré d'évolution, les propriétés des substances amorphes sont plus ou moins apparentes : la dispersion est plus aisée, une certaine quantité d'argile au sens granulométrique peut être obtenue (10 à 20 %), la capacité pour l'eau est moins élevée et le toucher moins « savonneux ». C'est le cas par exemple des profils 1 près de Quévédou et 10 près de Quinindé.

On remarque ainsi sur les graphiques 3 et 4 donnant les valeurs de pF 4,2 et 2,7 en fonction de l'argile,

(\*) — Ech. 10 — Aux rayons X la raie à 7° A est faible mais nette. La raie à 4,45 Å est intense indiquant des minéraux argileux en formation.

Dans l'échantillon 8 c on observe une bande à 12-15 Å se déplaçant vers 17 Å après traitement au glycérol — il s'agit peut-être de montmorillonite.

que les points correspondant aux profils 1 et 10 viennent se joindre à ceux des sols de Machala alors que les autres sont nettement séparés.

2) Autres propriétés.

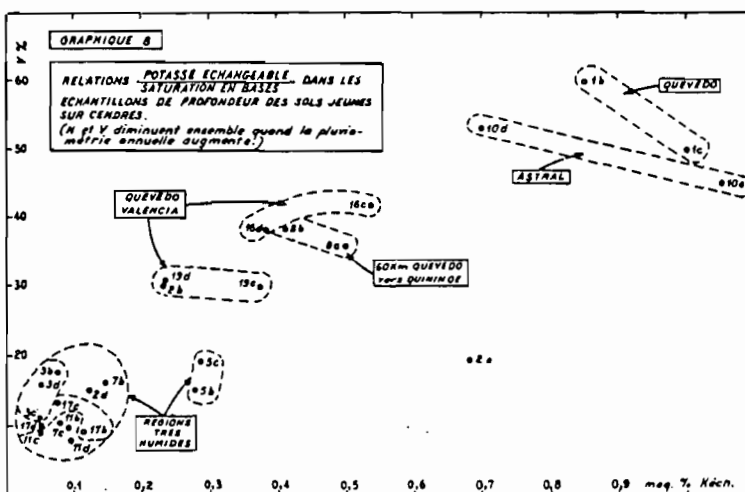
— Les teneurs en matières organiques totales des horizons de surface (0-15 ou 0-20 cm) sont élevées, 6 à 10 %. Il y a eu migration en profondeur et des taux encore élevés sont rencontrés jusque vers 50 cm (3 %), et vers 1 m (1,5 à 2 %).

Notons d'ailleurs que dans les zones d'humidité moyenne, la coloration brune est très sensible jusque vers 60-70 cm (profils 8 et 10) alors que dans les régions

plus humides, pour un taux de matière organique analogue, seul l'horizon de surface est de teinte foncée. Nous retrouvons ici exactement les mêmes caractères qu'aux Antilles françaises.

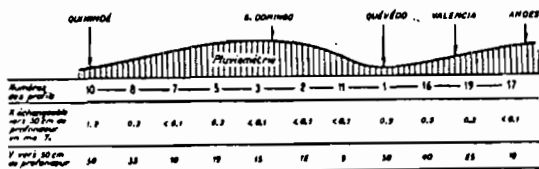
Avec de tels taux de M. O. et un rapport C/N voisin ou inférieur à 10, ces sols sont probablement capables de fournir une quantité importante d'azote ; mais comme le lessivage doit être aussi important, il est difficile de dire ce que la plante peut réussir à utiliser.

— La capacité d'échange de base est de l'ordre de 30 méq. % en surface, mais peut descendre jusqu'à moins de 10 méq. plus en profondeur.



— Le pourcentage de saturation en base décroît fortement lorsque la pluviométrie augmente, passant dans l'horizon de surface de 50 % à 30 % et plus en profondeur de 40 % à 10 % (graphique n° 8).

— La teneur en K échangeable suit à peu près les variations du pourcentage de saturation en bases, donc la pluviométrie, comme le montre le graphique ci-dessous et le graphique 8.

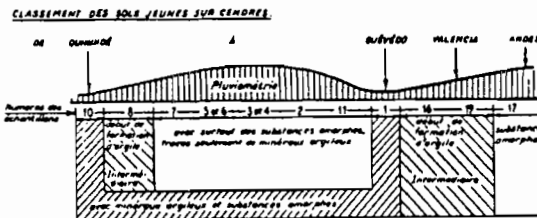


— Les teneurs en potasse, encore élevées en surface dans les zones de pluviométrie moyenne, ne dépassent

souvent pas 0,3 méq. dans les zones bien arrosées, ce qui est une teneur très moyenne. En profondeur elles sont souvent presque nulles.

Il y a certainement maintenant dans ces régions des problèmes de fumures potassiques qui se posent ou qui, en tout cas, ne tarderont pas à apparaître.

— Pour le phosphore les observations relatives à la potasse sont dans une certaine mesure applicables



Ce graphique se rapporte au tableau ci-contre. (Quévêdo. Sto Domingo. Valencia).

QUEVEDO - Sto DOMINGO - VALENCIA

Sols jeunes sur tuff volcanique défilé (sols à allophanes) - Pluviométrie - 3,2 à 3,7 m - Altitude : 200 à 400 m.

Profil n° 1 - Route de Quévado à Sto Domingo de los Colorados - km 25. Plantation de bananes - zone à peu près plate - bien représentative de la région. 0 - 20 = brun noir limoneux - très bonne structure grumeleuse - très nombreuses racines, surtout dans les 10 premiers cm. 20 - 40 = limoneux - un peu savonneux - brun foncé quand humide, beige jaune clair quand sec - 40 - 100 = davantage gris. 100 - 120 = argile foncée brune - assez compacte - puis argille rouge à structure anguleuse, agrégats luisants, assez collants. Cette argile rouge a plusieurs mètres d'épaisseur - on l'aperçoit surtout dans le talus de la route sous 1 m à 1,5 m de tuff volcanique. Préalablement dans le talus de la route à 50 m du profil. Pluviométrie : environ 2,5 m par an. Altitude : 100 m. Type de sol : sol jeune sur cendres faiblement lessivé - avec substances amorphes.

Table with 5 columns: pF, 4,2, 2,7, 1,9, 2,7-4,2, 1,9-4,2. Row 1: 18,6, 13,4, 14,3, 14,6, 24,6. Row 2: 5, 17, 17, 17, 17.

Profil n° 2 - Plantation de bananes de Mr TACLÉ - Km 51 - Route de Quévado à Sto Domingo de los Colorados. A 300 m de la route - dans la forêt - juste après la plantation qui a été défrichée depuis deux ans seulement. Forêt avec nombreux palmiers - Sol vierge probablement. 1er sol : 0-15 = brun noir grumeleux - friable, léger, nombreuses racines, particulièrement dans les 10 premiers cm - 15 - 40 = limoneux - un peu savonneux - beige clair - 40 - 100 = idem - peut être un peu plus sableux. 2ème sol : 100 - 120 = humifère - limoneux, brun foncé - avec quelques débris de poteries indiennes. Densité apparente : 2 b = 0,97. Type de sol : sol jeune sur cendres, lessivé, avec produits amorphes seulement. Pluviométrie : voisins de 3 m par an. Altitude : 200 à 300 m.

Profil n° 3 - Région légèrement vallonnée - plantation de bananes - sur un sol défriché depuis au moins 20 ans et d'abord planté en oranges. Route de Sto Domingo de los Colorados à Quinindé - km 10 - Haut de pente-déjà assez en pente-sol érodé-bananière sablonneuse grise. 0 - 15 = brun noir - grumeleux - sable limoneux - pas d'agrégats - profondeur de l'horizon humifère - variable - souvent plus faible - 15 - 80 = limoneux - beige - assez savonneux - 80 - 100 = plus sabieux - fin - un peu savonneux - cendre gris clair. 2ème sol : 100 - 110 = limoneux - brun foncé - humifère - comme en surface. Pluviométrie : 3,7 m par an. Altitude : 500 m. Profil n° 4 - dans le fond - à 100 m du profil précédent - zone plate - bananière en meilleur état. Profil identique, mais les 15 premiers cm de sol sont nettement plus foncés, plus humifères. Examen argile : 3 b. Rayons X et ATD. Pas de minéraux argileux (même pas de raies à 4,45 Å) - léger crochet à 900° - ATD pas d'alumine cristallisée. Restes feldspathiques. Produits amorphes - Gels de silice ? importante - crochet important à 130°. ATD. Magnétite dans les sables. Densité apparente : 20-25 cm = 0,96 eau = 32%. Type de sol : sol jeune sur cendres avec seulement des produits amorphes - sol très lessivé.

Table with 5 columns: pF, 4,2, 2,7, 1,9, 2,7-4,2. Row 1: 22,6, 13,9, 6,1, 1, 17. Row 2: 5, 17, 17, 17, 17.

Profil n° 5 - Route de Sto Domingo de los Colorados à Quinindé. Bananières près de l'aérodrome. Zone plate. 0 - 15 = humifère - grumeleux - très bonne structure - 15 - 50 = limoneux - beige - savonneux - avec quelques taches de cendres volcaniques sablonneuses grises. 2ème sol : 30 - 60 = de nouveau humifère - limoneux - 60 - 80 = cendre beige clair - sable fin - minéraux noirs. Pluviométrie : 3,7 m. Profil n° 6 - Près de la plantation de palmiers à huile - talus de route. On observe - 1 m de sol beige, limoneux - savonneux - blanc quand sec recouvrent plusieurs mètres de tuff volcanique jaune ocre à jaune orangé - friable - un peu savonneux - identique au tuff de Bassano de Martinique - tuff beige très clair quand sec. Echantillon de tuff jeune vers 1,5 m. Examen minéralogique de la fraction fine (<20µ de l'échantillon n° 6 - Rayons X et ATD. Produits amorphes (Gels de silice importants) - crochet important à 130-150° endothermique et petit crochet à 940° exothermique. Raie à 4,05 Å - Quartz - Pas de minéraux argileux. Densité apparente (n° 3) : 20-25 cm = 0,8 eau = 33. (n° 6) : 0,43 - humidité : 60%. Type de sol : sol jeune sur cendres - lessivé - avec seulement des produits amorphes.

Profil n° 7 - Bananières - km 45 - Route de Sto Domingo de los Colorados à Quinindé - Zone plate. 0 - 15 = brun noir - grumeleux - bonne structure - humifère - beige jeune - limoneux. Pluviométrie : 3,7 m par an environ. Altitude : 300 à 400 m. Examen minéralogique (N. X et ATD) - 7 b - pas de minéraux argileux. Restes feldspathiques. Produits amorphes (Gels de silice importants probablement). Important crochet à 125° endothermique - léger crochet à 900° Densité apparente : à 20 cm = 0,80 eau = 38%. Type de sol : sol jeune sur cendres avec seulement des produits amorphes.

Table with 5 columns: pF, 4,2, 2,7, 1,9, 2,7-4,2. Row 1: 28,9, 48,7, 62,3, 19,8. Row 2: 27, 42,7, 155,8, 15,7.

Profil n° 8 - Km 60 - Route de Sto Domingo de los Colorados à Quinindé. Plantation de bananes défrichée depuis 12 ans. 0 - 15 = brun noir grumeleux - humifère - 15 - 90 = beige à brun foncé - humifère - 90 - 110 = tuff jaune ocre - sec. Examen minéralogique de la fraction fine (voisin du profil 10) Rayons X et ATD - 8 c = un peu de minéraux argileux du type metaballoyleite - Raie à 4,45 Å intense. Restes feldspathiques. Ni fer, ni alumine cristallisés. Produits amorphes - Gels de silice ? Bande à 12 - 13 Å se déplaçant vers 17 Å après traitement au glycérol - possibilité de montmorillonite - Raie à 4,05 Å. Densité apparente : 20 cm = 1,05 eau = 26. Type de sol : sol jeune sur cendres avec produits amorphes et début de formation d'argile.

Table with 5 columns: pF, 4,2, 2,7, 1,9, 2,7-4,2. Row 1: 33, 29,9, 64,7, 14,9. Row 2: 23,2, 36,3, 48,2, 13,3. Row 3: 38,2, 54,4, 64,3, 16,2.

Profil n° 9 - A la sortie de Quinindé - dans un talus de route - on voit le tuff volcanique beige recouvrant sur 1 m d'épaisseur sans transition un sol rouge argileux à agrégats anguleux renfermant quelques blocs de roches plus ou moins altérés. Ech. de ce sol rouge à 2 m de profondeur.

Profil n° 10 - Bananières de l'ASTRAL à 4 km de Quinindé sur la route de Sto Domingo de los Colorados. Zone plate. 0 - 15 = humifère - brun foncé - un peu grumeleux - limono argileux - 15 - 90 = beige assez foncé - encore humifère - limoneux, un peu argileux - quelques mottes donnant une structure peu stable mais apparente - 90 - 120 = tuff jaune clair - limoneux sec. Examen minéralogique fraction fine (R. X et ATD) 10 b Un peu d'argile metaballoyleite - petite raie à 7,2 Å - crochets ATD assez importants - Restes feldspathiques Raie à 4,45 Å intense indiquent des minéraux argileux en formation. Produits amorphes moyennement abondants. Densité apparente : 0 - 5 cm = 0,83 eau = 32. 20 - 25 cm = 1,1 eau = 28. Type de sol : sol jeune sur cendres - assez évolué limono argileux à produits amorphes surtout en profondeur.

Table with 5 columns: pF, 10, 10, 10, 10. Row 1: 4,2, 18,2, 19,8. Row 2: 2,7, 30, 33,1. Row 3: 1,9, 39,6, 41,8. Row 4: 2,7-4,2, 11,8, 15,3. Row 5: 1,9-4,2, 21,4, 22,2.

Profil n° 11 - Route de Sto Domingo à Quévado - km 10. Belles bananières - défrichées depuis 4 ans. 0 - 5 = brun noir - très humifère - très nombreuses racines - terrasses - 5 - 15 = limoneux encore humifère - 15 - 80 = limoneux, bien savonneux - beige jaune - 80 - 90 = plus gris - savonneux - 90 - 110 = cendre sablonneuse - fine - grise - un peu savonneuse. Examen minéralogique de la fraction fine aux rayons X et ATD Pas de raie à 4,45 Å - pas de minéraux argileux - Restes feldspathiques importants - Petite raie vers 12 Å Ni fer, ni alumine cristallisés - Produits amorphes en quantité importante (Gels de silice probablement). Densité apparente : 0 - 5 cm = 0,86 ; 20 - 25 cm = 1. Type de sol : sol jeune sur cendres - très lessivé - avec produits amorphes seulement.

Table with 5 columns: pF, 4,2, 2,7, 1,9, 2,7-4,2. Row 1: 20,3, 33,7, 49,8, 13,2. Row 2: 28,3, 42,3, 53,9, 14.

Profil n° 16 - Route de Quévado à Valencia - km 10 - Belles bananières - sur défriche de 3 ans - très haute bananière - Zone plate de Quévado à Valencia - Très uniforme (voir profil 19) - 0 - 50 = finement limono sableux - humifère - brun foncé presque noir pas d'agrégats 50 - 90 = finement limono sableux - beige - jaune clair - 90 - 110 = plus gris - finement sableux. Densité apparente : 0 - 5 cm = 0,82 10 - 20 cm = 0,88. Type de sol : sol jeune, faiblement lessivé avec produits amorphes en quantité moyenne. Pluviométrie : 2,9 m

Profil n° 17 - Route de Quévado - Quito - Après le village de la Mans - environ 35 km de Quévado. Première contrefortis des Andes - au début des hautes montagnes. Région assez accidentée, peu de cultures. Dans un pâturage à Marker - herbe très dense - légère pente. 0 - 10 = noir - très humifère - limoneux savonneux - 10 - 50 = limoneux très savonneux - beige jaune avec taches grises et rouilles d'hydromorphie - 50 - 80 = cendre grise sablonneuse - peu savonneux - gris et taches jaunes sable fin - 80 - 100 = brun beige - humifère - très savonneux - quelques grains de ponc plus grossiers. Densité apparente : à 20 cm = 0,96. Pluviométrie : 3 m ou davantage. Altitude : 500 m. Type de sol : sol jeune sur cendre avec produits amorphes.

Table with 5 columns: pF, 4,2, 2,7, 1,9, 2,7-4,2. Row 1: 19,1, 34,3, 46,3, 13,2.

Profil n° 19 - Route de Quévado - Valencia - 5 km après Valencia vers les Andes. La région est plate de Quévado au pied des Andes - Cacaoyers et bananières. Dans des cacaoyers de 15 ans en bel état quelques bananières. Sol très plat. 0 - 20 = très humifère - brun foncé noirâtre - finement sableux - peu grumeleux - 20 - 50 = encore humifère - limoneux finement sableux - un peu savonneux - 50 - 80 = limoneux finement sableux - beige jaune - 80 - 100 = sable fin - blanc puis un peu humifère. Densité apparente : 20 cm = 0,85. Type de sol : sol jeune sur cendres, assez lessivé avec substances amorphes. Pluviométrie : 2,5 m environ.





**MACHALA** Roche mère : alluvions. Pluviométrie : 400 à 600 mm - annuelle : < 100 mm. Profils 22, 23, 24 inondés plusieurs fois par les fortes marées - Plantations irriguées.

**Profil n° 22** - à 3 km de Machala - Hacienda San Estuardo - Jeune plantation de bananes défrichée il y a un an - auparavant broussaillée et végétation de sols salés. Très beaux bananiers - donnent 1,200 régimes de 40 kg de moyenne par ha et par an - en 1ère année - deux porteurs. Plantes à 4 mètres - sarclée - ayant reçu 500 g par pied de Nitrate de potasse - autour de la souche. Sol labouré après défriche - inondé par de l'eau douce plusieurs fois la première année pour le dessalement. 0 - 20 = limono-argileux gris foncé - un peu grumeleux - bonne structure - nombreux canalicules. 20 - 100 = beige jaunâtre - limoneux un peu argileux de 25 à 30 - paraît plus argileux après 50 cm - mais aussi plus humide - eau à 80 cm - quelques tâches ocres d'hydromorphie - nombreux petits micas. Densité apparente : 20 cm = 1,04. Type de sol : sol alluvial.

Echantill.	Sels solubles méq. %								
	Ca	Mg	K	Na	Somme cations	Cl	SO <sub>4</sub>	CO <sub>3</sub> H	Somme anions
22 a	0	0,4	0,06	0,9	1,66	0,23	0	1,25	1,3
b	0	0,83	0,1	1	1,93	0,30	0,1	0,9	1,3
c	0	1	0,09	1,6	2,7	1,10	0,1	0,9	2
pF : 4,2   2,7   1,9   2,7-4,2									
a   27,8   32,9   58,3   25,1									
b   19,4   38,3   44,3   18,9									
c   19,6   37,5   46,5   17,1									

**Profil n° 23** - à 100 mètres de la plantation - profil 22 - Hacienda San Estuardo - mala en sol vierge - plat. Base végétation de plantes halophiles - arbrisseaux - inondé parfois par les débordements de la rivière. 0 - 25 = argileux - un peu limoneux - brun avec tâches rouilles. Structure compacte - polyédrique - friable sur 2 à 3 cm en surface seulement. Efflorescences salines blanches entre 5 et 25 cm entre les blocs d'argile - le long des canalicules. 25 = finement limoneux argileux - puis limoneux - peu argileux après 50 cm - perméable. Terre devant prochainement être plantée en bananes après 1 an de labour et d'irrigation intensive pour le dessalement. Densité apparente : à 20 cm = 1,3. Type de sol : alluvial - salé.

Echantill.	Sels solubles méq. %								
	Ca	Mg	K	Na	Somme cations	Cl	SO <sub>4</sub>	CO <sub>3</sub> H	Somme anions
23 a	11	0,8	0,4	28	40,2	36,5	5,7	0,5	42,7
b	6	3,9	0,26	27	39	30	9,5	0,4	40
c	7,3	3,3	0,21	27	38	27	4,6	0,6	32

**Profil n° 24** - à 27 km au NE de Machala - Après El Guabo - Hacienda San Estevan - à 5 km de la montagne et de la mer - loin de la rivière - irrigué par un canal. Belle bananeraie de 6 ans - peu d'engrais sauf Urée - Régimes de 40 kg minimum - 800 régimes à l'ha - sarclée - plantée à 4 mètres - 2 porteurs - 7 à 8 mois pour la production - régimes plus denses qu'à Quedado - la température descendrait à 15° en saison sèche - cycle plus court. 0 - 20 = argileux - un peu limoneux - gris noir - structure polyédrique - effritée assez bien. 20 - 100 = limoneux puis finement sablo-limoneux - effrité clair avec de très légères tâches rouilles. **Examen minéralogique de la fraction fine** = b Montmorillonite. Un peu de Kaolinite - Quelques gale. Type de sol : alluvial.

Echantill.	Sels solubles méq. %								
	Ca	Mg	K	Na	Somme cations	Cl	SO <sub>4</sub>	CO <sub>3</sub> H	Somme anions
24 a	1	1	0,36	1,2	3,6	2,2	0	0,8	3,2
b	0,4	0,9	0,1	0,1	1,5	1,2	0	0,5	1,7
c	0,3	1	0,1	0,4	2	0,7	0	0,8	1,3
d	0,3	0,6	0,2	0,2	1,2	0,3	0	0,6	0,9
pF : 4,2   2,7   1,9   2,7-4,2									
a   36   52,3   61   16,3									
b   17,3   35,2   40   17,7									
c   11,4   22,6   41   11,2									

**Profil n° 25** - Hacienda San Estevan - 27 km au NE de Machala - à mi distance des Andes et de la mer. Très beaux cacaoyers - certains de 25 à 30 cm de diamètre - bonne production - peut être 50 ans ou davantage. 0 - 10 = argileux - humifère - gris noir avec tâches rouilles - assez dur - polyédrique 10 - 50 = finement limono sableux - beige - quelques tâches rouilles. Type de sol : alluvial.

Echantill.	Sels solubles méq. %								
	Ca	Mg	K	Na	Somme cations	Cl	SO <sub>4</sub>	CO <sub>3</sub> H	Somme anions
25 a	0,3	0,5	0,33	0,16	0,8	0,25	0	0,37	0,82
b	0,5	0,6	0,13	0,10	1,3	0,25	0	0,60	0,85

**Profil n° 26** - Hacienda La Victoria - 33 km de Machala - au NE de El Guabo vers Tangel - 4 km des Andes - 5 km de la mer. Belle bananeraie irriguée atteinte par les chentilles - bonne production - brûlisures sur le bord des feuilles. 0 - 15 = argilo-limoneux - assez dur - nombreux pores - humifère 15 - 100 = sable fin - jaune beige avec quelques tâches rouilles et ocres avec par endroits argile limoneuse grise et rouille - quelques lentilles. Nombreux petits micas dorés. Densité apparente : 20 cm = 1,17. Type de sol : alluvial.

Echantill.	Sels solubles méq. %								
	Ca	Mg	K	Na	Somme cations	Cl	SO <sub>4</sub>	CO <sub>3</sub> H	Somme anions
26 a	1,5	0,5	0,29	0,27	2,6	0,63	0	1	1,63
b	0,4	0,5	0,07	0,08	1	0,33	0	0,5	0,83
pF : 4,2   2,7   1,9   2,7-4,2   1,9-4,2									
a   24,7   39,9   53,3   15,2   30,6									
b   9,1   13,7   12,2   4,6   23,1									

**Profil n° 27** - Hacienda Cane Quemada (Cannes brûlées) - Très belle bananeraie irriguée - 800 régimes de 40 kg de moyenne par hectare - Très peu de Panama - Bord des feuilles brun assez souvent. 0 - 20 = humifère - limono argileux - léger - friable - bonne structure - terreau - bien noir - très poreux - bien ressuyé - 20 - 50 = limoneux - beige - 50 - 100 = limoneux légèrement argileux - gris beige avec tâches rouilles et ocres - malléables - nombreux petits micas - tâches d'hydromorphie.

Echantill.	Sels solubles méq. %								
	Ca	Mg	K	Na	Somme cations	Cl	SO <sub>4</sub>	CO <sub>3</sub> H	Somme anions
27 a	0,7	0,9	1,06	0,16	2,8	0,23	0	1,5	1,8
b	0,3	0,7	0,07	0,08	1,1	0,23	0	0,62	0,9
c	0,2	0,6	0,03	0,16	1,1	0,23	0	0,5	0,75
d	0,2	0,3	0,04	0,19	0,93	0,23	0	0,5	0,75
pF : 4,2   2,7   1,9   2,7-4,2   1,9-4,2									
a   22,5   37,3   47,4   15   23									
b   28   42   48,2   24,1   30,3									
c   25,2   43   37,7   17,8   27,5									

**Examen minéralogique de la fraction fine** (Rayons X et ATD)  
27 b Montmorillonite - Un peu de Kaolinite - Gale.  
Densité apparente : 10 cm = 1,03 eau = 20,2. Type de sol : alluvial.

**Profil n° 29** - Près Machala - Hacienda Liliam-Maria. Belle bananeraie - quelques brûlisures sur les feuilles par endroits. Quelques tâches particulièrement salées dans les parties basses. Jeunes cacaoyers morte et bananiers avec nombreuses feuilles brunes. A proximité d'une tache saline - bananeraie saine. 0 - 20 = humifère - limono-sableux - bonne structure - 20 - 50 = limono-argileux - malléable - beige - 50 - 120 = sable grossier - ocre. Jeunes plantations de cacaoyers et cocotiers en intercalaires. Type de sol : alluvial.

Echantill.	Sels solubles méq. %								
	Ca	Mg	K	Na	Somme cations	Cl	SO <sub>4</sub>	CO <sub>3</sub> H	Somme anions
29 a	1,6	0,46	0,3	0,3	2,8	0,3	0	0,7	1,2
b	1,3	0,09	0,6	0,6	1,3	0,48	tr	0,62	1,2
c	0,1	1,6	0,04	0,6	1,34	0,55	tr	0,67	1,2
pF : 4,2   2,7   1,9   2,7-4,2									
a   18,8   32,2   43,2   13,4									
b   19,9   33,6   44,2   15,7									
c   10,8   20,2   31   9,4									

**Profil n° 30** - Hacienda El Cambio - 10 km de Machala vers Panaja. Belle bananeraie après savans - Sol labouré profondément avant plantation. 0 - 40 = limono-argileux - friable - sol mélangé sur 40 cm - l'horizon noir humifère apparaît souvent enfoui à 30 cm - hétérogène - 40 - 100 = sable fin - un peu limoneux - beige et avec nombreux micas - eau à 70 cm Type de sol : alluvial.  
N.D. - l'extrémité des feuilles est retournée, tordue - il y a souvent une brunissure du bord des feuilles.

Echantill.	Sels solubles méq. %								
	Ca	Mg	K	Na	Somme cations	Cl	SO <sub>4</sub>	CO <sub>3</sub> H	Somme anions
30 a	0,7	0,5	0,16	0,4	1,76	0,3	0,1	0,1	1,2
b	0,8	0,6	0,04	0,4	1,82	0,3	0,1	tr	1,4
pF : 4,2   2,7   1,9   2,7-4,2									
a   21,4   33,3   42,9   13,9									
b   12,6   26,6   40,3   14									

Echantill.	Profondeur en cm	Terre fine %	Argile %	Limon %	Sables		eau %	H.O. Cal. 72	C %	N mgr %	C/N	Ions échangeables				S	T NH4	V %	Na/S %	p203 total mgr %	p203 Truog mgr %	P Truog %	P total	pH
					fine	gros.						Ca	Mg	K	Na									
22 a	0 - 20	100	48,6	26,8	13,4	0,3	5,4	4,2	2,4	228	10,5	30,4	4,6	0,52	1,3	37	47	78	3	116	18	16	6,3	
b	20 - 30	100	48,6	26,8	13,4	0,3	5,4	4,2	2,4	228	10,5	30,4	4,6	0,52	1,3	37	47	78	3	116	18	16	6,3	
c	40 - 70	100	18,4	38,6	38,2	0,4	5,6	0,9	0,5	81	6,2	20	6,1	0,21	4,9	31	36	96	16	80	28	35	6,3	
23 a	0 - 5	100	60,8	18,5	1,8	0,6	11	5,2	3	2,35	12,8	19,6	13,3	0,6	3,7	37,2	44	84	10	149	24	16	5,4	
b	5 - 25	100	62	19	1,3	0,2	12	2,7				19	12,8	0,52	4,6	36,8	42	88	12	102	10,4	10	5,3	
c	40 - 60	100	21,7	35,9	32,7	0,6	7,1	0,8	0,4	25		18,1	10,7	0,73	7,8	37,3	39	95	21	79	32	40	6,2	
24 a	0 - 20	100	50	18,3	18,7	0,15	8	2,7	1,6	164	9,6	37,9	3,3	1,7	0,69	43,6	45	97	1,5	133	28	33	6,8	
b	20 - 40	100	24,6	29,7	37,2	0,7	6	0,7	0,4	56	7,1	31,3	3,3	0,8	0,21	35,6	38	93	0,6	77	22	28	7	
c	40 - 60	100	13,6	18,9	60,1	0,9	5	0,45	0,27	32	8	25,3	1,2	0,73	0,34	27,5	30	92	1,2	104	28	37	6,6	
d	60 - 100	100	8,9	15	70,9	1,9	4	0,35	0,19	33		23,3	0,5	0,15	0,30	23,6	28	84	1,3	115	34	29	7,2	
25 a	0 - 10	100	27,3	42,5	20,6	0,2	6,5	3,8	2,2	210	10,4	36,4	4,25	2,4	0,17	43,1	46	93	0,4	163	58	35	6,8	
b	20 - 30	100	22,4	42,2	25,8	0,2	1	0,6				36,4	2,4	1,7	0,21	40,7	43	94	0,5	90	38	42	6,8	
26 a	0 - 15	100	27	37,6	26,5	0,4	7,3	3,8	2,2	252	8,7	35,5	2,8	1,7	0,17	40	43	93	0,4	151	52	34	6,8	
b	20 - 40	100	7,3	7,1	80	3,2	3,6	0,5	0,3	70	4	20,6	0,5	0,37	0,08	21,4	25	85	0,4	112	11,4	10	7	
27 a	0 - 20	100	23,9	30	36,5	0,4	5,5	3,8	2,2	260	8,5	29,2	3,7	4,5	0,17	37,5	39	96	inf.	196	36	37	7,8	
b	20 - 40	100	22,4	36,1	11	0,3	6,5	0,75	0,4	60	6,6	36,7	3	0,48	0,17	40,3	42	96	1	88	38	43	7,6	
c	40 - 70	100	26,8	36,3	7,8	0,2	7,2					33,4	2,8	0,25	0,21	36,6	38	96	1	84	34	41	7,8	
d	80 - 100	100	39,5	45,7	5,4	0,1	8,5	0,5	0,28	33	5,3	39,4	3	0,18	0,30	43,8	44	96	1	74	30	40	7,1	
29 a	0 - 20	100	31,7	30,1	27	0,7	6	2,3	1,35	196	6,9	26,2	2,4	1,3	0,30	30,2	35	86	1	146	46	32	4,9	
b	20 - 40	100	28,2	40,6	22,1	1,2	6,2	0,7	0,4	70	5,7	22,2	3,7	0,61	1,82	28,3	32	88	6,5	72	26	36	6,6	
c	70	100	10,3	13,1	44	27,8	4	0,2	0,1	28		19,2	1	0,28	1,7	21,2	22	96	8	67			7,2	
30 a	0 - 40	100	39,6	25,6	26	1,4	6,4	2,7	1,55	165	9,4	33	2,4	0,86	0,3	36,6	39	94	0,8	132	28	21,2	6,6	
b	60 - 90	100	13,2	20,1	61,2	1,1	4,5	0,25	0,16	21	7,6	31	0,5	0,15	0,4	31,5	33	95	1,2	83	28	34	7,8	

## MACHALA (fin)

**Profil n° 31** - Hacienda La Nueva - Route de Machala - El Guabo - km 10 - Belle bananeraie de 5 ans après cacaoyers - quelques brunissures du bord des feuilles - très peu de Panama - plat - irrigué - jeunes cacaoyers de 4 ou 5 ans en intercalaires; 0 - 5 = très noir - agrégé - bonne structure - poreux - limoneux - 5 - 15 = limoneux sableux - un peu humifère - beige - 15 - 40 = sable fin - beige - nombreux mica - 40 - 100 = argilo-limoneux griseâtre avec taches rouillées. Très humide à 90 - boue, eau. Quelques efflorescences blanches vers 40 - 60 cm.

**Examen minéralogique de la fraction fine** - 31 c Montmorillonite. Un peu de Kaolinite. Trace de goéthite - Restes feldspathiques. Gels - ferriques ? Densité apparente : 20 cm = 1,2 eau = 1,5

Echantil.	Sels solubles néq. %								
	Ca	Mg	K	Na	Somme cations	Cl	SO <sub>4</sub>	CO <sub>3</sub> H	Somme anions
31 a	0,3	0,6	1,1	0,2	2,2	0,25	0	0,87	1,12
b	0,3	0,6	0,3	0,1	1,7	0,25	0	0,87	1,12
c	0,2	0	0,1	0,08	0,4	0,25	0	0,3	0,55
d	0,1	0,6	0,1	0,17	1	0,25	0	0,4	0,65
pF	4,2	2,7	1,9	2,7	4,2				
a	15,5	26,8	35,2			10,2			
b	10,3	16,6	30,3			3,3			

**Profil n° 32** - Hacienda Simons. Route de Machala à Santa Rosa - km 25. 20 km de la mer - 15 km des Andes. Plantation de bananes de 5 ans après cacaoyers. Très atteinte par la maladie de Panama. Nombreux pieds morts. Irriguée. Quelques brunissures du bord des feuilles. Plantation de jeunes cacaoyers entre les bananes. 0 - 5 = peu humifère et sur quelques cm seulement. Racines très superficielles - 5 - 10 = beige - un peu humifère par endroit - 10 - 30 = limono-argileux - s'effrite bien - mais donne des molles - 30 - 100 = sable fin - très nombreux petite mica - beige avec taches rouillées. Eau à 60 cm.

**Examen minéralogique de la fraction fine** - 32 b Métahelloysite. Un peu de gibbsite. Minéraux micacés.

pF	4,2	2,7	1,9	2,7-4,2
32 a	27	47,5	39,3	20,5
b	23,8	42,7	51,8	18,9
c	11,7	23,9	37,4	14,2

## QUEVEDO - YINCES) Sols alluviaux des terrasses fluviales - Pluométrie : 1,8 à 2,2 m - Altitude : &lt; 200 m.

**Profil n° 15** - Route de Quévedo à Zapotal - Zone basse plate - alluviale - Belles bananeraies et cacaoyers en bon état - grande plantation. 0 - 10 = très humifère - très nombreuses racines de bananiers et cacaoyers bien que les bananiers soient à plus de 4 mètres de distance. Limoneux - grumeleux - 10 - 40 = Beige jaune - limoneux, un peu argileux - friable. Type de sol : sol alluvial des terrasses de rivières.

**Profil n° 20** - Station ANBE - IFAC. Partie F - basse - près d'un ruisseau. Développement médiocre des bananiers. Défriché il y a 2 ans seulement. 0 - 10 = humifère sur 5 cm à 10 cm seulement; parfois moins - 10 - 40 = limono sableux - jaune clair - très sec - 40 - 100 = sable fin - gris clair - caillé - sec. Echantillon de surface : mélange de 10 prélèvements. Densité apparente : 0 - 5 cm = 0,81. Type de sol : alluvial.

**Profil n° 21** - Station ANBE - IFAC. Bananeraie de 5 ans - à quelques centaines de mètres de la rivière - sur défriche de 5 ans. Plat - quelques rides. 0 - 5 = humifère - souvent seulement 2 ou 3 cm sous la litière de feuilles - 5 - 20 = limono sableux - beige assez clair - encore un peu humifère - 20 - 30 = limono sableux - fin - peu caillonné - beige clair - 50 - 100 = sable-limoneux - fin - quelques taches claires - beige gris clair. Echantillon de surface : mélange de plusieurs prélèvements. Densité apparente : 0 - 5 cm = 0,82 ; 20 cm = 0,83. Type de sol : alluvial.

**Profil n° 33** - Hacienda Esperanza (Pibce Villa) - Bord de rivière - Bananeraie de 4 ans après cacaoyers - protégée des inondations autrefois fréquentes par une digue. Défrichée depuis au moins 100 ans. Bananiers en bon état - Très haute - 2.000 pieds à l'ha - 1.100 régimes exportables de 40 kg par an avec en plus 200 régimes livrés. En augmentant le nombre de pieds à l'ha (jadis 6 x 6 m) la production globale et le poids moyen des régimes ont augmenté. Depuis trois ans seulement : 450 kg/ha d'azote - par an en trois fois (150 g d'urée par application et par pied). 0 - 15 = moyennement humifère - limoneux - brun - 15 - 100 = limoneux - beige jaune clair - bischti à l'air.

**Profil n° 34** - Pibce Orilla - Vieilles cacaoyères de 30 ans - défrichées depuis plus de 100 ans - Production 400 kg à l'ha - souvent inondé. 0 - 15 = humifère - léger - 15 - 30 = sable fin - beige - 30 - 70 = limoneux - 70 - 90 = sable limoneux. Type de sol : sol alluvial des terrasses de rivières.

## QUEVEDO) Sols bruns rouges faiblement ferrallitiques. Roche mère - rochers volcaniques anciens et conglomérats (18) - Pluométrie - 2 m (13-14) 3 m (18).

**Profil n° 13** - Route de Quévedo à Zapotal - Km 42. Région vallonnée. Dans un sillon relativement plat - sommet. 0 - 20 = argille brun foncé - friable - 20 - 40 = argille brune - très compacte - agrégats luisants - 40 - 150 = argille rougeâtre, très caillonnée - un peu adhésive - fissurée. Structure polyédrique à prismatique - agrégats anguleux luisants. Type de sol : argileux - brun rouge - ferrallitique

**Profil n° 14** - Route de Quévedo à Zapotal - Km 20. Zone relativement plane. Bananeraie atteinte par la Panama - Nombreux pieds isolés. Très peu de bananiers, beaucoup sont tombés. 0 - 20 = brun foncé - chocolat - argileux mais grumeleux - 20 - 60 = brun assez foncé - mais beige clair quand sec. Très compact. Type de sol : brun rouge argileux ferrallitique

**Profil n° 16** - Route de Quévedo - Quito - Un peu après le village de la Mana - Première colline - plantée en bananes - défriché de 3 ans. Forte pente - au pied. Dans le talus de la route on voit plusieurs mètres de sol rouge, avec la zone d'altération limono-sableuse (éch. 18 f) et la roche sous jacente souvent altérée en noir-bleu (éch. 18 g). 0 - 5 = très humifère - brun noir - grumeleux - très nombreuses racines - 5 - 30 = beige orangé - limono-argileux - friable - 30 - 100 = argilo-limoneux - assez argileux - brun rougeâtre - malléable - Quelques débris de roches altérées - agrégats anguleux.

**Examen minéralogique de la fraction fine aux rayons X et A.T.D.** - 4cb. b Argille du type métahelloysite - Rate à 4,75 Å intense - Crochets importants à 540 et 920° Pas d'alumine, peu de fer cristallité. Peu de substances amorphes ou pas. Densité apparente : 10-20 cm = 0,79. Type de sol : brun rouge ferrallitique

pF	4,2	2,7	1,9	2,7-4,2
b	19,2	27,7	40,2	8,5
c	23,9	32,7	43,2	8,8

pages 19 et 20 face à face

Echantil.	Profondeur en cm	Terre fine %	Argile %	Limon %	Sables		sca %	M.O. Cx1,72 %	C %	N mgr %	C/N	Bases échangeables				S	T NH4 V %	Na/B %	p205 total mgr %	p205 Truog mgr %	P Truog %	pH	
					fine	gros.						Ca	Mg	K	Na								
21 a	0 - 5	100	18	15,5	40,2	17,4	4,8	4,4	2,5	305	8,2	27,3	1,5	5,6	0,17	34,6	34	100	inf.	311	68	22	7,7
b	5 - 15	100	14,8	10,3	45,3	24	4	2,8	1,6	189	8,4	28,6	<0,5	1,72	0,17	30,4	32	95	1	183	70	38	7,7
c	20 - 40	100	9,4	10,5	39,8	15,3	4,5			88		27,4	<0,5	1,17	0,17	28,2	28	100	1	87	26	30	7,4
d	60 - 90	100	49,8	30,2	7,9	1	7,9	0,9	0,52	126	4	34	3	1,12	0,26	36,3	39	98		110	21	19	7,8

22 a	0 - 10	100	28,1	46,9	10,4	0,25	5,3	3,8	2,2	280	8,8	21	1,2	0,52	0,08	22,8	26	60	0,4	215	12	8	7,1
b	10 - 30	100	32,3	48,5	11,8	0,30	4,6	1,6	0,9		15		<0,5	0,25	0,08	15,4	19	81	0,6	138	6,2	4,6	6,9
c	60 - 90	100	12	23,3	60,9	2,7	2,3	0,5	0,3	35	9,3	11,4	<0,8	0,05	0,21	11,7	12	93	2	93	4	4,3	6,3

Echantil.	Profondeur en cm	Terre fine %	Argile %	Limon %	Sables		sca %	M.O. Cx1,72 %	C %	N mgr %	C/N	Bases échangeables				S	T NH4 V %	Na/B %	p205 total mgr %	p205 Truog mgr %	P Truog %	pH	
					fine	gros.						Ca	Mg	K	Na								
15 a	0 - 15	100	22	40	19	0	8	10,8	6,3	581	10,8	30,2	4,6	1,8	0,7	37	48	77		313	28	8	6,8
b	30 - 40	100	21,1	47,8	20	0,6	8,6	2,9	1,7	215	7,9	19,3	0,5	1,2	0,09	21	24	87		248	2	0,8	6,6
20 a	0 - 10	100	27	39	20	0,8	5	9	5,2	483	10,8	16,6	4,8	0,9	0,3	22,6	39,7	37		246	11,2		8
b	20 - 30	100	12,6	44,7	30,5	3,8	6	1,9		125	8	12	1	0,48	0,09	12,6	22	37		142	3,8		5,9
c	60 - 60	100	2,5	5,1	60,9	20,6	1,3	0,9	0,53	49	-	6	0,8	0,21	0,09	6,3	8	78		84	6,6		6,2
21 a	0 - 10	100	26	43	17	0,2	5	9,7	5,64	504	11,2	21	5,6	3	0,4	30,3	39,2	76		315			6,7
b	10 - 20	100	16	50	26	0	4,5	3,6	2,1	221	9,4	12,1	3,4	1,3	0,3	17,1	29,3	48		97	11		6,8
c	20 - 30	100	14	43	39	0,3	4,6	1,7		115	8,9												6,3
d	60 - 90	100	10,5	27,3	56,7	0,5	4,7	0,7	0,4	63	6,5	11,9	1	0,24	0,26	12,3	19	65		97	2,8		6,3

33 a	0 - 15	100	25,6	40,6	20,6	0,6	6,3	3,8	2,2	298	7,4	18	<0,5	0,65	0,13	18,8	28	67		371	14,2	5,2	5,2
33 b	20 - 50	100	13,4	37,0	42,5	0,3	4,9	1	0,6	105	5,7	12,9	<0,5	0,16	0,21	13,3	20	67		107	6,4	4	6
34 a	0 - 15	100	15,3	26	46	2,8	4,3	3,4	1,94	210	9,2	16,6	<0,5	1,01	0,09	17,7	24	74		208	11,2	5,4	6,8

13 a	0 - 20	100	30,2	20,3	35,7	3,3	6	3,6	2	259	7,7	14,1	<0,8	1,4	0,09	15,6	24	65		262	7	2,7	6
b	70	100						0,8	0,5	60	8,3	8,7	<0,5	1,63	0,3	10,6	21	50		77	0,8	0,1	6,1

14 a	0 - 20	100	41	19	25	2,7	6	6	3,8	354	10,9	13,0	4,6	1,6	0,3	19,5	24			207	5	2,8	6,7
b	30 - 50	100	44,5	17,9	25,5	1,6	6,2	0,9	0,9	161	5,6		épulé				17			80	2,2	3	6,1

18 a	0 - 10		24	15	43	7	5	6	3,5	345	10,1	11,4	2,4	0,6	0,32	14,5	28	58		135	3,1	2,2	6,1
b	10 - 30		23,5	15,7	41,2	11,1	4,6	3	1,8	228	7,8	8,8	<0,5	0,56	0,13	9,8	16	59		106	<0,8		6
c	30 - 60		33,9	18,6	31,6	6,6	7,1	2,2	1,3	179	7,3	6,6	<0,5	0,35	0,09	7	19	37		106	<0,8		5,9
d	60 - 90		38,7	20,5	26,2	6,7	5,8	1,5	0,9	84	10,4	6,9	<0,5	0,50	0,43	7,8	18	43		86	<0,8		5,8

mais moins nettes. Les teneurs en P total sont dans l'ensemble élevées en surface, supérieures à 1,5 % de  $P_2O_5$ , mais les teneurs en  $P_2O_5$  aisément solubles (réactif Truog) sont souvent faibles, ou nulles en surface et presque toujours très faibles en profondeur.

Il semble que ce soit dans les zones les plus humides, c'est-à-dire autour de Santo Domingo et sur les contreforts des Andes, que ces valeurs de  $P_2O_5$  total (1,5 %) et Truog (0) soient les plus faibles. Vers Quinindé et près de Quévédó les chiffres sont plus élevés, les teneurs en  $P_2O_5$  total dépassent souvent 2,5 %. On peut penser à un appauvrissement par lessivage.

Ces teneurs en  $P_2O_5$  Truog n'ont qu'une valeur très relative. Une teneur quasi nulle dans le profil ne signifie pas du tout que la plante ne puisse pas s'alimenter en phosphore alors que pour la potasse échangeable cela serait l'indice sérieux d'une déficience. Le phosphore est en effet souvent lié au fer et à l'alumine dans des complexes peu solubles (insolubles dans le réactif Truog), mais les quantités solubilisables au cours du temps peuvent cependant être suffisantes pour la croissance de la plante. L'examen aux rayons X ne semble pas indiquer que du fer et de l'alumine existent en quantité notable sous formes cristallisées, mais il n'est pas impossible qu'ils soient présents dans les substances amorphes. Des études plus complètes devraient nous renseigner sur ce point. Par comparaison avec les sols analogues des Antilles, nous pensons plutôt (cela sera aisé à vérifier) que l'absence de  $P_2O_5$  Truog dans les sols résulte plutôt d'un lessivage que d'un phénomène de fixation énergétique et que le phosphore apporté par des engrais restera en grande partie sous des formes aisément assimilables. En Martinique et en Guadeloupe, dans des sols analogues, riches en substances amorphes, il n'y a vraiment que ceux qui présentent des raies caractéristiques et nettes de fer et d'alumine libre aux rayons X qui fixent énergiquement le phosphore.

Il n'est pas exclu non plus que les teneurs importantes trouvées à la plantation Astral (n° 10) soient dues à des apports d'engrais.

Notons enfin que la *densité apparente* du sol en place est souvent plus faible que de coutume, voisine de 0,8 (de 10 à 20 cm de profondeur).

En profondeur, les horizons riches en substances amorphes encore hydratées peuvent avoir des densités apparentes beaucoup plus faibles encore. Celle de l'échantillon n° 6 est très faible, voisine de 0,45. Ceci signifie que pour une même teneur en phosphore ou potasse exprimée en pour cent de terre sèche, l'échantillon 6 renferme à volume égal de sol en place moitié moins de ces éléments que s'il s'agissait d'un sol classique de densité voisine de 1.

## CONCLUSION

Il s'agit de sols fertiles possédant d'excellentes propriétés physiques : (structure et capacité en eau).

Dans les régions très arrosées (Santo Domingo = pluviométrie annuelle voisine ou supérieure à 3 m) une fumure potassique sera probablement nécessaire quelques années après le défrichement. Il est même possible que dans certaines plantations le besoin en potasse se fasse déjà actuellement sentir.

Les apports fractionnés, par exemple deux fois par an, seront alors recommandables, des études effectuées aux Antilles sur des sols analogues ayant montré que le lessivage d'importantes quantités de potasse pouvait être très rapide.

Il est plus difficile de se prononcer pour le phosphore, mais des essais simples pourraient nous renseigner rapidement sur l'intensité des phénomènes d'insolubilisation dans le sol. Ces essais consisteraient à suivre l'évolution du phosphore en différents endroits après apports d'engrais phosphatés facilement solubles.

Une prospection plus détaillée permettrait de compléter ces observations et de renforcer ou de minimiser l'importance de certaines de nos conclusions. La grande analogie de ces sols et de ceux des Antilles où l'I. F. A. C. dispose de nombreux essais pour l'étude de l'évolution des éléments dans le sol, en particulier de l'azote, en même temps que la réaction de la plante et son rythme d'absorption, etc., permettra d'extrapoler aisément ces résultats.

Toutefois la présence de Gros Michel en Équateur et d'autres variétés aux Antilles (Poyo, Grande Naine) nécessitera des études complémentaires qu'il serait utile d'entreprendre avec ces méthodes déjà éprouvées



---

III/- / Caractères hydriques de certains sols /  
/ des régions bananières d'Equateur /

---

Fruits, 1965, vol.20, n°1, 10-23

F.COLMET DAAGE

F.CUCALON

Publication ORSTOM-Antilles n° P 26





# CARACTÈRES HYDRIQUES DE CERTAINS SOLS DES RÉGIONS BANANIÈRES D'ÉQUATEUR

par F. COLMET DAAGE

*Office de la Recherche Scientifique Outre-Mer.*

et F. CUCALON

*Institut franco-équatorien de Recherches fruitières.*

La plaine côtière bananière située au nord de Guayaquil, en bordure des Andes, a été recouverte sur une vaste surface par des dépôts récents de cendres andésitiques.

Ces dépôts d'âge et d'épaisseur variables ont donné naissance à des profils de sols complexes.

Bien que plusieurs dépôts superposés soient parfois visibles, on peut cependant, pour simplifier, distinguer deux dépôts principaux d'époques très différentes.

Le *dépôt ancien* a subi une altération très poussée et l'évolution, suivant qu'elle a eu lieu sous climat humide ou sous climat à périodes sèches marquées, a abouti à des sols à allophanes typiques ou à des sols ferrugineux brun rouille à métahalloysite.

Les *dépôts récents*, dont l'épaisseur variable suivant l'éloignement des volcans atteint en moyenne un mètre, présentent à leur base des débris de l'industrie indienne, poteries, rasoirs... qui attestent de leur jeunesse. La granulométrie a varié au cours des éruptions. A certains lits ou lentilles de cendre peu altérée, grossière, succèdent des dépôts très fins déjà nettement allophanisés. L'éloignement des volcans permet d'expliquer la finesse de certains niveaux, déposés après de longs transports par les vents.

## Méthodes.

Pour compléter les études antérieures<sup>(1)</sup> de nouvelles tranchées ont

(1) Étude préliminaire des sols des bananeraies d'Équateur, F. COLMET-DAAGE, *Fruits*, Jan. 1962, vol. 17, n° 1, p. 3-21.

été ouvertes. La détermination de l'humidité du sol en place et de la densité apparente a été faite systématiquement. L'époque choisie, fin de saison sèche, était la plus propice pour ces déterminations, les sols étant parfaitement ressuyés après plusieurs mois sans pluie, sauf au voisinage immédiat de la Cordillère où les pluies sont fréquentes.

Les déterminations des pF 2,8 correspondant à l'humidité équivalente et 4,2 correspondant au point de flétrissement ont été effectuées sur des échantillons conservés frais et des échantillons séchés à l'air. La friabilité de ces sols sur cendre a permis de traiter les échantillons frais exactement de la même manière que les échantillons séchés à l'air<sup>(1)</sup>.

## Résultats.

Les résultats ci-dessous permettent d'expliquer la bonne tenue des bananeraies dans des régions où il ne pleut pratiquement pas pendant plus de six mois. La nébulosité presque constante pendant la période sèche limite, certes, l'évapotranspiration mais ne pouvait expliquer à elle seule l'aspect correct des bananeraies.

### a) Exemple d'un sol à allophanes à humidité constante (*dépôt ancien*.)

Il s'agit d'un sol du versant amazonien dans une région de pluviométrie

(1) Analyses du laboratoire de l'SORTOM à Paris sous la direction de M. COMBEAU.

annuelle élevée, voisine de 3 m et répartie tout au long de l'année. Le sol ne sèche pratiquement jamais.

Le graphique 1 montre les valeurs considérables obtenues pour les pF 2,8 et 4,2 sur les échantillons frais (150 à 240 d'eau pour cent grammes de sol séché à l'étuve) avec une eau « utilisable » très importante, 50 à 60 pour cent de terre sèche.

Par contre, en opérant sur des échantillons séchés à l'air, les humidités obtenues pour ces deux valeurs de pF sont beaucoup plus faibles et très voisines. L'eau utilisable est alors presque négligeable en profondeur, et faible en surface dans les horizons humifères.

Ces sols perdent donc la plus grande partie de leur eau de manière irréversible en séchant à l'air et acquièrent alors des propriétés hydriques totalement différentes de celles mesurées sur échantillons frais. Seules les mesures effectuées sur échantillons frais ont donc une valeur réelle.

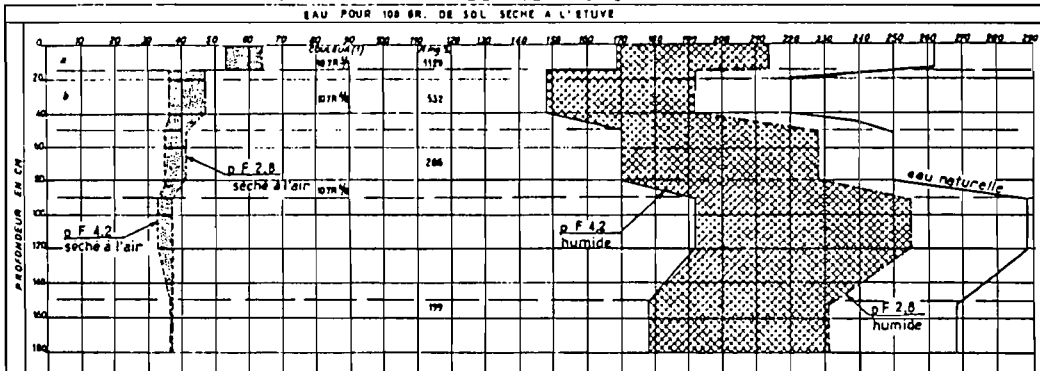
### b) Sols des régions humides — *Quinindé-Santo Domingo*.

La pluviométrie annuelle est comprise entre 2 et 3 m. La saison sèche peut être bien marquée pendant 6 mois mais avec une nébulosité très importante et constante limitant l'évapotranspiration, ou au contraire très peu marquée avec des pluies de plus en plus fréquentes en se rapprochant de la Cordillère des Andes.

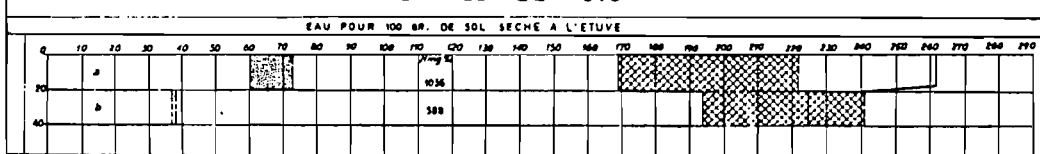
On retrouve sensiblement le graphique 1 pour les horizons inférieurs, provenant de dépôts anciens déjà très altérés et fortement allophanisés :

E.115

REGION ORIENTALE "EL PUYO"

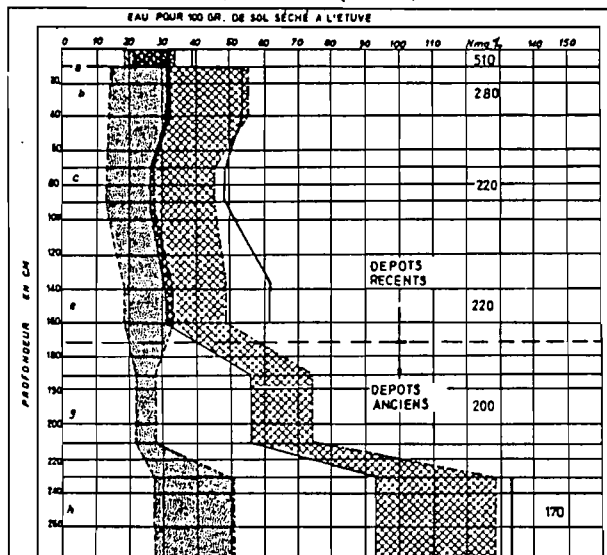


E.117 REGION ORIENTALE "EL PUYO"



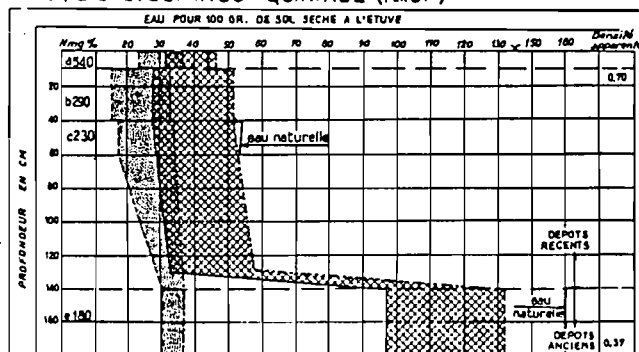
GRAPHIQUE N°1

E.53. STO. DOMINGO--QUININDE ( Km 10 )



GRAPHIQUE N°2<sup>1</sup>

E - 54 - STO. DOMINGO--QUININDE (Km 31 )



GRAPHIQUE N°2<sup>2</sup>

— Valeur très élevée de l'humidité équivalente (pF 2,8) et du point de flétrissement (pF 4,2) déterminés sur échantillons frais et valeur beaucoup plus faible des déterminations faites sur échantillons séchés à l'air; même remarque pour l'eau utile.

Par contre, les horizons supérieurs qui proviennent de dépôts récents, sur 1 m à 2 m d'épaisseur suivant les endroits, présentent des valeurs de pF sur les échantillons frais beaucoup plus faibles, l'allopianisation est moins poussée.

Si les valeurs de pF mesurées sur échantillons frais sont nettement plus élevées que celles mesurées sur les échantillons séchés à l'air, la capacité en eau « utile » n'est augmentée que dans une plus faible proportion.

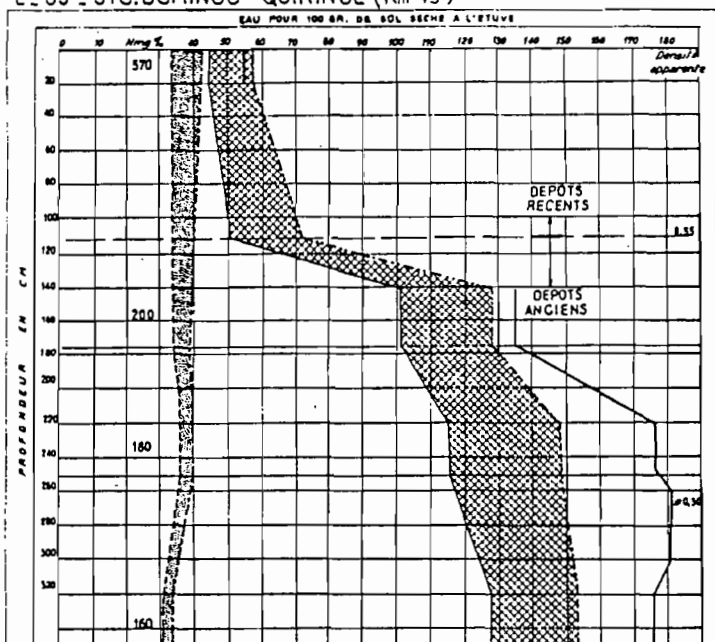
Il est certain que les bananeraies de ces régions trouvent en profondeur des réserves en eau considérables.

Les humidités mesurées sur des sols en place ressuyés, immédiatement après prélèvement, étant souvent plus élevées que les humidités du pF 2,8, c'est une valeur inférieure de pF qu'il aurait fallu probablement choisir pour correspondre à l'humidité équivalente.

La capacité en eau « utile » serait donc en réalité nettement plus élevée que celle que nous avons mesurée.

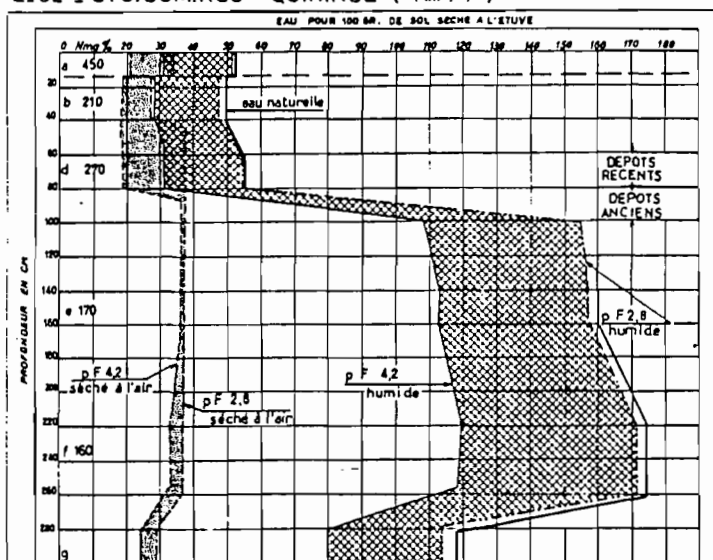
L'examen des profils E 53-54-63-62 montre bien la diminution progressive de l'épaisseur du dépôt récent au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la Cordillère (de Santo Domingo vers Quinindé) et l'apparition de moins en moins profonde des horizons très allophaniques des dépôts anciens.

E. 63 - STO. DOMINGO—QUININDE (Km 49)



GRAPHIQUE N° 2<sup>3</sup>

E. 62 - STO. DOMINGO—QUININDE ( Km 74 )



GRAPHIQUE N° 2<sup>4</sup>

En se rapprochant de régions moins arrosées (Santo Domingo vers Quevedo) la succession des profils 68-49-40-41 montre bien également la diminution de l'allophanisation.

Le profil 52 situé près de la Cordillère et dans une région très humide est constitué sur plus de deux mètres par des dépôts récents. On y remarque très bien l'allophanisation très nette déjà de l'horizon 60-80. Le profil 40 près de Quevedo montre également le même phénomène. Il s'agit probablement d'un niveau de cendre plus fine ayant subi une altération plus poussée.

c) Soils des régions à saison sèche marquée.

La pluviométrie est plus faible, voisine de 1,6-2 m, mais la saison sèche est très marquée durant plus de 6 mois. La nébulosité est un peu moins forte, les rosées matinales moins prononcées.

Le dépôt récent ne dépasse pas 1 m d'épaisseur. Le dépôt ancien sous-jacent n'a pas donné naissance à un sol à allophanes mais à un sol argileux, ferrugineux, brun rouille, souvent assez compact quoique avec une forte macroporosité, constitué essentiellement d'argile du type métahalloysite.

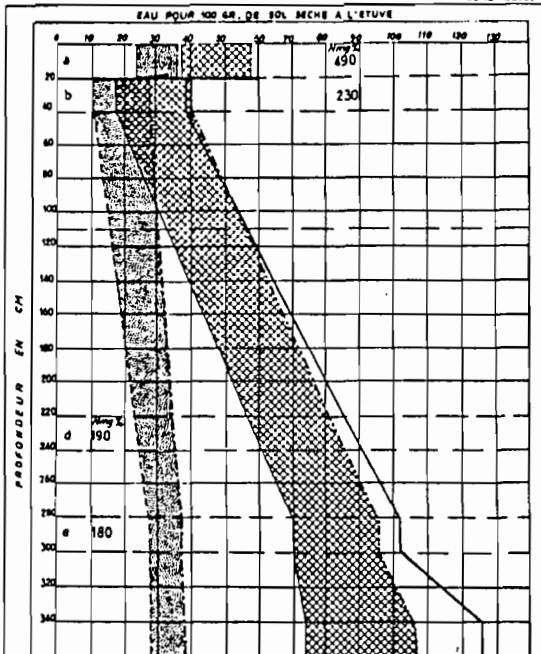
Le sol sèche généralement sur plus de 1 mètre et, comme les racines pénètrent rarement dans l'horizon profond argileux, la plante ne trouve plus à s'alimenter et l'irrigation est nécessaire durant plusieurs mois de l'année.

Le profil 98 est un bon exemple des sols de ces régions. Le graphique 6 montre bien que les pF mesurés sur échantillons frais ou séchés à l'air dans le dépôt récent sont très voisins. Il en est de même de la capacité en eau « utile ». Celle-ci est plus élevée en profondeur vers 60-80 cm, dans l'horizon de limon sableux plus fin.

Plus en profondeur on passe brutalement au sol argileux à métahalloysite peu pénétré par les racines.

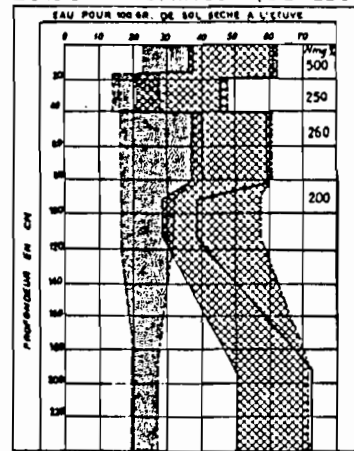
Le sol correspondant au dépôt récent séchant chaque année, les allophanes n'ont pu se former qu'en faibles quantités ou ont perdu l'essentiel de leurs propriétés vis-à-vis de l'eau. On rencontre une proportion plus ou moins importante d'argile du type métahal-

E - 68 - STO. DOMINGO → QUEVEDO ( Km 40 ) à 10 Km à l'est de la route.



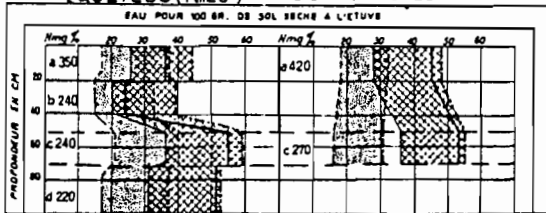
GRAPHIQUE N° 3¹

( Km 51 ) à 17 Km à l'est de la route.  
E - 49 - STO. DOMINGO → QUEVEDO



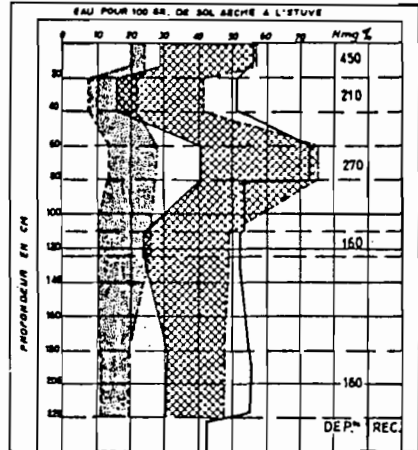
GRAPHIQUE N° 3²

{ STO. DOMINGO -  
E 40 - QUEVEDO ( Km 26 ) E - 41 voisin de E - 40



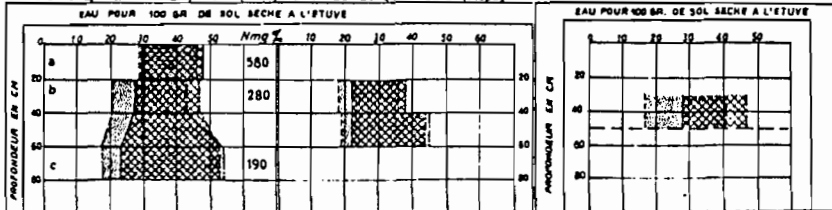
GRAPHIQUE N° 4

E - 52 - STO. DOMINGO → QUITO ( Km 8 )



GRAPHIQUE N° 5

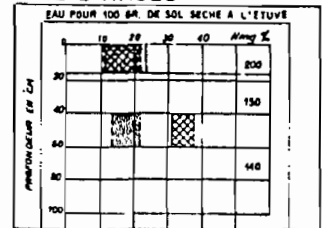
E - 98 - QUEVEDO ( vers Empalme ) 18 Km Est de QUEVEDO ( Mopa ) E - 102 - EMPALME



HACIENDA SANTA-BEATRIZ GRAPHIQUE N° 6¹

GRAPHIQUE N° 6²

E - 92 - VINCES



GRAPHIQUE N° 7

loysite responsable en partie des valeurs relativement fortes de la capacité en eau utile mesurée sur échantillons séché à l'air.

Ces profils à dessèchements temporaires présentent des caractéristiques morphologiques particulières. Le sol est de couleur foncée, paraissant fortement humifère sur une grande épaisseur (1 m) bien que les teneurs en matière organique ne soient pas plus élevées

que dans les régions humides. Cette caractéristique est très nette; elle se retrouve dans des conditions analogues aux Antilles où elle aide à différencier les allophanes de transition.

d) *Sols d'alluvions.*

Le profil 92 observé près de Vincès dans des alluvions issues de cendres volcaniques présente des  $pF$  2,8 et 4,2 sur

échantillons frais et séchés à l'air identiques en surface.

En profondeur, dans un horizon maintenu constamment humide par la proximité de la nappe, on note des valeurs de  $pF$  nettement plus élevées pour les échantillons frais que pour les échantillons séchés à l'air, la capacité en eau utile restant inchangée. La présence d'allophanes en petite quantité n'est pas exclue.

### CONCLUSION

Certains horizons de sols de grandes régions bananières d'Équateur ou du versant amazonien présentent vis-à-vis de l'eau des propriétés très particulières, plus ou moins accusées, dont les conséquences sont très importantes pour l'alimentation en eau du bananier. Ces propriétés caractérisent les sols à allophanes en Équateur et aux Antilles françaises.

Des études complémentaires sont nécessaires pour préciser les valeurs des  $pF$  à déterminer l'eau utile.

Comme autres conséquences, on peut noter les densités apparentes très faibles de certains horizons : 0,5-0,4 au lieu de 1 ou 1,2 comme dans les sols ordinaires et parfois davantage dans les cendres peu altérées.

Les résultats de la plupart des analyses physiques ou chimiques exprimés en % de terre séchée à l'air devront donc être réduits parfois de moitié si on veut qu'ils soient représentatifs d'une certaine épaisseur de sol.

**RÉSUMÉ.** — En Équateur, dans certains sols de régions bananières très importantes, les humidités correspondant à différents  $pF$ , ou les différences entre  $pF$ , peuvent être considérablement plus élevées quand les mesures sont effectuées sur les sols conservés frais que lorsqu'elles sont faites sur des échantillons préalablement séchés à l'air, comme cela se pratique habituellement. Ces phénomènes de dessiccation irréversibles à l'air définissent, selon les auteurs, les sols à allophanes issus de cendres andésitiques en pédoclimat toujours humide. Des sols identiques sous bananiers sont étudiés aux Antilles françaises.





---

IV/-/ Quelques observations sur les propriétés /  
des vertisols du sud de la Martinique /  
/ en vue de l'irrigation /

---

ORSTOM-Antilles, 1973, 9 pp.

F. COLMET DAAGE

J. GAUTHEYROU  
M. GAUTHEYROU

Publication ORSTOM-Antilles n° P 82





QUELQUES OBSERVATIONS SUR LES PROPRIETES DES VERTISOLS  
DU SUD DE LA MARTINIQUE EN VUE DE L'IRRIGATION

---

F. COLMET DAAGE

J. et M. GAUTHEYROU

Centre O.R.S.T.O.M. des Antilles

### I - INTRODUCTION

Dans la plus grande partie du périmètre retenu pour l'irrigation par aspersion dans le sud de la Martinique, le déficit en eau pour l'alimentation des plantes, durant une partie de l'année, est important et a contribué à la formation de sols beiges ou jaunes à argile gonflante montmorillonitique. Ces sols sont à l'état humide très gras et adhérents aux outils. Ils se fissurent fortement en saison sèche en devenant très durs. Lorsque le sol a une épaisseur notable, il s'agit bien de Vertisols, tels qu'ils sont décrits dans les diverses classifications.

Ces vertisols dérivent le plus souvent de tufs volcaniques marins (c'est à dire de projections volcaniques plus ou moins pures déposées en mer puis exondées) mais aussi de brèches andésitiques ou labradoritiques ou encore de coulées de laves.

### II. CARACTERISTIQUES CHIMIQUES

Tous ces sols renferment une importante proportion d'argile : 60 à 80 % qui est essentiellement du type montmorillonite. La capacité d'échange de cations est élevée de l'ordre de 50 à 70 mé p. 100 de sols. Les cations effectivement fixés correspondent à 70 à 80 % de cette capacité maximum.

La répartition des divers cations échangeables dépend d'une part du matériau mère, et d'autre part, du degré d'évolution des sols.

La caractéristique principale de ces vertisols est l'abondance du magnésium échangeable qui est presque toujours le cation dominant dans les horizons médians ou profonds. En surface, par contre, le calcium l'emporte fréquemment sur le magnésium sans doute, par suite de la décomposition des résidus de plantes qui l'absorbent de façon préférentielle.

Le sodium peut aussi être présent sous forme échangeable en quantité notable, voire même parfois très importante, mais seulement en profondeur.

Le pH mesuré dans l'eau est en général compris entre 6 et 7 mais le pH dans le KCl est souvent inférieur de 1 à 2 unités pH.

### III CARACTERISTIQUES PHYSIQUES ET HYDRIQUES

Les caractéristiques physiques essentielles de ces sols sont liées au caractère gonflant des argiles montmorillonitiques.

A l'état humide, le sol est gonflé, pratiquement sans vides. En se desséchant il se contracte fortement en créant des fissures.

La notion de porosité, admise classiquement pour les sols sableux ou les terres franches, est erronée dans le cas des vertisols.

a ) En surface : 0 à 20 ou 30 cm

- Le déssechement du sol provoque un éclatement des blocs sous l'effet de la contraction du sol dans toutes les dimensions. La réhumectation modérée et donc incomplète, irrégulière des blocs desséchés, provoque un gonflement qui n'est pas homogène pour l'ensemble de la motte et entraîne son effritement. Sous l'effet de l'alternance de la dessiccation, qui doit être suffisamment forte, et de la réhumectation qui doit être modérée et sporadique, les blocs s'émiettent en particules de plus en plus petites.

La structure est d'autant plus fine, grumeleuse, que les teneurs en matières organiques sont importantes. Le maximum de finesse est atteint avec les sols riches en calcium échangeable sur les tufs calcaires. Cet émiettement naturel du sol, cette "self structuration", sans autres interventions que la dessiccation, est une propriété très intéressante de ces sols. Il y a plus difficilement sous l'effet de l'irrigation par aspersion, comme avec bien d'autres sols, destruction de la structure par éclatement des agrégats qui existaient dans le sol non irrigué, séparation des différents constituants, limons, sables, argiles et entraînement de certains d'entre eux, ce qui conduit à des modifications néfastes irréversibles des caractéristiques du sol.

Cet émiettement du sol peut difficilement être obtenu mécaniquement. On peut l'aider cependant en favorisant la circulation de l'air autour des blocs, par des labours effectués aux périodes d'humidité optimum pour ces travaux. Ce n'est pas toujours possible en Martinique où la saison des pluies dure plus de six mois certaines années. Si on désire planter en période pluvieuse, la problème de la préparation des terres peut se poser. Pour plus de sécurité, il faudrait s'y prendre à l'avance en profitant de la saison sèche, ou des courtes périodes favorables de temps sec qui risquent de ne plus se reproduire avant la date fixée pour les semis ou la plantation.

La plupart des vertisols du monde, sont situés dans des régions arides ou à longue saison sèche, de sorte que ce problème de la préparation du sol, en période humide, ne revêt pas une grande importance. Il suffit d'amener le sol desséché à une humidité convenable par irrigation.

- Par la réhumectation en période pluvieuse ou par irrigation, ces vertisols se gonflent à nouveau. Avec une irrigation importante, le gonflement peut être total. Toutes les fissures sont alors obstruées et le sol est devenu totalement imperméable. Durant ces périodes de forte humidité, les sols gonflés adhèrent fortement aux outils, exigent pour être travaillés une puissante force motrice et offrent peu de résistance à l'enfoncement des machines. Puis le sol se réémiette spontanément et naturellement lors de la dessiccation suivante.

b) En profondeur, le sol se fissure en larges fentes verticales. Par suite de la plus forte contraction du sol en surface, il peut y avoir rupture entre le niveau de surface, par exemple sur 10 ou 20 cms, et le sol sous-jacent et formation de gros pavés juxtaposés, séparés par des fissures, mais posés en discontinuité sur le sous-sol. Ces fentes peuvent atteindre plus de 1 mètre de profondeur. et 5 à 10 cm de largeur.

#### 4) PROFILS HYDRIQUES -

On s'est efforcé, en profitant des saisons sèches bien marquées de deux dernières années, de déterminer l'humidité des sols lors des périodes les plus sèches de l'année, quand le sol est très fortement fissuré et lors des périodes les plus humides quand il est gonflé au maximum. Le restant de l'année, des mesures ont aussi été effectuées, mais présentent moins d'intérêt.

##### 4-1 - Validité des mesures d'humidité -

a) En opérant à peu de distance d'un piquet repère, par exemple à moins de 2 m, les résultats obtenus pour les humidités du sol en place, sont reproductibles (sauf en période sèche, dans le niveau superficiel sur 20 ou 30 cms, dans lequel il est généralement impossible alors, par suite de sa dureté, d'effectuer un sondage.)

Le tableau suivant montre les valeurs obtenues dans un champ en opérant des mesures à 1m de distance :

TABEAU I	1er	2ème	3ème	Eau p.100 de sol séché étuve 105°.
0 - 20	47	46	47	
20 - 40	48	48	48	
40 - 60	49	49	48	
60 - 80	45	45	46	
80 - 100	43		41	

La détermination de l'humidité du sol, par tranche de 20 cm, prélevée à la sonde tarière, donne donc une estimation suffisante, lorsqu'il est possible, bien sûr, d'effectuer un tel sondage, ce qui est presque toujours le cas dans les sols sous cultures irriguées.

b) La détermination de l'humidité au pF 4,2 sur des échantillons prélevés tout au long de l'année dans un cercle d'environ 4m de diamètre est aussi satisfaisante, comme le montre le tableau 2.

c) Pour pouvoir davantage généraliser, on a essayé aussi de connaître la dispersion des résultats des humidités aux pF 4,2, 3 et 2,5 sur des échantillons prélevés au hasard durant deux années dans un champ de canne d'environ 1/2 hectare. Le sol n'était d'ailleurs pas très homogène et le tuf apparaissait dans certains cas et de façon irrégulière, soit à 60, soit à 80, soit à 100 cm, ce qui explique la plus grande irrégularité des chiffres en profondeur. Les résultats paraissent satisfaisants et, en ce qui concerne le pF 4,2, différent assez peu de ceux figurant dans le tableau 2 qui correspondent à un point précis de ce même champ ( Station IRAT de BEAUREGARD )

#### 4 - 2 Etude des profils hydriques

- L'examen des profils hydriques de trois vertisols pendant les périodes les plus sèches et pendant les périodes les plus humides - fig. 1, 2, 3, permet de tirer les conclusions suivantes :

a) Dans deux de ces profils l'humidité du sol en saison sèche est inférieure sur presque tout le profil à la valeur correspondante au pF 4,2. De fait, la végétation (canne ou savane) était complètement flétrie, sans la moindre partie encore verte de végétal. (Figures 1 et 3)

Par contre, à la MASSEL, vertisol profond, la dessiccation du sol est plus lente en profondeur et la canne, quoique ayant cessé de croître, n'était pas aussi desséchée que dans les précédents profils. ( Figure 2)

L'humidité au pF 4,2 paraît pouvoir être retenue en première approximation comme humidité au point de flétrissement.

b) Durant les périodes de fortes pluies, le sol est complètement gonflé sans fissure apparente. L'humidité ne dépasse guère, cependant, 50 d'eau p.100 de sol séché à 105°. Elle est très constante dans le vertisol profond et uniforme de la MASSEL (Fig.2). Elle décroît en profondeur dans les deux autres profils par suite de la présence, dans certains sondages, de débris d'altération du tuf dont l'apparition a lieu à diverses profondeurs (Fig 1 et 3) Quoiqu'il en soit, on est loin des valeurs de l'humidité aux pF 3 ou 2,5 indiqués dans le tableau 3 pour le champ de canne de Beauregard, avec des chiffres atteignant 80 ou 90%.

#### 4-3 Discussion

L'explication serait la suivante : lorsque le sol séché à l'air, puis tamisé par broyage est réhumidifié avant d'être placé dans la presse à membrane pour la détermination des pF, il gonfle librement, sans gêne et absorbe alors une forte quantité d'eau. Dans les champs, au contraire, l'eau qui pénètre dans les fissures, fait gonfler le sol, mais ces fissures une fois refermées, le sol est imperméable et toute circulation d'eau devient impossible ou difficile. Un apport d'eau supplémentaire, s'il était possible, devrait d'ailleurs correspondre à un gonflement supplémentaire du sol qui ne peut plus se produire du fait des contraintes qui s'exercent de toutes parts et ne pourrait d'ailleurs qu'acroître l'imperméabilité du sol, sauf tout en surface. Cette pression de gonflement explique la disparition de tous les pores, toute cavité d'eau libre entraînant aussitôt le gonflement de l'argile voisine qui est loin d'avoir acquise tout le volume qui lui est possible d'atteindre.

Une humidité de 50 d'eau p.100 de sol séché étuve (entre 45 et 50) semble donc correspondre au gonflement maximum du sol en place. Les mesures effectuées au laboratoire aux pF 2,5 ou de 3, sont donc dépourvues de toute signification, sauf peut-être pour le niveau tout en surface qui peut librement gonfler.

Ce gonflement plus important du niveau de surface peut expliquer, en partie, l'émiettement très fin, lors de la dessiccation de la couche superficielle, la contraction étant plus forte qu'en profondeur, de même que la rupture fréquente déjà signalée entre le niveau de surface et celui situé plus en profondeur.

## 5 - ESTIMATION DES TENEURS EN EAU UTILISABLE

### 5 - I Variations de la densité apparente

- On peut donc déduire des précédents résultats que l'humidité au point de flétrissement correspondrait sensiblement à celle déterminée pour le pF 4,2, mais que l'humidité équivalente ne peut, en aucun cas, être déterminée au laboratoire et doit l'être en plein champs au cours des périodes de l'année où le sol est gonflé au maximum avec les contraintes naturelles qui s'exercent de toute part aux différentes profondeurs, pour limiter ce gonflement.

L'agronome doit, cependant, calculer les besoins en eau du sol en volume de sol ou ce qui revient au même, par tranche de profondeur de sol et non en poids de sol. Or, si pour la plupart des sols usuels, la densité apparente est relativement une constante pour un même sol, quelque soit son humidité, c'est dans le cas des vertisols une valeur très variable et liée à l'humidité du sol, comme le montre la figure 4. Les résultats ont été obtenus sur un grand nombre de vertisols de Martinique non remaniés, sauf pour les valeurs dépassant 50% d'eau pour lesquels des échantillons de profondeur ont été ramenés en surface puis laissés plusieurs semaines à l'air libre où ils ont pu gonfler davantage sans contraintes.

La détermination de la porosité fait aussi intervenir la densité réelle qui est déterminée sur échantillon séché étuvé. On peut s'interroger sur la signification de ces mesures et des calculs.

### 5 - 2 Variations de volume du sol (sols remaniés ou en place)

Il nous est donc apparu que la meilleure façon de déterminer la rétention en eau utile du sol était de connaître les variations effectives de volume du sol.

La différence entre le volume qui correspond à l'humidité atteinte durant les périodes les plus humides, lorsque le sol est gonflé au maximum possible, et le volume qui correspond à l'humidité pF 4,2, est égale à l'eau utilisable par la plante.

#### 2I méthodologie

Ces mesures de contraction ont été effectuées :

a) pour une part sur de très nombreux cylindres de 100cc prélevés à diverses profondeurs, dans les champs même, en période humide.

La contraction a été déterminée chaque jour au laboratoire par enrobage dans une résine spéciale, suivie d'une mesure de volume et d'humidité.

b) Pour une autre part, sur des échantillons prélevés exactement aux mêmes niveaux que pour les sols en place, mais qui ont été séchés à l'air, tamisés, puis réhumidifiés au laboratoire et placés à force dans des cylindres de 100cc. Les mesures de contraction ont alors été effectuées de la même manière que sur les cylindres de sol en place

## 22 Résultats concernant les vertisols

La figure 5 donne cette contraction du sol en fonction de l'humidité. Elle a été établie à l'aide de nombreuses mesures pour les trois profils de vertisols déjà cités. Les diverses courbes sont très voisines, presque confondues, sauf une :

On remarque que le gonflement est beaucoup plus important dans les échantillons séchés puis réhumidifiés au laboratoire, sans aucune contrainte pour le gonflement, que pour les échantillons non remaniés.

Dans les sols remaniés, les humidités atteignent 70 à 80% pour une consistance pâteuse, encore relativement plastique et dure. On aurait pu avoir des valeurs encore plus élevées, sans qu'il y ait apparition d'eau libre.

Les courbes de contraction sont sensiblement parallèles, qu'il s'agisse des échantillons tamisés et réhumectés ou de ceux non remaniés. La contraction est cependant un peu plus forte pour une même différence d'humidité (30 à 40) dans le cas des échantillons non remaniés, ce qui est normal. Elle est d'environ 11% pour une différence d'humidité de 10% p.100 sol séché étuve, entre 30 et 40% dans le cas des sols non remaniés et de 9% dans le cas des sols remaniés. Mais sur des écarts plus importants, par exemple entre 20 et 40% d'humidité, la contraction est seulement de 15 sur sol remanié, mais de 24 sur sol non remanié. La contraction est, bien sûr, au total plus importante sur sol remanié, mais ce résultat correspond à une différence d'humidité relativement beaucoup plus forte. Il faudrait mieux comparer les contractions sur sols remaniés et non remaniés dans les parties de courbes sensiblement parallèles. Ainsi entre 30 et 50% d'humidité pour les sols remaniés la contraction est de 20% pour une perte d'eau de 20.

## 23 Comparaison avec les sols rouges montmorillonitiques

Il est curieux que dans le cas de ces vertisols la courbe de contraction des échantillons non remaniés n'ait pas atteint une humidité de 50%. Y'a-t-il eu une certaine contraction due à une perte d'eau entre les prélèvements de terrain et les travaux au laboratoire, c'est possible, mais pas de cette ampleur. S'il en était ainsi d'ailleurs, on voit mal pourquoi la même observation n'aurait pas été faite sur les sols rouges montmorillonitiques dont la contraction correspondant à divers échantillons variés est figurée dans la figure 6. On remarque pour ces sols rouges qu'il y a peu de différence dans les courbes de contraction obtenues pour les sols remaniés et les sols non remaniés et que ces courbes sont très voisines de celles qui ont été obtenues sur les échantillons de vertisols remaniés.

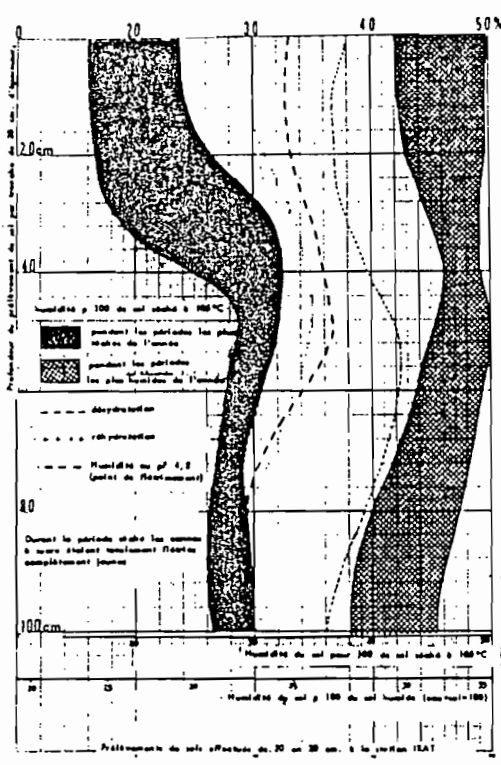


Fig 1

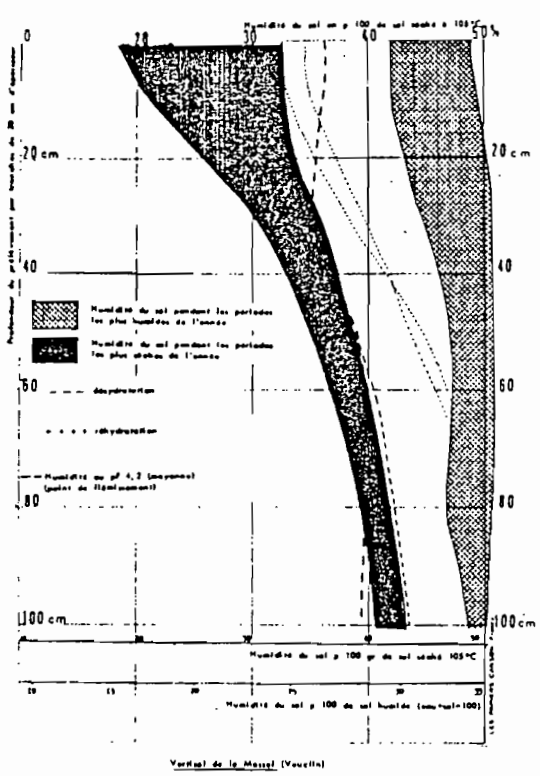


Fig 2

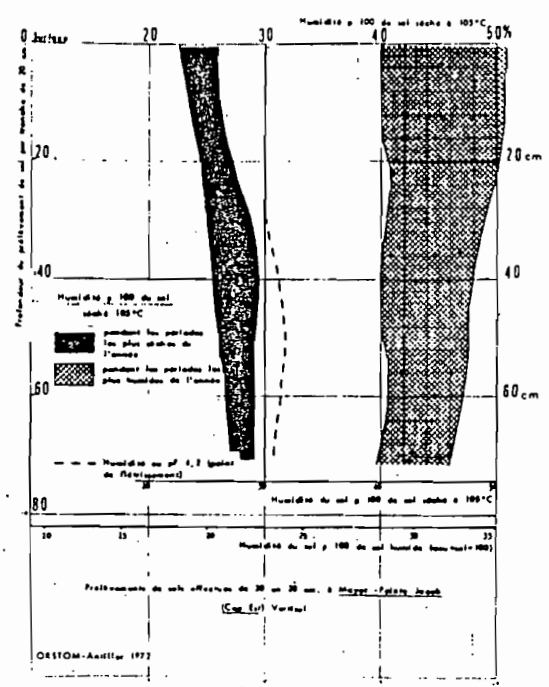


Fig 3

Figure 1-2-3 VARIATIONS DE L'HUMIDITE DU SOL PENDANT LES PERIODES LES PLUS SECHES ET LES PLUS HUMIDES DE L'ANNEE



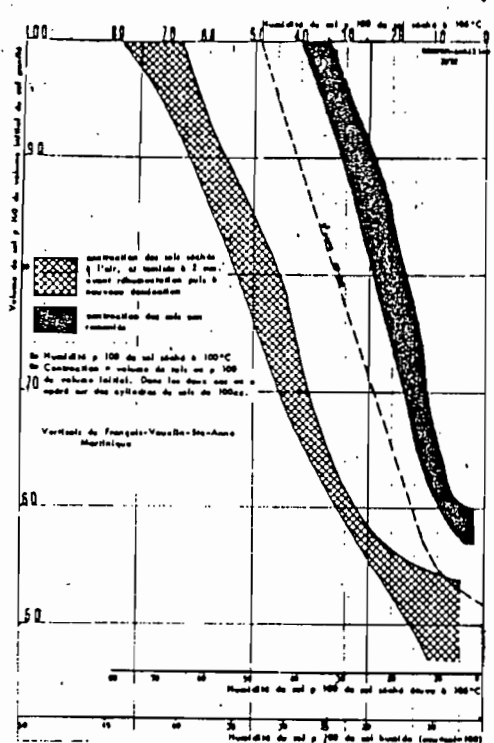


Figure 5 CONTRACTION DES VERTISOLS AU COURS DE LA DESICCATION EN SOL

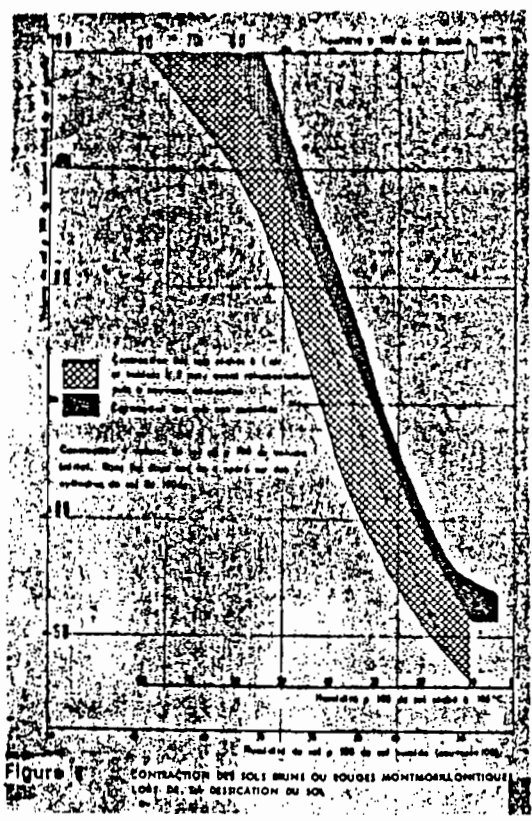


Figure 6 CONTRACTION DES SOLS BRUNS OU ROUGES MONTMORILLONITIQUES LORS DE LA DESICCATION DU SOL

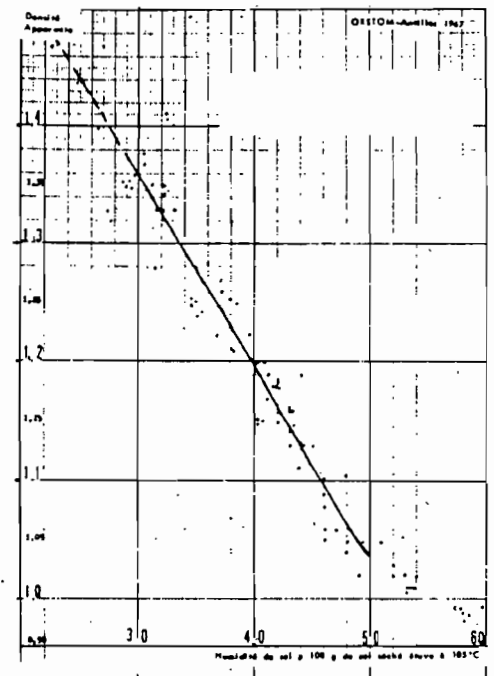


Figure 4 RELATION ENTRE LA DENSITE APPARENTE ET L'HUMIDITE DU SOL DANS LES VERTISOLS DE MARTINIQUE

SOLS VERTIQUES TRES PEU PROFONDS

T9 - sur roche dure STE ANNE

LFR12 - sur roche dure FRANCOIS



V/- / Périmètre de Rivière BARON /

Projet de défrichement pour la culture du  
bananier du périmètre situé entre la  
Rivière BARON et la Grande Rivière à Goyave

ORSTOM-Antilles - ASSO BAG , 1977, 14 pp.

F. COLMET DAAGE .

J. GAUTHEYROU  
A. POUMAROUX



PERIMETRE DE RIVIERE BARON  
=====

PROJET DE DEFRIQUEMENT POUR LA CULTURE DU BANANIER DU PERIMETRE SITUE ENTRE LA  
RIVIERE BARON ET LA GRANDE RIVIERE A GOYAVE

REGION -

Ce périmètre couvre une surface de 600 hectares environ, de part et d'autre de la route des Mamelles, sur le versant face à l'Atlantique.

TOPOGRAPHIE - MODELE -

L'altitude est comprise entre 160 et 330 m. La carte au 1/10 000<sup>e</sup> établie par interprétation stéréoscopique des photos aériennes et contrôlée sur le terrain, montre la répartition des sols en fonction de différentes classes de pentes. Ces classes de pentes correspondent à des possibilités ou à des difficultés de mécanisation des labours ou des façons culturales ainsi qu'à des risques d'érosion. Les surfaces suivantes ont été calculées par l'ASSOBAG, à partir de ces cartes :

			hectares
1	- 0 à 5 % - Zones planes, vallées et plateaux - zone à écoulement lent.	mécanisation	76
2	- 5 à 12 % - Zones de pentes légères.	très	34
3	- 5 à 12 % - Zones doucement ondulées avec un microrelief comportant de légers thalwegs ou bosses par endroits.	aisée	
4	- 12 à 25 % - Zones de pentes moyennes relativement régulières pouvant aller au dessus de 25% quand la pente est très régulière.	mécanisation relativement facile de toutes les opérations culturales.	134
5	- 25 à 40 % - Pente plus forte que précédemment en 4.	Mécanisation difficile pour certaines opérations	131
6-7	supérieur à 40 % Inutilisable	Inutilisable pour le bananier	72
total			447

VEGETATION -

C'est la forêt primaire avec quelques éclaircies dues à la coupe de quelques gros arbres. La forêt est dans l'ensemble d'aspect très médiocre. Il y a peu de gros arbres, Bois Rouges et Gomiers essentiellement, dont le tronc dépasse 30 cm ou 40 cm à 1 m de hauteur. Le sous bois est assez clair, sauf dans les chablis. Les fougères arborescentes sont abondantes.

Pour planter les bananiers au trou, sans labour, le défrichage ne poserait guère de problèmes et serait sans doute peu coûteux. Pour arracher ces grosses souches sans trop remuer ce sol fragile, il y aura quelques difficultés.

LES SOLS -

Les sols sont très uniformes, à l'exception de ceux de quelques fonds très humides, sur de faibles superficies. Le relief est pourtant très accidenté. Ces sols résultent de l'altération très poussée, quasi totale de formations volcaniques anciennes.

Tous les profils examinés s'apparentent aux trois profils types dont la description est donnée en annexe avec les analyses correspondantes.

#### Nature - Structure des sols -

Sur les 5 cm superficiels c'est d'abord la litière forestière puis un enchevêtrement de racines très dense. Le sol est de coloration foncée, bien humifère, léger, de faible mouillabilité.

Puis le sol devient rapidement jaune brun jusqu'à 40 cm ou 50 cm de profondeur, bien argileux mais en blocs s'émiettant bien, avec des faces bien angulaires, peu ou pas luisantes, quelques pores.

Enfin on passe à un sol rouge avec une apparence continue sans structure définie. Les blocs détachés à la pelle éclatent instantanément en fins agrégats. Ce sol rouge peut avoir plusieurs mètres d'épaisseur.

Beaucoup plus en profondeur c'est la roche pourrie avec des couleurs très variées. Cet horizon n'apparaît généralement sur les plateaux qu'à plusieurs mètres de profondeur, mais sur les fortes pentes constamment érodées en surface, il peut apparaître à moins de 1 mètre en certains endroits.

Bien que très riches en argile (plus de 60 % de fraction inférieure à 2 microns) les mottes prises entre les doigts s'émiettent finement. Le sol humide et ressuyé est bien friable. Les revêtements d'hydroxyde sur les particules d'argile confèrent à ces agrégats une grande stabilité structurale. Ces particules se comportent dans une certaine mesure, comme des "sables". Ce sont des pseudo-sables. La plupart des "bancs de sable" de la grande rivière à Goyave sont aussi constitués par ces agrégats restés très stables, en dépit de l'entraînement par le courant de la rivière, ce qui montre leur grande résistance aux forces de dispersion. Si on pétrit ces agrégats entre les doigts, le caractère argileux de ces pseudo-sables réapparaît aussitôt.

Ce caractère très friable des sols, en dépit de la teneur très importante en argile est particulièrement net dans l'horizon de profondeur. Il est moins accentué de 20 à 50 cm où le sol paraît légèrement plus compact et s'émiette en agrégats fins, avec aussi quelques blocs de taille intermédiaire.

#### Perméabilité -

Les sols sont relativement perméables. Dans tous les profils que nous avons examinés, à l'exception de quelques bas fonds de faible surface, nous n'avons jamais vu d'horizon marbré, ou de taches rouilles ferrugineuses, indiquant un engorgement, même temporaire par l'eau.

Les sols avec des horizons fortement marbrés sont pourtant rencontrés sur les plateaux situés un peu plus en altitude que ce périmètre (Piollet). On en rencontre aussi dans les régions cultivées situées à plus basse altitude. L'infiltration de l'eau en profondeur est ralentie juste au dessus de cet horizon et il peut y avoir stagnation de l'eau à ce niveau, durant quelques jours, lors des périodes de fortes pluies.

La crainte de rencontrer de tels sols, défavorables à la culture, lorsque cet horizon marbré est situé à moins de 1 m de profondeur, nous a incité à effectuer de nombreux profils dans tout ce périmètre, en particulier sur les replats où les chances d'en trouver sont plus fréquentes.

La perméabilité mesurée au double cylindre (méthode de Muntz) est de l'ordre de 5 à 7 cm/heure vers 50 cm de profondeur et de 2 à 3 cm/heure par la méthode de Vergières (sol enrobé de parafine). La perméabilité est un peu plus faible en profondeur.

#### Rétention pour l'eau -

L'importante teneur en argile du sol a pour conséquence une rétention notable en eau du sol ressuyé, par exemple 24 heures après une forte pluie: (20 à 30 % au pF 2,5)/

Cependant, la nature de l'argile, une kaolinite à faible gonflement, ainsi que les revêtements d'hydroxyde de fer, sur les particules qui contribuent à rendre ces sols friables, ont pour conséquence, la faible rétention en eau utilisable par les plantes : quelques pour cent seulement. Après une pluie, l'eau s'infiltrerait rapidement en profondeur dans le sol. La fraction de l'eau qui est retenue par capillarité dans les pores de dimensions fines ou moyennes, c'est-à-dire l'eau réellement utilisable par les racines des plantes est faible. Ces sols sèchent donc très vite. La plante souffre d'un manque d'alimentation en eau après une courte période de sécheresse.

Le comportement du bananier est donc différent sur ces sols et sur les sols à allophane dérivés de cendres des hauteurs de Capesterre, de Trois-Rivières ou de Matouba. Les sols à allophane, bien que perméables, retiennent une forte et même parfois très forte quantité d'eau, pouvant être mise à la disposition des racines et qui permet au bananier de traverser, sans trop souffrir, des périodes de sécheresse relativement sévères.

A pluviométrie équivalente, ces sols rouges peuvent nécessiter une irrigation complémentaire, alors que celle-ci est inutile dans les sols à allophane.

La perméabilité étant satisfaisante (5 à 7 cm/heure à 50 cm de profondeur); le sol relativement desséché absorbera aisément les quantités d'eau usuellement apportées. Quelques canaux en légère pente seront utiles pour éviter l'érosion qui pourrait résulter d'un ruissellement localisé. Il peut y avoir, en effet, concentration de l'eau vers les parties concaves ou résurgence à mi-pente, après un écoulement pelliculaire sous l'horizon labouré. Un tassement et une diminution de la perméabilité sur la sole de labour est aussi à prévoir.

#### Richesse chimique -

Les sols résultent de l'altération quasi complète des matériaux volcaniques originaux. Tout a été transformé en argile de type kaolinique. Les sables sont constitués d'éléments inertes pour les plantes : magnétite, hématite, etc ...

En quelques endroits, on trouve quelques roches isolées dans le sol, mais ces roches sont à peine altérées.

Les horizons argileux sont profonds, souvent uniformes sur 1,5 à 2 m ou davantage. Sur les fortes pentes cependant il est possible d'observer vers 1,50 m l'horizon d'altération, roche pourrie, plus limoneux, moins argileux, avec des couleurs variées. Cet horizon d'altération est le plus souvent très lavé par l'eau qui s'infiltré, et ne renferme qu'une très faible proportion d'éléments nutritifs susceptibles d'être libérés.

Dans certains sites, l'horizon d'altération renferme encore quelques éléments de la roche originelle, moins altérés, encore parfois même un peu durs. Le matériau est moins complètement pourri. Ces débris plus ou moins altérés peuvent libérer quelques éléments nutritifs qui sont mis très lentement à la disposition des plantes. Cette libération est lente et ne joue guère que pour les essences forestières, aux racines profondes et de cycle végétatif très long. On constate ainsi localement sous forêt des horizons de surface mieux pourvus en éléments nutritifs, provenant de la décomposition de la végétation forestière et puisés à grande profondeur par les racines des arbres.

Les pluies étant abondantes, l'ensemble du profil est fortement appauvri en éléments aisément et rapidement utilisables par la plante. Le calcium, le magnésium, le potassium retenus par le sol sous forme échangeable, n'existent qu'en très faibles quantités. Les teneurs en ces éléments dans l'horizon de surface sont nettement plus importantes qu'en profondeur. Les racines des arbres puisent certains de ces éléments en profondeur et les restituent en surface avec les déchets végétaux. Les teneurs ne sont cependant pas bien élevées : 1 à 2 me% sur 20 cm pour le calcium et très localement seulement davantage.

Lors de la mise en valeur, du défrichement, des façons culturales, il est inévitable qu'une partie de la litière organique et des quelques centimètres les plus riches de l'horizon superficiel, rendu finement grumuleux par cette matière organique, vont disparaître, entraînés par l'érosion, quelles que soient les précautions que l'on puisse prendre. En peu de temps, l'horizon superficiel deviendra aussi pauvre en éléments nutritifs que les horizons de profondeur.



AMENDEMENTS - ENGRAIS -

Calcium et Magnésium -

Les teneurs en calcium et en magnésium échangeable sont faibles en surface dans les 20 premiers cm, souvent même très faibles et presque partout insignifiantes plus en profondeur. Les teneurs de l'horizon de surface ne doivent pas faire illusion. Les éléments sont surtout localisés dans les quelques centimètres bien agrégés de surfaces, qui disparaissent probablement en bonne partie, lors du défrichement.

Des apports d'amendements calciques et magnésiens sont nécessaires pour relever ces teneurs, après défrichement.

Les sols sont constitués d'argile kaolinite. La capacité de rétention de cet argile pour les cations est peu élevée. Les éléments apportés en excès risquent donc d'être perdus par entraînement par l'eau. On pourra se fixer pour objectif dans les premières années, d'atteindre progressivement les valeurs de calcium échangeable dans les 20 premiers centimètres de 4 à 5 me pour 100 de sol et des teneurs en magnésium échangeable de 1 à 2 me pour 100 g de sol. Les amendements seront mélangés le plus profondément possible avec le sol dans les trous de plantation. Si les labours sont possibles, il faudra cependant, les premières années, éviter des labours trop profonds, ramenant en surface les horizons peu fertiles du sous sol, et approfondir progressivement. Le calcium et le magnésium étant peu retenus par le sol, les amendements calciques et magnésiens devront être apportés fréquemment, une fois obtenu les teneurs adéquates pour pouvoir maintenir celles-ci à leur niveau estimé optimum.

Le relèvement des teneurs en calcium a surtout pour but de lutter contre les toxicités aluminiques et manganiques qui risquent de se produire. Il facilitera aussi les transformations des matières organiques, des substances azotées... Il faudra éviter des apports massifs de calcaire qui risquent de trop relever brutalement le pH du sol et de conduire à des blocages dans l'absorption de certains éléments. Nos essais entrepris sur des sols similaires (Dupré Roussel) ont montré que l'apport de 5 T de calcaire broyé ha élevait le pH du sol d'environ une unité, mais que cet effet disparaissait en deux ans en sol nu. Avec 10 T ha de calcaire l'élévation du pH est trop élevée et dépasse deux unités pH. Des apports modérés de 2 à 4 T/ha sont à conseiller au début.

La plupart des teneurs en magnésium actuellement observées dans le périmètre, sont proches du seuil de carence et parfois même bien en dessous de ce seuil dans le sous sol : 0,02 mé% de Mg.

Les teneurs en magnésium sont peu élevées en surface et très faibles dans le sous sol, inférieur en général au seuil de carence (il y a des 0,02 mé de Mg p. 100 de sol). Avec l'érosion inévitable qui éliminera en partie les quelques centimètres superficiels les plus riches, les sols risquent donc d'être carencés.

Le potassium devra être apporté sans excès. Il est peu retenu par les sols, sous cette pluviométrie élevée. Avec de fortes teneurs en potassium échangeable, 2 à 3 mé% les pertes par entraînement en profondeur seront plus élevées. De plus, des déséquilibres, par exemple K/Mg risquent d'apparaître. (IRFA.-Guillemot)

Aux endroits où la végétation forestière entassée après défrichement sera brûlée, la remontée des teneurs en calcium, magnésium et potassium sera importante (1 à 2 mé/ou davantage).

Le phosphore -

Les sols sont constitués de kaolinite et d'hydroxydes de fer en partie cristallisés : goethite.

Le phosphore est fortement fixé par le sol. Il est donc indispensable, par des apports massifs à la plantation, d'élever les teneurs au-delà de celles correspondant au seuil de fixation. Ce seuil correspond à un équilibre de compétition pour le phosphore entre le sol et la plante. Ce seuil a été dépassé dans bien des plantations. Dans la plantation MOREAU, au-dessus de Goyave : par exemple, la plupart des valeurs de phosphore Truog sont de l'ordre de 20 mg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pour 100 de sol. Par contre, à la SARDE, défriché et cultivé depuis moins longtemps, les valeurs de phosphore Truog sont encore relativement faibles : 4 à 6 mg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pour 100 de sol. L'élévation des teneurs en phosphore assimilable du sol exige des apports très importants et continus de phosphate.

Dans le périmètre, les teneurs en phosphore Total sont quasi nulles, bien en dessous de la limite valable du dosage. Les teneurs en phosphore total sont de l'ordre de 30 à 40 mg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pour 100 g de sol. Ces teneurs devraient être relevées jusqu'à environ 100 mg pour 100 de sol en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pour commencer. Si l'on prend pour valeur moyenne 33 mg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total pour 100 de sol, c'est environ 1400 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/Ha qu'il faudrait apporter pour obtenir une teneur de 100 mg pour 100 de sol, dans les premiers 20 cm d'épaisseur.

Sans les apports massifs de phosphore, ces sols sont totalement infertiles. Il y a une dizaine d'années, des sols de forêt, analogues à ceux de ce périmètre, ont été défrichés sur les hauteurs de Bonne Mère - Galbas et affectés à de petits planteurs de canne. Des apports massifs de phosphate avant plantation ont permis d'obtenir, la première année, des récoltes de l'ordre de 100 T de canne/Ha. Un agriculteur négligent avait laissé les sacs de phosphate en tas, sans les épandre. Au bout de quelques mois la canne n'avait poussé qu'autour de ces sacs, plus ou moins percés, et avait disparu partout ailleurs dans la parcelle.

Les apports de phosphate contribuent aussi à réduire les toxicités aluminiques et manganiques et les troubles du métabolisme qui en résultent.

#### L'EROSION -

Ces sols rouges argileux sont aisément érodibles. L'horizon superficiel doit être très soigneusement conservé, les remodelages sont à proscrire. La préparation du sol devrait suivre de très près le défrichement, l'enlèvement des arbres et le désouchage. On évitera ainsi des ruissellements le long des troncs d'arbres restés couchés plusieurs mois sur la terre. Les eaux de ruissellements pourront être canalisées vers les sites d'évacuation souhaitables, le courant sur la pente, brisé par quelques canaux en faible pente.

L'horizon superficiel sur quelques centimètres est très meuble, très aisément érodible. Il est plus ou moins maintenu sous forêt par le feutrage des racines qui forment une armature. Il y aura intérêt à le mélanger par les labours dès que cela sera possible. Après défrichement, ce même horizon risque de se dessécher, de se rétracter entre l'armature des racines et d'être ainsi encore plus aisément érodible. Les particules enrobées de matière organique sont faiblement muillables donc très légères, pouvant en quelque sorte flotter et être plus aisément entraînées par le ruissellement.

#### CONCLUSION -

Les sols sont profonds et très uniformes dans tout le périmètre. Une vaste surface est mécanisable, tout au moins pour les labours. Les roches sont rares, sauf dans les parties basses de quelques ravines ou disséminées sur le plateau du Sud du périmètre.

La pluviométrie est élevée, l'enneigement relativement modéré, pas trop excessif.

Les sols sont très pauvres chimiquement, mais constituent un support physique correct. La réussite de la culture du bananier nécessitera beaucoup plus de soins que sur les sols fertiles dérivés de cendres volcaniques récentes. Les amendements et les apports d'engrais devront être étudiés avec plus d'attention pour éviter l'apparition de carence ou de toxicité aluminique, manganique ou autres.

Ces sols séchent vite après les pluies. L'alimentation en eau risque d'être irrégulière. C'est un handicap sérieux pour la culture du bananier dans les plaines du Lamentin et de Petit-Bourg.

Dans ces régions plus humides d'altitude, on trouve des humidités aux champs souvent supérieures aux valeurs que donne le laboratoire pour des sols ressuyés (pF 2,5) mesurés sur sol réhumecté après dessiccation à l'air. Il est possible que dans les horizons de profondeur qui n'ont probablement jamais encore séché complètement, existe une certaine quantité d'eau susceptible d'être perdue irréversiblement par dessiccation à l'air. Il est donc possible que cela soit difficilement mesurable, que le bananier trouvera davantage d'eau utilisable que les analyses en laboratoire ne l'indiquent.

La comparaison avec les sols cultivés à plus basse altitude n'est donc peut-être pas entièrement valable en ce qui concerne la rétention en eau utilisable.

On peut espérer sans pouvoir l'affirmer, que l'irrigation ne sera pas nécessaire dans ce périmètre, sauf durant les années très sèches. Il est cependant utile, dans le doute, d'étudier les possibilités de certaines installations éventuelles sur les plateaux surtout ceux qui sont exposés au vent. Les versants abrités des vents, de même que les pentes, et surtout les bas de pentes sur lesquels il y a circulation épidermique de l'eau dans le sol, ou ressurgence, souffriront moins de la sécheresse éventuelle.

Le bananier exigeant une alimentation en eau régulière, il est bon de lui réserver ces sols d'altitudes de pentes modérées qui peuvent lui convenir et éviter sans doute de coûteuses installations d'irrigation.

Juin 1977

REPUBLIQUE FRANÇAISE  
OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE DES ANTILLES

Boite Postale 81  
97201 — Fort-de-France  
Martinique

Téléphone n° 71-28-72 à Fort de France  
Bureaux, Concorde 1,3 km. Didier

PROFILS PIOLET

JANVIER 1977

-----

Le sol est très uniforme, argileux mais friable, très friable après 60cm.

Profil : M 830 :

0.20 - Brun jaune peu compact  
20.60 - plus compact, beaucoup de quartz  
60.80 - plus friable  
80.120- très friable, rougeâtre

Echantillon	Profondeur en cm	couleur Munsell	Bases échangeables me p. 100			pH eau	P205 total mg%
			Ca	mg	K		
M 830 a	0-15	10YR4/4	1,76	0,97	0,18	5,1	30
b	90	5YR4/4	0,41	0,19	0,05	5,2	-

Profil : M 831 :

0.80 - Très friable sur tout le profil. Plus rouge après 60cm. Pseudosable.

Echantillon	Profondeur en cm	couleur Munsell	Bases échangeables me p. 100			pH eau	P205 total mg%
			Ca	mg	K		
M 831 a	0-15	7,5YR4/2	0,42	0,68	0,20	4,6	32
b	80	5 YR/8	0,05	0,37	,04	4,9	

Profil : M 832 :

Faible pente, plutôt bas de pente. Jaune doux, rougeâtre après 60cm  
très friable. Limon argileux.

Echantillon	Profondeur en cm	couleur Munsell	Bases échangeables me p. 100			pH eau	P205 total mg%
			Ca	mg	K		
M 832 a	0-15		-	-	-	-	45
b	80	2,5YR4/6	0,24	0,27	0,03	5,0	

.../...

Profil : M 833 : Presque plat.

0.20 - limoneux beige  
20.30 - jaune  
30.60 - argileux  
60.80 - jaune rouge friable

Echantillon	Profondeur en cm	Couleur Munsell	Bases échangeables me p. 100			pH eau	P205 total mg%
			Ca	mg	K		
M 833 a	0-15	7,5YR4/2	1,11	1,03	0,24	4,5	44
b	70	5 YR4/6	0,14	0,40	,02	5,0	-

Profil : M 834 : Argilo limoneux friable, jaune orangé

Echantillon	Profondeur en cm	Couleur Munsell	Bases échangeables me p. 100			pH eau	P205 total mg%
			Ca	mg	K		
M 834 a	0-15	10YR3/2	9,98	2,06	0,26	5,8	33
b	70	7,5YR5/6	0,66	0,56	0,05	5,1	-

Profil : M 836 : Presque plat, brun jaune puis rougeâtre

Echantillon	Profondeur en cm	Couleur Munsell	Bases échangeables me p. 100			pH eau	P205 total mg%
			Ca	mg	K		
M 836 a	0-15	10YR3/3	1,86	1,20	0,21	5,2	28
b	80	2,5YR3/6	0,24	0,33	0,04	4,7	-

Profil : M 837 : Forte pente lisière Mahogany, brun jaune uniforme , plus friable après 80cm

Echantillon	Profondeur en cm	Couleur Munsell	Bases échangeables me p. 100			pH eau	P205 total mg%
			Ca	mg	K		
M 837 a	0-15	5YR3/3	1,56	1,01	0,13	5,1	45
b	80		0,08	0,32	0,03	4,8	-

Profil : M 838 : Presque plat, jaune rougeâtre uniforme. Plus friable après 1m.

Echantillon	Profondeur en cm	Couleur Munsell	Bases échangeables me p. 1000			pH eau	P205 total mg%
			Ca	mg	K		
M 838 a	0-10	7,5YR4/2	1,82	0,29	1,01	5,0	36
b	70	2,5YR3,6	0,24	0,21	0,05	5,1	-

Profil : M 839 : Forte pente 20%. Beige sur 20cm, puis jaune acier

Echantillon	Profondeur en cm	Couleur Munsell	Bases échangeables me p. 100			pH eau	P205 total mg%
			Ca	mg	K		
M 839 a	0-10	10YR3/3	4,67	1,44	0,15	5,4	48
b	20	7,5YR5/8	0,75	0,53	0,24	5,0	-

PAYS : GUADELOUPE

REGION : Route des Mamelles

Profil : M 842

9

Altitude : 250 m

1/77

Roche mère : Matériaux labradoritique

Pluviométrie : 3 m environ

Colmet Daage

Saison : ~~Fin des pluies~~, forte pluie la nuit. Le sol est bien mouillé -

Modelé local : Plateau en pente bien régulière : 12 % au clinomètre -

Drainage externe : Bon

Végétation : Forêt de taille moyenne avec quelques grands bois rouges et gommiers - Sous bois clair -

Lieu : Au Piton sur le lagon...

A 1000 m de la grande rivière à Goyave en revenant vers la route

PROFIL :

- 0 - 2 Mince couche de racines et de chevelu
- 0 - 30 Beige jaune IO YR 5/6, humide et sec -  
Le sol paraît limono argileux - La structure est continue, les blocs subangulaires s'émiettant aisément entre les doigts en agrégats de taille intermédiaire de quelques millimètres, et en fins agrégats. ( le sol était bien humide ) - Le sol est plastique, et se roule en battonnets -  
Les quartz nus sont abondants surtout vers 20 cm et semblent concentrer dans des Poches
- 30 - 40 Le sol prend une apparence plus argileuse -
- 40 - 50 Plus rouge 2,5 YR 4/6, humide et sec - Le sol est progressivement plus compact et s'émiette moins aisément en agrégats de taille intermédiaire - Les blocs subangulaires sont nettement plus cohérents -
- 50 - 80 Rouge 2,5 YR 4/6 avec quelques taches brunes *diffuses* à peine visibles -  
La structure d'ensemble est continue; la pénétration assez dure mais, les blocs éclatent instantanément en fins pseudosables -  
Le sol est particulièrement friable vers 1 m de profondeur -  
Les blocs ont des faces bien angulaires, les agrégats sont très fins -
- 80 - 100 Brun rougeâtre foncé IO YR 4/4 -  
Le sol est extrêmement friable. Les blocs éclatent instantanément dans les doigts -

M 842 a = 0 - 20  
b = 20 - 40  
c = 40 - 50  
d = 80 + 100

Deux densités apparentes à 50 cm et Deux à 80 cm

PROFIL : M 840

- 0 - 30 Limono argileux, beige jaune -
- 30 - 60 Plus argileux rougeâtre -
- 60 - 70 Roches - Sables
- a = 0 - 20      b = 30 - 50      c = 60 - 70

PROFIL M 840 0-30 Limono argileux, 30-60 plus argileux, 60-80 un peu violacé avec quelques minéraux altérés et quelques roches a=0-20 b=70 cm

A. S. S. O. B. A. G.

O.R.S.T.O.M.-Antilles PAYS: GUADELOUPE REGION: MAMELLES

PROFIL N°: M 842

Echantillon N°	Profondeur cms	Hori- zon	Mode disp.	Argile %		Limon %		Sable %		Ma. Or 172''	Prof cm	DA	EAU
				< 2 P	2 à 20 P	20 à 50 P	50 à 200 P	200 à 2000 P					
M 842 a	0.20											0,93	58
b	20.40										50	0,80	63
c	40.50											0,87	59
d	80.100										80	0,95	55
N°	Cations échangeables en mé p. 100							P205 Total mg%	pH				
	Ca	Mg	K	Na	S	T	S/T		KCl	eau			
a	2,31	0,62	0,18	0,12	3,23	18,5	17	27	4,1	4,4			
b	1,43	0,19	0,08	0,07	1,77	11,8	15	22	4,1	4,3			
c	0,77	0,02	0,04	0,07	0,90	10,0	9	-	4,25	4,1			
g	1,10	0,02	0,04	0,07	1,23	7,8	16	-	4,5	4,1			
N°	eau	pF sur sol séché air			N mg%								
		4,2	3	2,5									
a		28	31,4	34,2						381			
b		20	22,2	23,6						220			
c		24	24,9	26,8						126			
d		27,4	30,9	33,2						56			

-11 22/10/79 - Agence

Altitude :

Date : Janvier 1977

Roche mère : Matériaux volcaniques au dessus labradorique

Pluviométrie :

Saison : Fin des pluies, pluie la nuit - Le sol est très mouillé en surface -

Modèle local : C'est un large plateau avec des pentes très faibles, presque plat, moins de 5% -  
La pente est plus forte en dessous -

Drainage externe : Modéré

Végétation : Forêt avec des arbres de tailles moyennes, des fougères arborescentes, un sous bois assez clair -

Lieu : Sur l'ancien chemin - Presqu'au carrefour des layons -

PROFIL :

Il y a un feutrage de racines sur 2 à 3 cm, qui se détachent aisément du sol -

- 0 - 30 Beige jaune, 10 YR 5/6 humide et sec -  
La structure est polyédrique, les blocs ont 0,5 à 1 cm - Bien subangulaire -  
Le sol s'émiette très aisément et se pénètre aisément à la bêche, argileux, mais avec une apparence plutôt limonoargileuse. Les racines sont abondantes -
- 30 - 50 Bien jaune 7,5 R 5/6 humide et sec -  
Structure d'ensemble continue, s'émiettant en sous blocs polyédriques - Les blocs s'émiettent aisément en fins agrégats de pseudosables, ainsi qu'en sous blocs de taille intermédiaires argileux, plus compact, plus à pénétrer à l'outil qu'en surface.
- 50 - 80 Plus rougeâtre, 5 YR 4/4 -  
Structure d'ensemble continue, les blocs s'émiettent très finement en pseudosables, sans sous blocs de tailles intermédiaires, ou très peu - Les blocs éclatent dans les mains en pseudosables argileux friable-
- 80 - 100 Coloration plus foncée 5 YR 4/8 humide et sec -  
Extrêmement friable - Les blocs éclatent instantanément entre les doigts en fins pseudosables -  
Structure continue, pénétration à l'outil assez dur (sol humide)

M 843 a = 0 - 20

b = 20 - 40

c = 40 - 60

d = 80

Deux densités apparentes à 30 cm, à 50, et à 80 cm -



O.R.S.T.O.M.-Antilles PAYS: GUADELOUPE REGION: MAMELLES

PROFIL N°: M 843

Echantillon N°	Profondeur cms	Hori- zon	Mode disp.	Argile %					Limon %	Sable %	Ma. Or 172 %	Prof cm	DA	eau
				< 2 μ	2 à 20 μ	20 à 50 μ	50 à 200 μ	200 à 750 μ						
M 843														
a											30	0,99	46	
b												0,96	49	
c												0,91	54	
d												0,94	50	
												0,95	56	
												0,90	59	
N°	Cations échangeables en mé p. 100								P205 total mg%	pH	eau			
	Ca	Mg	K	Na	S	T	S/T					KCl		
a	1,32	0,46	0,18	0,10	2,06	18,2	11		28		4,0	4,1		
b	0,77	0,12	0,06	0,10	1,05	11,2	9		23		4,1	4,1		
c	0,82	0,25	0,04	0,14	1,25	12,2	10		-		4,1	4,1		
d	0,88	0,12	0,03	0,12	1,15	9,0	12		-		4,4	4,1		
N°	p f sur sol sèche air								N <sub>p</sub> mg%	eau				
	4,2	3	2,5											
a		28,5	31,5	34,1							378			
b		24,2	26,8	27,2							182			
c		35,0	37,5	39,7							112			
d		29,2	32,0	33,8							63			

PAYS : GUADELOUPE

REGION : Route des MAMELLES

Profil : M 844

13

Altitude :

Date : Janvier 77

Roche mère : Matériaux volcaniques

Pluviométrie :

Saison : Fin des pluies, quelques pluies abondantes durant la nuit -

Modelé local : Faible pente très régulière, à mi pente

Drainage externe : BON

Végétation : Assez belle forêt, avec des grands arbres - C'est un versant abrité des vents

Lieu : Dans le chemin à 200 m de la route environ, au carrefour des layons -

PROFIL :

- 0 - 2 Racines et chevelu aisément détachables
- 0 - 20 Beige jaune 10 YR 5/6 à 5/4 humide, plus jaune de 5 à 20 cm et sec -  
Bien structuré, limono argileux en apparence, facile à pénétrer à la bêche, structure polyédrique subangulaire, s'émiette en fins agrégats et en blocs de 1/2 cm - Le sol est très humide, mais non adhérent - Les racines sont abondantes -
- 20 - 60 Brun jaune 10 YR 5/8 humide -  
Structure continue, un peu compact qu'en surface, argileux mais bien friable - Les blocs éclatent en fins agrégats, pseudosables et quelques sous blocs de tailles intermédiaires. Le sol est plastique, mais non adhérent, quoique bien humide, les pores sont bien nets, propres.
- 60 - 100 Brun rougeâtre 5 YR 4/4 humide...  
Structure continue, les blocs subangulaires s'émiettent instantanément en fins agrégats, pseudosables - Les blocs éclatent entre les doigts -  
Il n'y a pas de changement de couleur, pas de taches - Pores bien propres -

M 844 a = 0 - 20

b = 20 - 40

c = 80-100

Deux débits apparentes à 30, 50 et 80 cm

Echantillon N°	Profondeur cms	Horizon	Mode disp.	Argile %			Limon %		Sable %		Ma. Or 1172 %	Prof cm	DA	eau	
				< 2 $\mu$	2 à 20 $\mu$	20 à 50 $\mu$	50 à 200 $\mu$	200 à 750 $\mu$	750 à 2000 $\mu$						
M 844	a	0.20										30	0,95	53	
	b	20.40										50	0,98	54	
													0,92	61	
	c	80.100											80	0,90	59
														1,10	41
														1,08	41
N°	Cations échangeables en mé p. 100					T	S/T			P205 total		pH	eau		
	Ca	Mg	K	Na	S									KCl	
a	1,10	0,13	0,08	0,07	1,38	13,5	10			40		4,2	4,0		
b	1,26	0,17	0,03	0,06	1,52	8,2	18			34		4,4	4,2		
c	0,66	0,04	0,03	0,05	0,78	6,0	13			-		5,0	4,4		
N°	p f sur sol			sèche air						N					
	eau	4,2	3	2,5								mg%			
a		25,6	28,3	30,1								385			
b		24,9	27,0	28,0								140			
c		26,3	29,8	32,4								56			

ma 5746/DM - Agropolis

VI/- / Périmètre Bois la Ramée /

Projet de défrichement pour l'établissement de  
pâturages d'un périmètre situé dans les hauteurs  
de COMTE de LOHEAC (nord-Guadeloupe volcanique)

ORSTOM-Antilles - SAFER de Guadeloupe  
1978, 11 pp.

F.COLMET DAAGE

Publication ORSTOM-Antilles n° C 553 bis



PERIMETRE BOIS LA RAMEE

**C 553**  
 (bis)







PROJET DE DEFRICHEMENT, POUR L'ETABLISSEMENT  
 DE PATURAGES, D'UN PÉRIMETRE SITUÉ DANS  
 LES HAUTEURS DE COMTE DE LOHEAC  
 (NORD-GUADELOUPE VOLCANIQUE)

REGION

Ce périmètre couvre une surface de 120 hectares environ, sur le versant Nord de la Guadeloupe volcanique.

TOPOGRAPHIE - MODELE

L'altitude est comprise entre 160 et 400 m. La carte au 1/10 000<sup>e</sup> établie par interprétation stéréoscopique des photos aériennes et contrôlée sur le terrain, montre la répartition des sols en fonction de différentes classes de pentes. Ces classes de pentes correspondent à des possibilités ou à des difficultés de mécanisation des labours ou des façons culturales ainsi qu'à des risques d'érosion. Les surfaces suivantes ont été calculées:

		Surface en Ha
	2 : Zones de pentes 6 à 12% - pentes faibles - - - - - <u>Très aisément mécanisables</u> - toutes opérations culturales	6 Ha
	3 : Zones de pentes modérées de 6 à 12% avec un microrelief assez net. <u>Mécanisation assez facile</u> , mais avec quelques difficultés locales pour certaines opérations culturales.	4 Ha
	4 : Zones de pentes de 12 à 20% environ. - - - - - Mécanisation des labours relativement aisée mais quelques difficultés pour certaines opérations culturales.	29 Ha
	5 : Zones de pentes de 20 à 50% environ. - - - - - <u>Mécanisation souvent difficile</u> . Il n'est possible de faire que les labours.	58 Ha
	6 : Zones de pentes de 50 à 70% environ. - - - - - <u>Mécanisation impossible</u> . Il est préférable de laisser la forêt pour éviter l'érosion.	20 Ha
	7 : Zones en très fortes pentes. Les pentes sont en général supérieures à 70%. <u>Incultivable</u> . A laisser en forêt.	non comptés
	<u>Surfaces utilisables: Total</u>	120 Ha

## VEGETATION

C'est la forêt primaire avec quelques éclaircies dues à la coupe de quelques gros arbres. La forêt est dans l'ensemble d'aspect médiocre. Il y a quelques gros arbres, Bois Rouges et Gommiers essentiellement, dont le tronc dépasse 30 cm ou 40 cm à 1 m de hauteur. Le sous bois est assez clair, sauf dans les chablis.

Pour établir des pâturages, sans enlever les souches, le défrichement ne posera guère de problèmes et sera sans doute peu coûteux. Pour arracher les grosses souches sans trop remuer ce sol fragile, il y aura des difficultés surtout là où il y a des grosses roches.

## LES SOLS

Les sols sont uniformes, le relief est pourtant très accidenté. Ils dérivent de l'altération très poussée de formations volcaniques anciennes. Tous les profils examinés s'apparentent aux profils types dont la description est donnée en annexe avec les analyses correspondantes.

### Nature - Structure des sols

Sur les 4 cm superficiels c'est d'abord la litière forestière puis un enchevêtrement de racines très dense. Le sol est de coloration foncée, bien humifère, léger, de faible mouillabilité.

Puis le sol devient rapidement jaune brun ou rougeâtre jusqu'à 80 cm ou 100 cm de profondeur, bien argileux mais en blocs s'émiettant assez bien, avec des faces bien angulaires, peu ou pas luisantes, quelques pores.

Plus en profondeur c'est la roche pourrie avec des couleurs très variées. Cet horizon n'apparaît généralement sur les plateaux qu'à 1 mètre de profondeur, mais sur les fortes pentes constamment érodées en surface, il peut apparaître à moins de 1 mètre en certains endroits.

Bien que très riches en argile (plus de 60% de fraction inférieure à 2 microns) les mottes prises entre les doigts s'émiettent assez bien quoique en donnant des blocs intermédiaires. Les sols ne sont pas aussi friables que dans le centre de la chaîne montagneuse.

Les revêtements d'hydroxydes sur les particules d'argile confèrent aux agrégats une bonne stabilité structurale.

### Perméabilité

Les sols sont relativement perméables. Dans tous les profils que nous avons examinés, nous n'avons jamais vu d'horizon marbré, ou de taches de rouilles ferrugineuses, indiquant un engorgement, même temporaire par l'eau.

Les sols avec des horizons fortement marbrés sont pourtant rencontrés dans les régions cultivées situées à plus basse altitude. L'infiltration de l'eau en profondeur est ralentie juste au-dessus de cet horizon et il peut y avoir stagnation de l'eau à ce niveau, durant quelques jours, lors des périodes de fortes pluies.

La crainte de rencontrer de tels sols, défavorables à la culture, lorsque cet horizon marbré est situé à moins de 1 m de profondeur, nous a incité à effectuer de nombreux profils dans tout ce périmètre, en particulier sur les replats où les chances d'en trouver sont plus fréquentes.

La perméabilité mesurée au double cylindre (méthode de Muntz) est de l'ordre de 3 à 4 cm/heure vers 50 cm de profondeur et de 1 à 2 cm/heure par la méthode de Vergières (sol enrobé de paraffine). La perméabilité est un peu plus faible en profondeur.

#### Rétention pour l'eau

L'importante teneur en argile du sol a pour conséquence une rétention notable en eau du sol ressuyé, par exemple 24 heures après une forte pluie : (20 à 30% au pF 2,5).

Cependant, la nature de l'argile, une kaolinite à faible gonflement, ainsi que les revêtements d'hydroxydes de fer, sur les particules, ont pour conséquence une faible rétention en eau utilisable par les plantes : quelques pour cent seulement. Après une pluie, l'eau s'infiltré rapidement en profondeur dans le sol. La fraction de l'eau qui est retenue par capillarité dans les pores de dimensions fines ou moyennes, c'est-à-dire l'eau réellement utilisable par les racines des plantes est faible. Ces sols sèchent donc vite. La plante souffre d'un manque d'alimentation en eau après une courte période de sécheresse.

Le comportement des plantes est donc différent sur ces sols et sur les sols à allophane dérivés de cendres des hauteurs de Capesterre, de Trois-Rivières ou de Matouba. Les sols à allophane, bien que perméables, retiennent une forte et même parfois très forte quantité d'eau, pouvant être mise à la disposition des racines et qui permet à la plante de traverser, sans trop souffrir, des périodes de sécheresse relativement sévères.

#### Richesse chimique

Les sols résultent de l'altération quasi-complète des matériaux volcaniques originels. Tout a été transformé en argile de type kaolinique. Les sables sont constitués d'éléments inertes pour les plantes : magnétite, hématite, etc... dans la plupart des cas.

Les horizons argileux sont profonds, souvent uniformes sur les fortes pentes cependant il est possible d'observer vers 50 m l'horizon d'altération, (roche pourrie), plus limoneux, moins argileux, avec des couleurs variées. Cet horizon d'altération est le plus souvent très lavé par l'eau qui s'infiltré, et ne renferme qu'une très faible proportion d'éléments nutritifs susceptibles d'être libérés.

En quelques endroits, mais souvent sur les très fortes pentes incultivables, on trouve quelques roches isolées dans le sol. Ces roches sont en général peu altérées et proviennent d'éboulement sur les pentes en provenance de parties plus élevées.

Dans certains sites, l'horizon d'altération renferme encore quelques éléments de roches qui sont parfois un peu durs. Le matériau est moins complètement pourri. Ces débris plus ou moins altérés peuvent libérer quelques éléments nutritifs qui sont mis très lentement à la disposition des plantes. Cette libération est lente et ne joue guère que pour les essences forestières, aux racines profondes et de cycle végétatif très long. On constate ainsi localement sous forêt des horizons de surface mieux pourvus en éléments nutritifs, provenant de la décomposition de la végétation forestière et puisés à grande profondeur par les racines des arbres.

Les pluies étant abondantes, l'ensemble du profil est fortement appauvri en éléments aisément et rapidement utilisables par la plante. Le calcium, le magnésium, le potassium retenus par le sol sous forme échangeable, n'existent qu'en faibles quantités. Les teneurs en ces éléments dans l'horizon de surface sont nettement plus importantes qu'en profondeur où elles sont insignifiantes. La différence est surtout marquée là où les roches sont abondantes mais souvent donc dans des zones difficilement cultivables.



La perméabilité mesurée au double cylindre (méthode de Muntz) est de l'ordre de 3 à 4 cm/heure vers 50 cm de profondeur et de 1 à 2 cm/heure par la méthode de Vergières (sol enrobé de paraffine). La perméabilité est un peu plus faible en profondeur.

#### Rétention pour l'eau

L'importante teneur en argile du sol a pour conséquence une rétention notable en eau du sol ressuyé, par exemple 24 heures après une forte pluie : (20 à 30% au pF 2,

Cependant, la nature de l'argile, une kaolinite à faible gonflement, ainsi que les revêtements d'hydroxydes de fer, sur les particules, ont pour conséquence une faible rétention en eau utilisable par les plantes : quelques pour cent seulement. Après une pluie, l'eau s'infiltré rapidement en profondeur dans le sol. La fraction de l'eau qui est retenue par capillarité dans les pores de dimensions fines ou moyennes, c'est-à-dire l'eau réellement utilisable par les racines des plantes est faible. Ces sols sèchent donc vite. La plante souffre d'un manque d'alimentation en eau après une courte période de sécheresse.

Le comportement des plantes est donc différent sur ces sols et sur les sols à allophane dérivés de cendres des hauteurs de Capesterre, de Trois-Rivières ou de Matoub. Les sols à allophane, bien que perméables, retiennent une forte et même parfois très forte quantité d'eau, pouvant être mise à la disposition des racines et qui permet à la plante de traverser, sans trop souffrir, des périodes de sécheresse relativement sévère.

#### Richesse chimique

Les sols résultent de l'altération quasi-complète des matériaux volcaniques originels. Tout a été transformé en argile de type kaolinique. Les sables sont constitués d'éléments inertes pour les plantes : magnétite, hématite, etc... dans la plupart des cas.

Les horizons argileux sont profonds, souvent uniformes sur les fortes pentes cependant il est possible d'observer vers 50 m l'horizon d'altération, (roche pourrie), plus limoneux, moins argileux, avec des couleurs variées. Cet horizon d'altération est le plus souvent très lavé par l'eau qui s'infiltré, et ne renferme qu'une très faible proportion d'éléments nutritifs susceptibles d'être libérés.

En quelques endroits, mais souvent sur les très fortes pentes incultivables, on trouve quelques roches isolées dans le sol. Ces roches sont en général peu altérées et proviennent d'éboulement sur les pentes en provenance de parties plus élevées.

Dans certains sites, l'horizon d'altération renferme encore quelques éléments de roches qui sont parfois un peu durs. Le matériau est moins complètement pourri. Ces débris plus ou moins altérés peuvent libérer quelques éléments nutritifs qui sont mis très lentement à la disposition des plantes. Cette libération est lente et ne joue guère que pour les essences forestières, aux racines profondes et de cycle végétatif très long. On constate ainsi localement sous forêt des horizons de surface mieux pourvus en éléments nutritifs, provenant de la décomposition de la végétation forestière et puisés à grande profondeur par les racines des arbres.

Les pluies étant abondantes, l'ensemble du profil est fortement appauvri en éléments aisément et rapidement utilisables par la plante. Le calcium, le magnésium, le potassium retenus par le sol sous forme échangeable, n'existent qu'en faibles quantités. Les teneurs en ces éléments dans l'horizon de surface sont nettement plus importantes qu'en profondeur où elles sont insignifiantes. La différence est surtout marquée là où les roches sont abondantes mais souvent donc dans des zones difficilement cultivables.

Les racines des arbres puisent certains de ces éléments en profondeur et les restituent en surface avec les déchets végétaux. Les teneurs ne sont cependant pas bien élevées : 1 me% sur 20 cm pour le calcium dans l'ensemble et localement seulement davantage. Lors de la mise en valeur, du défrichement, des façons culturales, il est inévitable qu'une partie de la litière organique et des quelques centimètres les plus riches de l'horizon superficiel, rendu finement grumuleux par cette manière organique, vont disparaître, entraînés par l'érosion, quelles que soient les précautions que l'on puisse prendre. En peu de temps, l'horizon superficiel deviendra aussi pauvre en éléments nutritifs que les horizons de profondeur.

#### AMENDEMENTS - ENGRAIS

##### Calcium et Magnésium

Les teneurs en calcium et en magnésium échangeable sont faibles en surface dans les 20 premiers cm, souvent même très faibles et presque partout insignifiantes plus en profondeur. Les teneurs de l'horizon de surface ne doivent pas faire illusion. Les éléments sont surtout localisés dans les quelques centimètres bien agrégés de surfaces, qui disparaîtront probablement en bonne partie, lors du défrichement.

Des apports d'amendements calciques et magnésiens sont nécessaires pour relever ces teneurs, après défrichement.

Les sols sont constitués d'argile kaolinite. La capacité de rétention de cet argile pour les cations est peu élevée. Les éléments apportés en excès risquent donc d'être perdus par entraînement par l'eau. On pourra se fixer pour objectif dans les premières années pour des pâturages, d'atteindre progressivement les valeurs de calcium échangeable dans les 20 premiers centimètres de 2 à 3 me pour 100 de sol et des teneurs en magnésium échangeable de 0,6 à 0,8 me pour 100 g de sol. Les amendements seront mélangés le plus profondément possible avec le sol dans le cas où les labours sont possibles.

Le relèvement des teneurs en calcium a surtout pour but de lutter contre les toxicités aluminiques et manganiques qui risquent de se produire. Il facilitera aussi les transformations des matières organiques, des substances azotées ... Il faudra éviter des apports massifs de calcaire qui risquent de trop relever brutalement le pH du sol et de conduire à des blocages dans l'absorption de certains éléments. Nos essais entrepris sur des sols similaires ont montré que l'apport de 5 T de calcaire broyé ha élevait le pH du sol d'environ une unité, mais que cet effet disparaissait en deux ans en sol nu. Avec 10 T ha de calcaire l'élévation du pH est trop élevée et dépasse deux unités pH. Des apports modérés de 2 à 4 T/H sont à conseiller au début.

Le calcium et le magnésium étant peu retenus par le sol, les amendements calciques (et magnésiens) devront être apportés de nouveau après quelques années pour pouvoir maintenir les teneurs à leur niveau estimé optimum.

Le potassium devra être apporté sans excès. Il est peu retenu par les sols, sous cette pluviométrie élevée. Avec de fortes teneurs en potassium échangeable, les pertes par entraînement en profondeur seront plus élevées. Il n'est pas conseillé de dépasser 1 mé. de K pour 100 g. de sol.

Aux endroits où la végétation forestière, entassée après défrichement, sera brûlée, la remontée des teneurs en calcium, magnésium et potassium sera importante (1 à 2 me% et davantage), le pH dans l'eau pouvant alors dépasser 6. Ces élévations de teneurs restent cependant localisées puisque le brûlage, s'il a lieu, est réalisé sur des troncs et des branchages entassés et non sur des débris végétaux éparses sur le sol comme c'est le cas dans les abattis primitifs sans mécanisation.

## Le phosphore

Les sols sont constitués de kaolinite et d'hydroxydes de fer en partie cristallisés : goethite.

Le phosphore est fortement fixé par le sol. Il est donc indispensable, par des apports massifs à la plantation, d'élever les teneurs au-delà de celles correspondant au seuil de fixation. Ce seuil correspond à un équilibre de compétition pour le phosphore, entre le sol et la plante.

Dans la plupart des plantations de canne et de bananiers ce seuil est largement dépassé. C'est ainsi que dans la plantation MOREAU, au-dessus de Goyave : par exemple, la plupart des valeurs de phosphore Truog sont de l'ordre de 20 mg de  $P_2O_5$  pour 100 de sol. Par contre, à la SARDE, défriché et cultivé depuis moins longtemps, les valeurs de phosphore Truog sont encore relativement faibles : 4 à 6 mg de  $P_2O_5$  pour 100 de sol. L'élévation des teneurs en phosphore assimilable du sol exige des apports très importants et continus de phosphate.

Dans le périmètre, les teneurs en phosphore Truog sont quasi-nulles, bien en dessous de la limite valable du dosage. Les teneurs en phosphore total devraient être relevées jusqu'à environ 100 mg pour 100 de sol en  $P_2O_5$  pour commencer. Si l'on prend pour valeur moyenne 33 mg de  $P_2O_5$  total pour 100 de sol, c'est environ 1.400 Kg de  $P_2O_5$ /Ha qu'il faudrait apporter pour obtenir une teneur de 100 mg pour 100 de sol dans les premiers 20 cm d'épaisseur. Ce sont du moins les normes conseillées en bananeraies et il est possible que pour des pâturages il ne soit pas nécessaire d'être aussi exigeant ??

Sans les apports massifs de phosphore, ces sols sont totalement infertiles. On peut en donner un exemple très spectaculaire.

Il y a une dizaine d'années, des sols de forêt, un peu plus friables que ceux que nous pouvons observer dans ce périmètre, ont été défrichés sur les hauteurs de Bonne Mère - Galbas et affectés à de petits planteurs de canne. Des apports massifs de phosphate avant plantation ont permis d'obtenir, la première année, des récoltes de l'ordre de 100 T de canne/Ha. Un agriculteur négligent avait laissé les sacs de phosphate en tas, sans les épandre. Au bout de quelques mois la canne n'avait poussé qu'autour de ces sacs, plus ou moins percés, et avait disparu partout ailleurs dans la parcelle.

Les apports de phosphate contribuent aussi à réduire les toxicités aluminiques et manganiques et les troubles du métabolisme qui en résultent.

## L'EROSION

Ces sols rouges argileux sont aisément érodibles. L'horizon superficiel doit être très soigneusement conservé, les remodelages sont à proscrire et souvent impossibles sur les pentes avec des roches.

La plantation de l'herbe où la préparation du sol devrait suivre de très près le défrichement, l'enlèvement des arbres et le désouchage. On évitera ainsi des ruissellements le long des troncs d'arbres restés couchés plusieurs mois sur la terre. Les eaux de ruissellements pourront être canalisées vers les sites d'évacuation souhaitables, le courant sur la pente, brisé par quelques canaux en faible pente.

L'horizon superficiel sur quelques centimètres est très meuble, très aisément érodible. Il est plus ou moins maintenu sous forêt par le feutrage des racines qui forment une armature. Il y aura intérêt à le mélanger par les labours dès que cela sera possible. Après défrichage, ce même horizon risque de se dessécher, de se rétracter entre l'armature des racines et d'être ainsi encore plus aisément érodible. Les particules enrobées de matière organique sont faiblement mouillables donc très légères, pouvant en quelque sorte flotter et être plus aisément entraînées par le ruissellement.

#### CONCLUSION

Les sols sont profonds, uniformes dans presque tout le périmètre. Les surfaces mécanisables tout au moins pour les labours ne dépassent pas 90 Ha, dont 40 Ha sans trop de difficultés. Les roches sont abondantes dans certains secteurs mais surtout sur les fortes pentes incultivables.

La pluviométrie est élevée, l'enneigement relativement modéré, pas trop excessif. Les sols sont très pauvres chimiquement, mais constituent un support physique correct. Les amendements et les apports d'engrais devront être étudiés avec attention pour éviter l'apparition de carence ou de toxicité aluminique, manganique ou autres sans pour autant être trop onéreux.

Ces sols sèchent vite après les pluies. L'alimentation en eau risque d'être irrégulière.

On peut espérer sans pouvoir l'affirmer, que l'irrigation ne sera pas nécessaire dans ce périmètre, sauf durant les années très sèches. Il paraît d'ailleurs difficile de l'envisager à priori, à moins que des études plus poussées de Génie Rural révèlent des solutions peu coûteuses. Les versants abrités des vents, de même que les pentes, et surtout les bas de pentes sur lesquels il y a circulation épidermique de l'eau dans le sol, ou ressurgence, souffriront moins de la sécheresse éventuelle.

*Jean-Claude Polmes*

ORSTOM - ANTILLES

Pour la SAFER GUADELOUPE

1978

PAYS : GUADELOUPEREGION : SAINTE ROSEProfil : B 610Date : Sept. 1978Altitude : 380mRoche mère : volcaniquePluviométrie : 3cmTempérature :Saison : beaucoup de pluies la veille et la nuitModèle local : pente légère 10%, crête, plateauDrainage externe : bonVégétation : Forêt primaireLieu : Périmètre SAFER - tache 2 - à côté du point coté:397PROFIL :

- 0 - 1 : Racines sur 1cm à peine
- 1 - 10 : Brun fauve foncé  
Racines abondantes jusqu'à 4cm  
Argilo-limoneux, friable dans la main  
Structure d'ensemble continue - plastique - se roule en battonnets.
- 10 - 100 : Jaune uniforme  
Argileux assez compact dans la main  
S'émiette mal  
Structure d'ensemble continue. Sous-structure polyédrique angulaire  
Faces angulaires  
Quartz nus abondants.
- 100 - 110 : Apparition roche altérée.
- 110 - 130 : Teinte beige jaune à beige blanche  
Roche pourrie beige - argilo-limoneux  
Nombreux minéraux blanchâtres individualisés  
Quelques minéraux blancs.

Echantillon N°	Profondeur cms	Cations échangeables en méq %							P2O5 mg %	CZ g %	N total mg %	pH	
		Ca	Mg	K	Na	S	T	S/T				KCl	eau
B a	a= 0- 20	0,9	0,6	0,13	0,5	2,1	24	9	1	4,3	252	4,2	4,6
610 b	b= 30- 50	0,11	0,7	0,04	0,5	1,4	20	7	1	1,8	108	4,1	4,7
c	c= 70- 90	0,11	0,5	0,03	0,9	1,5	22	7	1	1,2	70	4,0	4,7
d	d= 110-130	0,05	0,3	0,03	1,0	1,4	22	6	1	0,6	34	3,7	4,6

PROFIL : B 611 - CARREFOUR DES 2 LAYONS - pente 5 - 20%

même sol

a = 0 - 20      b = 20 - 40

pente régulière

PROFIL : B 612 - plateau 4 - pente de 15%0 - 30 : Humifère bien friable - polyédrique  
S'émiette bien


30 - 80 : Jaune argileux compact - un peu plus friable que les profils précédents.


a = 0 - 20      b = 30 - 50

Echantillon N°	Profondeur cms	Cations échangeables en mé p %					T	S/T	P205 Truog	C g %	N total mg %	pH		
		Ca	Mg	K	Na	S						KCl	eau	
B 611	a	0 - 20	3,3	1,25	0,03	0,34	4,9	26	18	1	5,6	325	4,5	5,0
	b	20 - 40	0,4	0,65	0,07	0,24	1,4	22	6	1	3,2	185	4,2	4,7
B 612	a	0 - 20	5,5	2,9	0,35	0,55	9,3	28	33	1	6,1	355	4,7	5,2
	b	30 - 50	0,27	0,78	0,04	0,46	1,6	26	6	1	1,9	112	4,0	4,6

Périmètre Bois la Ramée

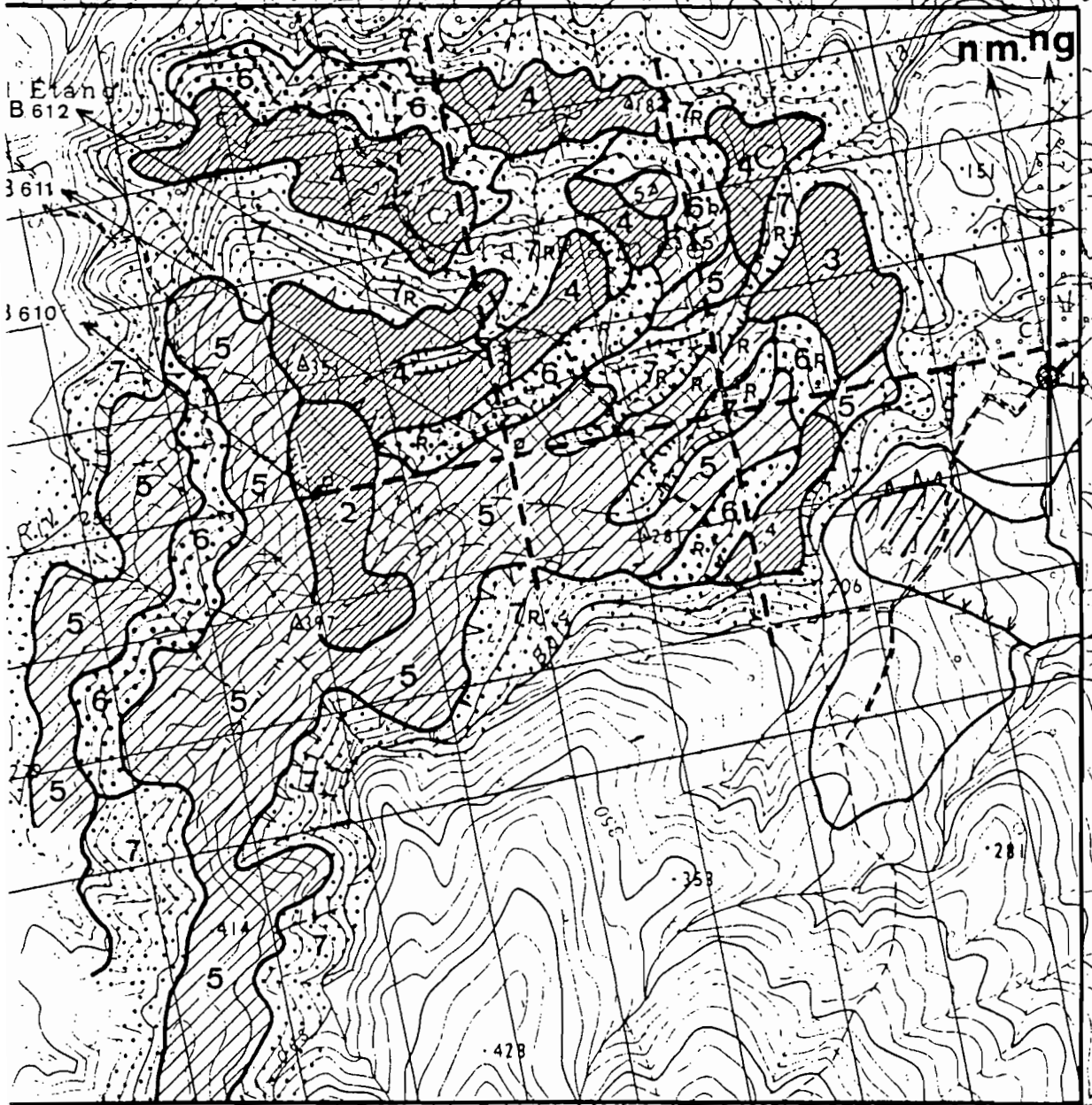
Superficies correspondantes aux différents modèles	Surface en Ha
2 : Zones de pentes 6 à 12% - pentes faibles <u>très aisément mécanisables</u> - toutes opérations culturales.	6 Ha
3 : Zones de pentes modérées de 6 à 12% avec un microrelief assez net. <u>Mécanisation assez facile</u> , mais avec quelques difficultés locale- ment pour certaines opérations culturales.	4 Ha
4 : Zones de pentes de 12 à 20% environ. Mécanisation des labours relativement aisée mais quelques difficul- tés pour certaines opérations culturales.	29 Ha
5 : Zones de pentes de 20 à 50% environ. <u>Mécanisation souvent difficile</u> . Il n'est possible de faire que les labours.	58 Ha
6 : Zones de pentes de 50 à 70% environ. <u>Mécanisation impossible</u> . Il est préférable de laisser la forêt pour éviter l'érosion.	20 Ha
7 : Zones en très fortes pentes. Les pentes sont en général supérieures à 70%. <u>Incultivable</u> . A laisser en forêt.	-----
R : Roches en abondance : grosses roches en général, rendant la mécanisa- tion impossible.	
----- Layons	
B 610 - 611 - 612 - Profils de sols avec analyses.	

Rupture de pente 

Microrelief, ondulations, bosses. 

PERIMÈTRE BOIS LA RAMÉE  
COMTÉ DE LOHÉAC

ECHELLE 1/ 10.000 ème  
1 Centimètre = 100 mètres

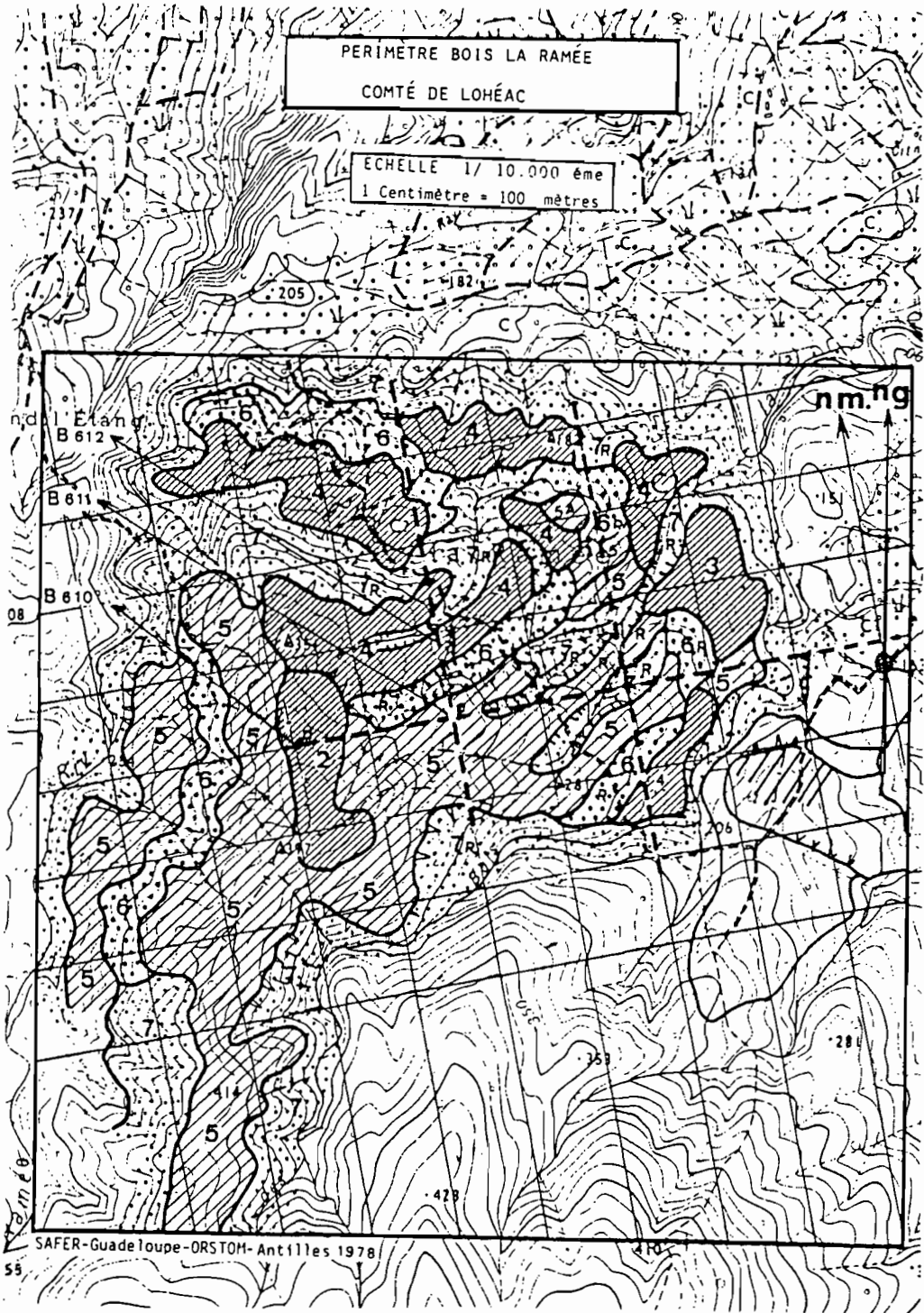


AFER-Guadeloupe-ORSTOM-Antilles 1978



PERIMÈTRE BOIS LA RAMÉE  
COMTÉ DE LOHÉAC

ECHELLE 1/ 10.000 ème  
1 Centimètre = 100 mètres



VI/- / Etude du périmètre de FEFE /  
pour la mise en culture bananière

ORSTOM-Antilles - SAFER Guadeloupe, 1977  
18 pp.

F.COLMET DAAGE  
J.GAUTHEYROU

A.POUMAROUX  
J.BERNARD

Publication ORSTOM-Antilles n° C 553 a



ETUDE DU  
PERIMETRE DE FEFE

pour la mise en culture bananière

SITUATION

Le périmètre comprend 300 hectares, anciennement propriété Valeau au dessus de Capesterre et s'étend depuis les dernières propriétés bananières vers 300 mètres d'altitude jusqu'à la forêt domaniale vers 450 mètres d'altitude.

Au Nord et au Sud, il est limité par les rivières Petit Pérou et la Grande Rivière à Yoyaye profondément encaissée.

VEGETATION

La partie basse est en friche de bananeraie abandonnée depuis plusieurs années. On y observe encore quelques bananiers par endroits dominés par des Cecropia (bois canon) de 15 mètres de hauteur déjà. Ailleurs, c'est une broussaille forestière secondaire qui a remplacé les bananeraies. Cette brousse est difficile à pénétrer.

La grande majorité du périmètre est encore en forêt primaire, qui a sans doute été éclaircie par la coupe de quelques arbres. Les Bois Rouge et les Gommiers sont les deux principales essences de grande taille. Les troncs ont souvent 30 à 40 centimètres de diamètre à un mètre du sol.

Le sous bois est clair dans l'ensemble, sauf dans les chablis. Ce sont des arbustes de quelques mètres de hauteur. Les fougères arborescentes sont abondantes indiquant une forte humidité.

MORPHOLOGIE - GEOLOGIE

Sur la carte ci-jointe établie d'après les photographies aériennes au 1/20 000 on a distingué 6 classes de pentes :

- 2 : Pente de 5 à 12 % assez régulière dans l'ensemble permettant une mécanisation relativement aisée.
- 3 : Pente de 5 à 12 % mais avec un microrelief souvent bosselé, qui peut gêner certaines opérations culturales. Mieux vaut seulement prévoir les labours et le sillonnage.
- 4 : Pente de 12 à 20 %, la mécanisation est encore possible, avec quelques difficultés en certains endroits entrecoupés de ravins.
- 5 : Pente de 20 à 50 %, on ne peut guère envisager que des labours au tracteur à chenille et encore pas partout.
- 6 : Pente très forte de plus de 50 %. Ces zones de fortes pentes devront être laissées de côté dans la majorité des cas. Elles sont découpées par des ravines souvent profondes et bordées de falaises.
- 7 : Pente supérieure à 70 % qui pourrait être regroupée avec les zones de pente 6. Zones tout à fait inutilisables.

Le plateau de Féfé est formé d'épais dépôts successifs de cendres volcaniques. Les couches de cendres relativement meubles à l'origine et maintenant presque complètement transformées en allophane ou en argiles halloysitiques alternent avec des strates de cendres certainement très dures à l'origine de 20 à 30 cm d'épaisseur, parfois même seulement 10 cm. Ces horizons durs correspondent à des cendres qui étaient probablement très chaudes lorsqu'elles se sont déposées et ont fait prise en une masse scoriacée presque continue. On y observe de gros cristaux noirs de plusieurs millimètres, témoin d'un refroidissement assez lent. Il est possible qu'il y ait eu aussi quelques projections de blocs scoriacés que l'on ne retrouverait pas dans les parties plus basses, plus éloignées du volcan.

Ces dépôts résultant de violentes éruptions, ont été ensuite recouverts par des cendres plus fines résultant d'une sédimentation aérienne plus lente.

Ces dépôts scoriacés correspondent aux niveaux de ponces de la Martinique.

Par suite de leur dureté, ces horizons scoriacés ont mieux résisté à l'altération que les cendres meubles et fines. Certains sont déjà très altérés, très poreux, relativement friables, de coloration jaune ou brune. D'autres sont encore très durs de coloration grisâtre à noirâtre, encore peu altérés. Par suite des éboulements et des glissements de terrain très fréquents sur ces fortes pentes, les horizons scoriacés durs ne sont pas toujours horizontaux ou parallèles à la pente du sol. On observe des blocs allongés placés obliquement dans le profil, ou mélangés en désordre dans les horizons supérieurs. Ce n'est guère que sur les plateaux relativement en crête et en faible pente, que les strates horizontales parallèles apparaissent bien (profil M 848).

Dans l'ensemble, ces blocs de tufs encore plus ou moins durs ne sont pas un handicap pour la culture. Ils constituent même une certaine réserve minérale pour la plante, facilitent le drainage, retiennent les glissements de sols. Il n'y a pas de couches continues dures. Tout est disloqué et le drainage interne ou la pénétration des racines ne sont donc pas beaucoup perturbés.

Cette succession de cendres meubles altérées et de cendres encore plus ou moins dures, entraîne une morphologie d'ensemble plus découpée que celle que l'on peut observer dans la chaîne centrale de la Guadeloupe sur les vieux sols rouge argileux ferrallitiques (périmètre Rivière Baron par exemple) où les ondulations sont plus molles.

L'érosion et les rivières ont creusé de profondes entailles, moins encaissées certes que dans les régions poncées de la Martinique, mais avec souvent des falaises de plusieurs mètres de hauteur. La plupart des zones de pente 6 (50 à 70 %) sont ainsi entrecoupées de profonds ravins, aux parois souvent presque abruptes, qui rendent la pénétration très difficile, de même sans doute que l'établissement ultérieur d'éventuels chemins carrossables par les véhicules. Certains horizons de cendres encore durs ont mieux résisté que d'autres, d'où ces dénivellations, jusqu'à ce qu'un glissement de terrain emporte le tout.

#### LES SOLS

Les sols sont dans l'ensemble bien uniformes à l'exception sur les pentes des débris désordonnés de tufs scoriacés en blocs de dimensions variées.

Il y aurait un dépôt supérieur relativement plus récent de 70 cm à 80 cm d'épaisseur parfois 1 mètre, sur un dépôt de cendres plus ancien déjà, souvent un peu argileux.

Le premier dépôt de cendres est complètement transformé en allophane. Le sol paraît limoneux, (c'est en fait un pseudo-limon) onctueux, savonneux entre les doigts perméable, facile à travailler avec les outils.

En forêt primaire, les racines sont très abondantes dans les premiers 5 cm. Le sol est humifère sur 10 cm environ, bien grumeleux, très riche en matière organique. Plus en profondeur, la couleur devient beige claire, puis jaune dès 20 à 30 cm. Il y a cependant malgré cette coloration trompeuse encore de fortes teneurs en matières organiques (3 p.100 vers 1 mètre de profondeur).

Plus en profondeur vers 80 cm à 1 mètre, le sol paraît souvent renfermer un peu d'argile classique. Il est un peu adhérent, plastique entre les doigts, moins perméable qu'en surface bien que de nombreux pores soient visibles et qu'il n'y ait pas de traces nettes d'hydromorphie. Ce même horizon enterré un peu argileux est rencontré aussi dans les hauteurs de Neuf-Château. Les sols y sont donc très similaires.

Les racines pénètrent profondément et sont encore bien visibles à plus de 1 mètre de profondeur.

#### RETENTION EN EAU

La caractéristique essentielle de ces sols est la forte rétention en eau totale et utilisable. Bien que le sol paraisse friable entre les doigts, il renferme davantage d'eau que de sol sec. Cette forte rétention en eau est une propriété des substances allo- niques, principaux constituants de ces sols.

Une large partie de cette eau est perdue irréversiblement lorsque le sol a été séché à l'air. C'est pour cette raison que certaines analyses doivent être effectuées sur sol conservé humide pour pouvoir être utilisable dans la pratique.

Les tableaux d'analyses indiquent les valeurs de rétention en eau du sol bien ressuyé après humectation, par exemple 24 heures après des pluies (voir les colonnes pF 2,5). On remarque les valeurs considérables, de l'ordre de 150 à 180 d'eau pour 100 g de sol sec et les différences très importantes des mesures lorsqu'elles sont effectuées sur sol séché à l'air et réhumecté ou sur sol conservé à l'état humide sans aucune des- siccation.

L'humidité du sol correspondant au point de flétrissement des plantes, c'est à dire au seuil d'humidité du sol, au dessous duquel la plante commence à flétrir, est indiqué dans les colonnes pF 4,2. Des valeurs de plus de 100 % sont encore observées, c'est à dire qu'il y a davantage d'eau que de sol sec.

La différence des valeurs de l'humidité au pF 2,5 (sol ressuyé après une pluie) et au pF 4,2 (sensiblement le point de flétrissement des plantes) donne approximative- ment l'eau utilisable par la plante. Cette différence est importante.

La densité apparente du sol, c'est à dire le poids de sol sec correspondant à un volume de 100 de sol, est faible de l'ordre de 0,4 à 0,5. Ceci veut dire que les résultats exprimés en grammes pour 100 g de sol sec doivent être sensiblement divisés par deux si on désire les exprimer en volume de sol exploré par les racines des plantes. Dans la plupart des sols ordinaires, par exemple, les sols proches du bourg de Capesterre ou bien les sols rouges argileux du Nord de l'île, la densité apparente du sol est voi- sine de 1 et les chiffres sont sensiblement les mêmes qu'on les exprime en poids ou en volume de sol.

La rétention en eau utile (différence entre l'humidité à pF 2,5 et celle à pF 4,2) reste encore considérable même si on la divise par deux pour être exprimée en volume de sol : soit environ 20 %. Cette rétention très élevée en eau permettra à la plante sans difficultés de résister à des périodes de sécheresse, sans que l'irrigation soit néces- saire.

Cette forte rétention en eau, a pour conséquence une faible portance du sol pour les outils. Les tracteurs risquent, au début de la mise en valeur surtout, de s'enfoncer aisément, même avec des chenilles.

Les racines du bananier tendent à demeurer en surface, puisque l'alimentation en eau est en général suffisante toute l'année. Le sol est très mou et ne constitue pas un ancrage important pour les racines des plantes, qui risquent d'être aisément couchées par les vents. La présence des débris de tufs plus ou moins importants est plutôt un atout favorable en servant d'ancrage à certaines racines.

#### Le calcium, le magnésium

Les pluies sont très importantes, l'ennuage également qui limite l'évapo- transpiration. Les sols sont perméables et la plus grande partie des eaux s'infiltré en profondeur.

Les sols sont lessivés par les eaux et très pauvres en éléments nutritifs, présents sous des formes aisément assimilables par la plante.

Les teneurs en calcium et magnésium échangeables en sols vierges, sont insignifiantes inférieures à 1 mé en calcium, pour 100 de sol et à 0,15 mé en magnésium. Ces teneurs devront être relevées progressivement à environ 3 à 4 mé en calcium échangeable et à 1 à 2 mé en magnésium. La décomposition rapide de la matière organique accumulée en surface fournira au début quelques éléments nutritifs. Il est cependant à craindre que cette matière organique, qui est localisée très en surface, soit perdue en partie par une certaine érosion inévitable lors du défrichement.

Les minéraux altérables sont abondants mais localisés souvent dans des blocs de tufs encore durs, plus ou moins altérés, plutôt que diffus dans le sol. Des éléments utiles en quantités non négligeables sont libérables mais très lentement. Le fait qu'il y ait très peu de cations échangeables, en sol vierge sous forêt le montre bien. Le pouvoir d'extraction des racines est cependant important et dans ces débris très poreux de tuf scoriacé, la fourniture de certains éléments nutritifs à la plante ne sera peut-être pas négligeable.

L'allopmane en lui même est une substance au réseau très lâche qui peut retenir certaines cations en des positions internes non échangeables, mais avec des possibilités de le devenir. Il semble ainsi que les teneurs en magnésium peuvent varier en cours d'année.

Les valeurs de pH doivent être interprétées de manière très particulière dans le cas de ces sols. Avec une désaturation quasi-totale, on observe cependant des pH de l'ordre de 5,6 qu'ils soient déterminés dans l'eau ou dans une solution de KCl saturé. Pour bien d'autres sols ce serait l'indication d'un chaulage superflu.

Dans des sols similaires les résultats d'analyses que nous avons effectuées dans des essais conduits par l'IFAC à Neuf-Château<sup>1)</sup> indiquent pour des teneurs de l'ordre de 0,14 mé p. 100 de sol en magnésium échangeable des déficiences très vraisemblables. Sur un essai engrais canne à sucre à Manceau, donc à proximité de cette région, les apports de calcaire et de phosphore ajoutaient très nettement leurs effets pour remédier aux toxicités aluminiques. Les essais factoriels <sup>2</sup> NPKCa ont montré que le rendement en canne de l'ordre de 20 t hectare sans phosphate ni calcaire, passait à 40 T avec des apports soit de phosphate bicalcique, soit de calcaire, et à environ 100 T hectare avec apport simultané des mêmes quantités de phosphate ou de calcaire. La teneur en calcium échangeable du sol étaient 1 mé et celle en phosphore Trug très faible.

Des apports réguliers, mais pas trop importants à chaque fois, de calcaire (2 Tha) seront nécessaires. (Chaux magnésienne). Il faut éviter de relever trop fortement le pH du sol, pour éviter l'apparition de certaines déficiences ou des blocages. Le calcium est entraîné assez rapidement et il sera probablement utile (les analyses le montreront) de prévoir des apports de calcaire à chaque replantation. On s'efforcera de mélanger le plus profondément possible le calcaire (ou les phosphates calciques) avec le sol, dans les labours ou dans les trous de plantation. Ces sols peuvent être travaillés et remués en profondeur sans inconvénients sérieux. Ils sont légers, riches en matière organique, même en profondeur et la fertilité du sol est vite rétablie dans le cas d'horizon de profondeur ramenés en surface ou mélangés.

Des teneurs trop élevées de potassium échangeable dans le sol > 3 mé p. 100 de sol sont à éviter. D'une part les pertes par entraînement en profondeur sont plus importantes dans ces régions très pluvieuses quand les teneurs sont élevées. D'autre part on risque d'avoir des déséquilibres K/Mg; le potassium échangeable devenant dans la majorité des cas supérieur aux teneurs en magnésium, souvent deux ou plusieurs fois plus élevées.

1) Guillemot

### Le phosphore

Ces sols renferment avec l'allophane des hydroxydes d'alumine en abondance qui apparaissent parfois même en certains sites sous forme de concrétions blanchâtres de gibbsite, dans les horizons de profondeur. Certaines de ces concrétions se forment dans les canalicules de trous de racines, ce qui montre la migration de ces substances et leurs existences dans un état relativement mobile dans le sol. La présence de gibbsite dans ces sols n'est pas un inconvénient en soi mais c'est l'indice de l'abondance de l'aluminium sous des formes relativement accessibles par les racines des plantes avec les conséquences qui peuvent en résulter ; toxicités au niveau des racines, métabolisme du phosphore et d'autres éléments dans la plante perturbé etc ...

Ces sols à allophane, riches en alumine, fixent très fortement le phosphore. Les quantités apportées doivent être au début très importantes afin de pouvoir dépasser le seuil de fixation et vaincre la compétition entre le sol et la plante. Des apports simultanés de calcaire doivent permettre d'y arriver plus rapidement.

Il y a une quinzaine d'années tous les sols à allophane (moins de 1 mg %) à gibbsite (figurés T<sup>Y</sup> sur la carte des sols) étaient extrêmement pauvres en phosphore Truog. Par opposition tous les sols de la région de Matouba (indiqués T<sup>S</sup> sur la carte des sols) montraient des teneurs élevées en phosphore Truog. Le phosphore total était sensiblement le même dans les deux régions. A la suite des expérimentations indiquées ci-dessus qui ont montré la réponse très forte de la plante au phosphore et au calcaire sur les sols de Manceau, des apports massifs de résidus de presse, de scories, de phosphate tricalcique ont été effectués dans les champs de canne et ont permis de dépasser le seuil de fixation du phosphore et d'atteindre des valeurs de 8 à 10 mg de P 205 Truog p. de sol, en culture de canne, ces valeurs ayant encore été accrues en culture bananière.

Pour déterminer les apports de phosphates nécessaires après défrichement on peut tabler sur une teneur de 150 mg de P205 en phosphore total qu'il faudrait atteindre. Les valeurs actuelles de phosphore total du sol dans ce périmètre sont en cours de détermination et nous seront connues sous peu.

Les phosphates et le calcaire seront probablement apportés au début dans les trous de plantation si on ne peut arracher toutes les souches d'arbres et mécaniser les labours. Ces trous devront être profonds, non pas dans le but d'ameublir le sol, mais de bien mélanger au sol, le calcaire et le phosphate tricalcique sur la plus grande profondeur (50 à 60 cm et plus).

Il est possible que le faible enracinement en profondeur du bananier dans ces sols soit en partie attribuable aux apports trop superficiels d'engrais et d'amendements.

Les racines peuvent être gênées dans leur pénétration, dans les horizons plus profonds dès 30 ou 40 cm, par des toxicités aluminiques ou manganiques.

### SURFACE DISPONIBLE

La carte ci-jointe à l'échelle de 1/5000 indique les surfaces des principales zones utilisables ou non utilisables.

La mécanisation paraît possible sur 27 Ha mais quelques remodelages en bordure des petits ravins sont peut être nécessaires.

Sur 52 Ha hectares (pente 4), seuls les labours et encore pas sur toute la surface, pourront être effectués.

Sur 54 Ha hectares (pente 5), il est probable qu'il sera difficile de faire les labours. Le relief est tourmenté même si la pente générale n'est pas excessive pour des chenillards. Les ravines étroites sont fréquentes. Le sol est mou, glissant, les machines risquent de s'enliser aisément.

Sur 70 Ha hectares tout devra être effectué à la main. Il est probable que plus de la moitié de cette surface devra être laissée en forêt faute d'accès facile. Il y a souvent des falaises qui génèrent l'établissement des routes. Il sera préférable de laisser la forêt dans bien des cas.



DEFRICHEMENT

Le défrichage ne paraît pas difficile. Le sous bois est très clair, les gros arbres, Bois Rouge et Gommier de 30 à 40 cm de diamètre sont assez fréquents mais espacés.

Ce qu'il faudrait éviter, c'est de laisser trainer les arbres à terre. L'eau risque d'être canalisée le long des troncs et d'y creuser de profondes ravines.

La présence d'arbres enchevêtrés gênera de plus l'établissement des quelques canaux à niveau qui paraissent nécessaires pour drainer l'horizon de surface de ces sols et évacuer l'excès d'eau lors des fortes pluies en la conduisant là où les dangers de ravinement sont les moins à craindre ou les moins nuisibles.

L'avantage de ces sols, par rapport aux sols rouges argileux du Nord et du Centre de l'île, c'est qu'ils peuvent être remués, mélangés sur une bonne épaisseur (40 à 60 cm) sans problèmes trop sérieux pour la fertilité. Dans les sols rouges argileux, il faut veiller très soigneusement au maintien de l'horizon de surface sur 20 à 30 cm et éviter de faire apparaître en surface les horizons inférieurs très infertiles. Tel n'est pas le cas avec ces sols. Certains remodelages peuvent être envisagés, quoique avec prudence au début et en forçant les apports de phosphate et de calcaire, là où les horizons supérieurs auront été décapés. La fertilité devrait pouvoir se reconstituer en quelques années, grâce à la légèreté du sol et aux fortes teneurs en matière organique en profondeur.

INCONNUS

S'il y a une inconnue pour la culture du bananier c'est peut-être le manque d'ensoleillement, l'ennuage excessif, qui risque de retarder le cycle, d'aggraver certaines maladies. La verse de la plante risque d'être un peu plus importante que dans les plantations déjà existantes situées à plus basse altitude juste en dessous du périmètre. La rétention en eau du sol ressuyé est de l'ordre de 80 % avec une densité apparente de 0,8 contre dans le périmètre respectivement 140% et 0,4 à 0,5.

Si ces problèmes ne semblent pas avoir d'importance majeure sur les rendements et la rentabilité de la culture, il faudrait envisager le défrichage des plateaux plus vastes et plus propices encore, situés un peu plus en altitude au delà de la limite rectiligne et jadis quelque peu arbitrairement tracée de la forêt domaniale.

Juillet 1977

Note préliminaire: (les analyses sont encours, mais on a pu se baser pour cette étude sur les profils prélevés en 1964 un peu en dessus et dans la partie basse du périmètre- Nous avons joint aussi quelques profils du voisinage à titre de comparaison)

PAYS : GUADELOUPE

REGION : CAPESTERRE

PROFIL : M 846

Altitude : 450 m

Date : Juillet 1977

Rocher mère : Cendre volcanique

Pluviométrie : 3 à 4 m

Saison : Fin de saison sèche, sol très humide

Modelé local : Pente régulière de 12 %

Drainage externe : Bon

Végétation : Forêt vierge à Bois Rouge, gommier, sous bois clair de fougères arborescentes

Lieu : Plateau Féfé, presque en limite de la forêt domaniale cf CARTE

## PROFIL

- 0 - 10 Brun foncé 10 YR 4/1 avec énormément de racines sur 5 cm. Structure grumeleuse entre les doigts, s'émiette aisément léger.
- 10 - 30 Brun plus clair 10 YR 4/3 - Structure d'ensemble continue, sous structure à tendance grumeleuse. Limoneux, doux, onctueux, bien savonneux, entre les doigts, pas du tout de sensation d'argile. Le sol s'émiette très bien en fins agrégats, mais avec des blocs intermédiaires. La cohésion allophanique est très nette. La porosité est faible. On voit très peu de pores ou pas. Il y a quelques petites roches et quelques morceaux de tuf scoriacé dur, plus ou moins en place, parfois oblique donc résultant de glissements de terrain.
- 30 - 40 Un peu plus jaune -
- 40 - 50 Les blocs de tuf plus ou moins altérés, mais souvent assez durs avec les gros minéraux noirs bien visibles sont nets. Le tuf est scoriacé mais parfois en blocs de 15 à 20 cm d'épaisseur. L'ensemble a été remanié sur la pente.
- 50 - 120 Jaune un peu orangé, 7,5 YR 5/8 humide, limoneux, un peu argileux, plastique entre les doigts, le sol se roule en petits bâtonnets, et légèrement adhérent. Il y aurait un peu d'hallowisite hydratée, la structure d'ensemble est continue, la sous structure polyédrique fine. Il y a quelques blocs de tuf durs isolés dans la masse.
- 120 - 140 C'est un tuf altéré, pourri, beige clair et noirâtre, mou et onctueux, dans l'ensemble avec quelques rares parties blanches assez dures (gibbsite ??) Le sol est limoneux, légèrement argileux, très humide, c'est vraiment de la roche pourrie.

Echantillon E 846    a = 0 - 20  
                           b = 50 - 70  
                           c = 90 - 110  
                           d = 150 - 170

Trois densités apparentes à

O.R.S.T.O.M.-Antilles PAYS: Guadeloupe REGION: Fêfê (SAFER)

PROFIL N°: M 846

Echantillon N°	Profondeur cms	Hori- zon	Mode disp.	Argile %		Limon %		Sable %		Ma. Or 172%	Prof. cm	D.A.	eau %
				< 2 $\mu$	2 à 20 $\mu$	20 à 50 $\mu$	50 à 200 $\mu$	200 à 2000 $\mu$					
M846 a	0 - 20									15,2			
b	50 - 70									2,2	20	0,51	117
c	90 - 110									1,3	90 cm	0,63	102
d	150 - 170									0,5			
N°	Cations échangeables en mé p. 100					T frais	S/T %	eau sol séché				pH	
	Ca	Mg	K	Na	S							KCl	eau
a	0,07	0,5	0,22	0,16	0,5	36	2	14,8				4,6-4,6	4,4-4,3
b	0,07	0,5	0,10	0,41	0,6	24,5	3	16,4				4,7-4,6	4,8-4,7
c	0,07	0,5	0,05	0,12	0,3	21	2	16,8				4,8-4,8	5,0-4,9
d	0,45	0,5	0,16	0,99	1,6	20,5	10	13,6				4,9-4,9	4,8-4,7
N°	Frais		Sec		Eau utilisable en poids sur sol					Azote total			
	pF 2,5	pF 4,2	pF 2,5	pF 4,2	frais	sec	sol			Nmg %			
a	164	125	45	38	39	7					882		
b	104	90	42	34	14	8					126		
c	97	91	37	29	6	8					77		
d	75	67	64	50	8 ?	6					28		

-0 312104 - 1/1/1974

PAYS : GUADELOUPE

REGION : CARTEESPELOISE

PROFIL : M 847

9

Altitude : 420 m

Date : Juillet 1977

Roche mère : Cendre volcanique

Pluviométrie : 3 à 4 m

Saison : Fin des pluies, sol très humide

Modelé local : Pente régulière de 15 à 20 % , mi pente

Drainage externe : Bon

Végétation : Forêt primaire à Bois Rouge, gommier et sous bois clair de fougères arborescentes

Lieu : Plateau Féfé cf Carte

PROFIL :

- 0 - 10 Beige foncé 10 YR 4/3 humide et sec...  
Beaucoup de racines sur 5 cm, limoneux, doux, onctueux, bien friable et grumeleux entre les doigts sur 10 cm. Bien humifère.
- 10 - 20 Nettement plus clair, beige 10 YR 5/3 humide et sec...  
Limoneux, doux, onctueux, peu ou pas de pores visibles, faces légèrement angulaires. Structure d'ensemble continue, sous structure polyédrique fine. La cohésion allophanique est très nette, s'émiette aisément.
- 20 - 80 Jaune orangé 7,5 YR 5/6 humide et sec...  
Limoneux, doux, onctueux, savonneux, bel allophane. Cohésion allophanique nette. Structure d'ensemble continue, très uniforme s'émiette bien en fins agrégats, et blocs de taille intermédiaire. Quelques pores.
- 80 - 100 Il y a quelques blocs de tuf beige peu altérés, disloqués.
- 100 - 120 Même couleur, le sol paraît un peu argileux. Limono argileux avec des faces légèrement angulaires. Il y a encore quelques racines. Il s'agirait d'un sol enterré ancien. On observe des racines dans tout le profil .

Echantillon : M 847 a = 0 - 20

b = 20 - 40

c = 40 - 60

Densités apparentes à 10, 30 et 50 cm

O.R.S.T.O.M.-Antilles PAYS: Guadeloupe REGION: F  f   (SAFER)

PROFIL N  : M 847

Echantillon N��	Profondeur cms	Horiz- on	Mode disp.	Argile ��%		Limon ��%		Sable %		Ma. Or 1172 ��	Prof. cm	D.A.	eau %105��
				< 2 ��	2 �� 20 ��	20 �� 50 ��	50 �� 200 ��	200 �� 750 ��					
M 847													
a	0 - 20									12,2	10	0,43	161
b	20 - 40									8,0	30	0,46	149
c	40 - 60									4,5	50	0,41	170
										3,0	100	0,39	176
N��	Cations échangeables en m�� p. 100					T fra��s	S/ T%	eau sol séché 2 mois				pH	
	Ca	Mg	K	Na	S							KCl	eau
847													
a	0,20	0,5	0,12	0,23	0,5	34,5	2	16,7				4,6-4,6	4,8-4,7
b	0,07	0,5	0,05	0,17	0,2	29,0	1	16,9				4,9-4,8	5,0-4,9
c	0,07	0,5	0,05	0,17	0,2	28,0	1	19,8				5,0-5,0	5,0-4,9
d	0,08	0,5	0,05	0,18	0,2	32,0	1	21,7				5,2-5,1	5,0-4,9
N��	Frais		Sec		eau utilisable en poids				Azote				
	pF 2,5	pF 4,2	pF 2,5	pF 4,2	sur fra��s	sur sec			total	Nmg %			
a	162	129	46	35	33	11			707				
b	151	129	39	31	22	8			441				
c	147	127	39	32	20	7			259				
d	174	152	42	36	22	6			175				

O.R.S.T.O.M. - Antilles

AYS : GUADELOUPE

REGION : CAPESTERRE

PROFIL : M 848

Altitude : 310 m

Date : Juillet 1977

Roche mère : Cendre volcanique

Luviométrie : 3 à 4 m

Saison : Fin de saison sèche, sol bien humide

Pente locale : Pente faible de 8 % environ

Drainage externe : Bon

Végétation : Friche de bananeraies. Encore quelques bananiers avec des repousses de Cécropia, bois canon, de 15 mètres de hauteur.

Lieu : Au delà de la fin de la route vers plateau Féfé, sur la droite. Début de la propriété.  
cf Carte

PROFIL :

- 15 Brun beige foncé IO YR 3/2 humide et sec...  
beaucoup de racines sur 5 cm. Limoneux, doux, mais s'émiettant très bien. Le sol est finement friable, grumeleux, quelques pores. Sol remanié, labouré ou fourcheté jadis.
- 20 Plus jaune
- 0 - 60 Jaune, IO YR 6/6 humide et sec...  
Limoneux, doux, onctueux, bel allophane. Structure continue, sous structure polyédrique fine avec des blocs intermédiaires subangulaires. Peu de pores, la cohésion allophanique est bien nette. Il y a quelques débris de tuf scoriacé plus ou moins durs et altérés isolés dans la masse, souvent déjà jaune.
- 0 - 70 Tuf scoriacé dur en lit disloqué, tuf alvéolaire très poreux, pain d'épice.
- 0 - 100 Jaune un peu orangé IO YR 5/6 humide et sec...  
Limoneux, onctueux, la cohésion allophanique est bien nette. Le sol s'émiette bien. Bien friable, structure d'ensemble continue, sous structure polyédrique fine avec des blocs intermédiaires un peu angulaires. On observe des pores, assez abondants dans cet horizon.
- 00 C'est un tuf altéré jaune, très poreux, scoriacé, mais assez dur. Il y a encore des racines à 1 mètre.

Echantillon M 848 a = 0 - 20

b = 40 - 50

c = 70 - 90

Densités apparentes à 20, 40 et 80 cm

O.R.S.T.O.M.-Antilles PAYS: Guadeloupe REGION: Fêfê (SAFER)

PROFIL N°: M 848

Echantillon N°	Profondeur cms	Hori- zon	Mode disp.	Argile %		Limon %		Sable %		Ma. Or 1/172 %	Prof cm	D.A	eau % 105°
				< 2 P	2 à 20 P	20 à 50 P	50 à 200 P	700 à 2000 P					
M 848 a	0 - 20									14,6	15	0,37	179
b	40 - 50									3,5	40	0,63	92
c	70 - 90									2,3	90	0,49	130
N°	Cations échangeables en mé p. 100					T fraîs	S / T %	eau sol séché				pH	
	Ca	Mg	K	Na	S							KCl	eau
11848 a	2,95	0,5	0,38	0,18	3,5	40,0	10	20,1				4,6-4,6	4,7-4,6
b	0,21	0,5	0,08	0,06	0,36	19,5	2	17,2				5,4-5,4	5,3-5,2
c	0,87	0,5	0	0,29	1,3	25,5	5	12,3				5,1-5,0	5,0-4,9
N°	pF frais		pF sec		eau utilisable en poids sur sol							Azote total Nmg %	
	2,5	4,2	2,5	4,2	fraîs	sec							
a	168	121	55	42	47	13						854	
b	100	83	51	34	17							203	
c	100	88	40	34	12	6						133	

- 00 9241-000 - Montpelier

PAIS: GUADELOUPE  
 Altitude: 300 m  
 Roche Mère:

RÉGION: CAPESTÈNE

PROFIL N° 20 M  
 DATE: DÉCEMBRE

Pluviométrie:

Modèle local:

Drainage externe:

Végétation et cultures: Plantation rejets bananes - terre défrichée - forêt -

Lieu et paysage: Plateau FEFE - En dessous du périmètre dans les bananeraies

Pluie le matin -

PROFIL -

- 0 - 15 Sol brun foncé IO YR 4/3 - très humide - limoneux - savonneux - très onctueux - très friable -
- 15 - 70 Sol jaune - très humide - friable - limoneux - IO YR 5/6 - onctueux - très savonneux - rares petits minéraux -
- 70 - 120 Sol jaunes humide - allophane mêlé de roches gréseuses très tendre - IO YR 4/3 - limon onctueux - savonneux - petits minéraux blancs blanchâtres -

Echantillon N°	Profondeur cms	Horizon	Argile			Limon			Sables			Ya. Or. x172 I	C %	N %	M %	C/N	
			%	%	%	%	%	%	%	%	%						
a	0 - 15																
b	15 - 70																
c	70 - 120																

N°	Bases échangeables mé.p.100				C. sol S	T	V %						pH / eau
	Ca	Mg	K	Na									

N°	eau nat		eau D.A		pH								
	D.A	2	D.A	2.5	3								
a	121.6	0.54	114.9		110.5								
		0.54	111.0										
b	91.6	0.75	86.6		86.6								
		0.75	84.1										
c	97.8	0.63	106.4		90.4								
		0.66	95.2										



PAYS: GUADELOUPE  
 Altitude: 250 m  
 Roche Mère:

REGION: CAPESTERRE

PROFIL N° 21 M  
 DATE: DECEMBRE

Pluviométrie:

Modelé local: forte pente

Drainage externe:

Végétation et cultures: Plantation rejetons bananes -

Lieu et paysage: Plateau FEFE - En dessous du périmètre dans les bananeraies

Pluie le matin

PROFIL -

- 0 - 20 Sol brun à très humide - limoneux - IO YR 4/4 - onctueux - allophane - friable -
- 20 - 70 Sol jaune beige IO YR 4/3 - humide et quelques petites roches en décomposition beige onctueux - savonneux - débris de tuf - beaucoup de nouvelles racines -
- 70 - 120 Sol jaunes IO YR 5/6 - humide - allophane avec tuf en décomposition - limon onctueux - très savonneux - nombreux minéraux noirs -

Echantil- -lon N°	Profond- -eur cms	Hori- zon	Argile Limon Sables %			Na. Or. x172 I	C %	N mg %	C/N
			%	%	%				
a	0 - 20								
b	20 - 70								
c	70 - 120								
NO	Bases échangeables mé.p.100				C sol S	T frais	V %		pH eau
	Ca	Mg	K	Na					
a						54			
b						52			
c						49			
NO	eau nat		eau D.A		2	2.5	3		
	D.A	D.A	D.A	D.A					
a	80.0	0.74	86.2			74.6			
		0.74	86.3						
b	91.6	0.79	83			83.9			
		0.72	82						
c	94.3	0.81	80			127.0			
		0.82	80						

PAIS: GUADELOUPE  
 Altitude: 256 m  
 Roche Mère:

RÉGION: CAPESTRÈRE

PROFIL N° 22 M  
 DATE: DECEMBRE

Pluviométrie:

Modèle local: Forte pente

Drainage externe:

Végétation et cultures: Bananes rejets

Lieu et paysage: Plateau FEFK - En dessous du périmètre dans les bananeraies

PROFIL - pas de pluie la nuit -

- 0 - 25 Sol brun foncé IO YR 3/3 - humide - limoneux - quelques petites roches en surface + (tuf) - onctueux - savonneux -
- 20 - 70 Sol jaune IO YR 4/3 - limon allophanique mêlé d'une couche de tuf tendre, gris, rouillé -
- 70 - 120 Beige IO YR 5/6 - limoneux - onctueux - savonneux - allophane - quelques minéraux visibles -

Echantil- lon N°	Profond- -eur cms	Hori- zon	Argile			Limon			Sables %			Ka-Or x172 g	C g %	N mg %	C/N
			g	%	g	%	g	%	g	%	g				
a	0 - 25														
b	20 - 70														
c	70 - 120														

No	Bases échangeables mé.p.100				C.sol S	T	V %					pH eau
	Ca	Kg	K	Na								

N°	eau			pH								
	Nat	D.A	D.A	2	2.5	3						
a	80.7	0.70 0.68	78.3 78.2		74.5							
b	91.8	1.14 1.12	45.4 49.9		82.3							
c	100.7	0.61 0.67	106 99		92.8							

PAYS : GUADELOUPE

REGION : CAPESTERRE

PROFIL : CA II

Altitude : 450 m

Date : Juin 1964

Roche mère : Cendre volcanique

COLMET-DAAGE

Pluviométrie : 3 à 4 m

Saison :

Modelé local : Pente légère et très régulière

Drainage externe : Bon

Végétation : Grande forêt à Bois Rouge et Gommier de 30 à 40 cm de diamètre, belle futaie avec sous bois clair de petits arbustes de 2 à 3 mètres de hauteur avec fougères arborescentes.

Lieu : Plateau en haut du plateau Féfé HAUT DU PERIMETRE

PROFIL :

- 0 - 10 Humifère, brun foncé, un peu noirâtre, énormément de racines sur 4 cm, chevelu très dense. Limoneux, très songieux, savonneux, très humide, pas du tout adhérent. Pseudo limon allphanique, s'émiette en fins agrégats, grumeleux.
- 10 - 15 Plus clair légèrement
- 15 - 20 Beige jaune, très savonneux
- 20 - 80 Jaune clair, limoneux, doux, très onctueux et savonneux, spongieux, cohésion allophanique nette, mais s'émiette bien. Structure d'ensemble continue, sous structure polyédrique avec des blocs de tailles variées? Nombreux très petits pores, quelques minéraux noirs peu abondants.
- 80 - 120 Même couleur, mais un peu argileux, un peu adhérent, moins spongieux, limono argileux, probablement de l'hallowisite.

Echantillon NO:	Profondeur en cms	Terre fine	Argile %	Limon %	Sables %			M.O.	C g %	N mg % g	C/N
					20-50	50-200	200				
a	0-15					5,4	6,5			m	
b	20-40					5	9	3,3		193	
c	80-120					5,3	9,5	3,5		201	

Echantillon et date

Echant. NO	Bases échangeables mé % g.				S	T	V %	T% étuve		P <sub>205</sub> total mg % g	P <sub>205</sub> truo g mg % g	pH Kcl	pH eau
	Ca	Mg	K	Na				R <sub>100</sub>	S <sub>100</sub>				
a						31		45	37				
b	0,6	0,14	0,01	0,18	0,9	18	5	37	20			5.5	5.6
c	0,6	0,14	0,01	0,18	0,9	23	4					5.5	5.6

	pF 4,2		Diff	pF 2,5		Diff.	pF2,5 - pF4,2		D.A. (eau)	D.R	Porosité	
	Frais	sec		Frais	sec		Frais	sec			totale	eau
a	131	36	95	167	46,5	120,5	36	10,5	0,36 (405)	2,07	82	60
b	77	22	55	119	34,2	84,8	42	12,2	0,47 (473)	2,52	51	56
c	140	22	118	155	30	125	15	8				

PAYS : GUADELOUPE

REGION : CAPESTERRE

PROFIL : CA 12

Altitude : 300 m

Date : Juin 1964

Roche mère : Cendre volcanique

COLMET-DAACE

Pluviométrie : 3 à 4 m

Modelé local : Plateau en pente légère à moyenne, avec des bosses et des mamelons

Drainage externe : Bon

Végétation : Grande forêt primaire à Bois Rouge et Commier avec un sous bois de fougères arborescentes.

Lieu : Plateau Féfé au delà des dernières bananeraies, dans la forêt BAS DU PERIMETRE

PROFIL :

0 - 5 Humifère beige foncé avec beaucoup de racines, s'émiette aisément en fins agrégats.

5 - 20 Un peu plus clair mais encore assez foncé.  
Limoneux, onctueux, bien savonneux entre les doigts. Sous structure bien définie.  
Cohésion allophanique nette, le sol s'émiette bien en fins agrégats.

20 - 70 Beige jaune, limoneux, (pseudo limon allophanique), doux, savonneux et onctueux entre les doigts. Structure continue, sous structure polyédrique fine avec des blocs de tailles intermédiaires. Cohésion allophanique nette, pas adhérent. Il y a encore des racines abondantes jusqu'à 40 cm.

70 - 120 Même couleur, le sol parait un peu argileux, légèrement adhérent, limono argileux, est-ce l'humidité

120 Allophane bien savonneux

Echantillon NO:	Profondeur en cms	Terre fine	Argile %	Limon %	Sables %			M.O.	C g %	N mg % g	C/N
					20-50	50-200	200				
a	0 - 20					3,5	2,2	-		n	
b	40 - 60					3,4	2,3	8,6		498	
c	80 - 100					2,6	2,1	-		n	

Echantillon

Echant. NO	Bases échangeables mé % g.				S	T	V %	P205 total mg % g	P205 truo mg % g	pH Kcl	pH eau
	Ca	Mg	K	Na							
a	I	0,3	0,48	0,29	2	40	5				
b	0,7	0,14	0,11	0,20	1,1	22	5			4.8	5.4
c	0,5	0,14	0,06	0,24	0,9	20	5				

	pF 4,2		Diff.	pF 2,5		Diff.	pF 2,5 - pF 4,2		D.A. (eau)	D.R.	Porosité	
	frais	sec		frais	sec		frais	sec			Totale	eau
a	118	45	73	183	52,5	130,5	65	7,5	0,36 (204)	1,94	82	66
b	98,5	25,5	73	149	36	113	50,5	10,5	0,47 (173)	2,19	78	70
c	126,5	22,2	104,3	159	30,5	128,5	32,5	8,3				

par comparaison profil de Concession au d'essus de Petit Marquisat

T<sub>E</sub>

PAYS: GUADELOUPE

REGION: CAPESTERRE

PROFIL N° CA 13

Roche Mère: cendre andésitique

DATE: Juin 1964

Pluviométrie: 4m

Altitude: 550m

LIEU: Au dessus de Petit MARQUESAT - d'abord large plateau en Mahogany - puis forêt - plus en pente - pente 15% environ cultivable en bananes aisément ou en fruitiers - allophane partout - parfois affleurements rocheux sur les pentes - pas de grosses roches.

0 - 20 : très humifère - spongieux - beige foncé plus foncé de 0 à 5 - beaucoup de racines - terreau.

20 - 100 : allophane jaune - très savonneux - très spongieux - pas adhérent - très léger - cohésion faible - structure fondue - encore quelques racines jusqu'à 40 cm.

100 - 130 : mélange d'allophane et de cendre grossière et de graviers - paraît un peu argileux par endroit - grisâtre très humide.

Echantillon N°:	Profondeur en cms	Terre fine	Argile %	Limon %	Sables %			M.O.	C g %	N mg %	C/N
					20-50	50-200	200				
a	0 - 20					6	5	-		m	
b	25- 50					5,2	8	3,9		226	
c	60- 80					4,7	9	3,5		201	

Caractéristiques des sols

Echant. N°	Bases échangeables mé % g.				S	T	V %	P <sub>205</sub> total mg %	P <sub>205</sub> truce mg %	FE203 DEB T	pH eau	pH Kcl
	Ca	Mg	K	Na								
a						41						
b	0,49	0,15	0,09	0,19	0,9	26	3			8,4-10,4	5,6	5,1
c	0,41	0,20	0,03	0,14	0,8	25	3				5,7	5,3

	pF 4,2		Diff.	pF 2,5		Diff.	pF 2,5 - pF 4,2		D.A (eau)	D.R	Porosité	
	Frais	sec		Frais	sec		Frais	sec			Totale	eau
a	157	43	114	228	50	178	71	7	0,31 (224)	1,87	83	71
b	146	22	124	188	30,7	157,3	42	8,7				
c	150	25,5	124,5	182	41,9	140,1	32	16,4				

TYPE DE SOL: T<sub>E</sub>