Pedo

ETUDE DE RECONNAISSANCE DES SOLS SUSCEPTIBLES DE PRODUIRE DE LA BANANE

DANS LA REGION DU RIO ESCONDIDO ET AFFLUENTS

(Cote Atlantique du NICARAGUA)

---:---:---:---:---:---:---:---:---

F. COLMET DAAGE
Pédologue-ORSTOM
Ing.consultant :IFAC-
Banco Nacional Nicaragua

Rosendo GUZMANN
Ronaldo CHENSAM-HENNESSY
Ing. I.N.F.O.N.A.C. (1)

Aristobulo CASTRO
Omar MEDINA
Ing. de l'I.A.N (1)

(rapport préliminaire sans les résultats d'analyses des sols)

I - B U T

L'objectif de la mission était de rechercher les zones propices à la production de la banane, en vue de l'exportation par le port d'EL BLUFF, situé à l'embouchure du Rio ESCONDIDO et de diverses lagunes côtières.

Mille hectares de bananeraies existent déjà sur le cours inférieur du Rio ESCONDIDO, dans une région favorable par les sols et la proximité du port, à une large extension de cette culture. Cependant, dans le souci de promouvoir le développement des régions situées plus en amont, en bordure des rivières ESCONDIDO, RAMA et SIQUIA, dans leur partie navigable, la priorité fut donnée à l'étude de ces régions, avec comme objectifs deux mille hectares à planter en 1968.

Par la suite, 4000 hectares devront être recherchés pour être plantés en 1969 et autant en 1970, dans les régions où il sera possible de les trouver. Il s'agissait seulement pour ces surfaces, de délimiter, en première approximation, les zones à prospecter plus en détail.

L'altitude de ces régions est inférieure à 120 mètres. Le climat est chaud tropical humide avec une pluviométrie de 3 à 4 m par an régulièrement répartie.

2 - REGIONS DU RIO RAMA

Le Rio RAMA débouche dans l'ESCONDIDO, à environ 90 kms de la mer. Il est navigable jusqu'au village de GUADALUPE, situé à 20 kms à vol d'oiseau du confluent, mais à beaucoup plus si on suit le cours sinueux de la rivière.

2-1 GEOLOGIE -

On rencontre essentiellement deux formations imbriquées :

11 - Les "Basaltes" ou probablement plutôt des labradorites. Dans l'attente de détermination plus précise, nous garderons le terme de "basalte" communément employé ici. Ces basaltes dateraient, pense t-on du tertiaire où les épanchements auraient été considérables, formant des vastes tables volcaniques, aujourd'hui entaillées par l'érosion et par

(1) I.N.F.O.N.A.C. Instituto de Fomento Nacional de Nicaragua
I.A.N. Instituto Agrario Nacional de Nicaragua

endroit disparues. On observe aussi plusieurs pitons coniques de 100 à 150 m d'altitude, souvent en alignement assez net (probablement sur une ligne de faille), constitués pour la plupart, semble-t-il, de coulées basaltiques dont les éboulis rocheux sont très abondants sur les fortes pentes des sommets.

Ces basaltes s'altèrent rapidement en donnant des argiles rouges, relativement perméables. Quelques blocs restent isolés dans la masse argileuse. Les sols sont généralement profonds et sauf sur les pentes près de certains sommets, la présence de roches est rarement un obstacle à la culture, car il s'agit le plus souvent de blocs isolés, ne gênant guère la pénétration des racines.

12 - Les brèches volcaniques - Il s'agit de formations assez particulières, constituées par un ciment très dur, de coloration beige-rose ou grisâtre, englobant de nombreuses inclusions d'éléments anguleux de nature toute différente, généralement basaltiques noires. Ces éléments anguleux inclus, peuvent avoir des dimensions allant de quelques millimètres à plus de 1 cm ou plus rarement 2 cms. La dimension de ces inclusions rocheuses et leur nombre varient suivant les endroits.

Cette formation s'altère le plus souvent en prenant une coloration verdâtre ou au moins certains des éléments qui la constitue. Le processus d'altération de la roche semble différent de celui des basaltes. Il y aurait altération superficielle d'une carapace rocheuse continue et non, comme pour les basaltes, fissuration et désagrégation profonde, puis résorption et argilisation progressive des débris rocheux. Les sols sont de coloration claire et le plus souvent fort différents des sols rouges issus des basaltes et aisément reconnaissables, même en surface, sur le terrain. Le passage des sols sur brèche aux sols rouges basaltiques, très aisé à repérer, a fréquemment lieu en quelques mètres seulement.

Ces brèches volcaniques peuvent constituer des massifs ou "lomas" ou au contraire, n'apparaître qu'en intercalation de faible épaisseur dans les basaltes (parfois 200 à 300 m sur le terrain).

Mise à part leur dureté exceptionnelle, l'aspect de ces brèches est tout à fait semblable à celui de nombreux tufs volcaniques à inclusions anguleuses de faibles dimensions (1 à 2 cms maximum) que l'on observe fréquemment dans les zones sèches du Nicaragua ou des Antilles. Quoique souvent déjà durcis, ces tufs se brisent cependant très aisément au marteau. Mr. EDUARDO RODOZNO, penserait à des dépôts de nuées ardentes, particulièrement chauds, qui se seraient ainsi solidifiés plus fortement.

De par leur simple aspect, il est vraisemblable que ces brèches sont plus acides, plus riches en silice, plus pauvres en alcalino-terreux et en fer que les basaltes, mais des analyses sont nécessaires en distinguant, autant que possible : ciment et inclusions principales, le matériau étant hétérogène.

13 - On rencontrerait aussi d'autres formations généralement altérées et très difficilement identifiables, sur lesquelles nous sommes passés rapidement, les sols paraissant médiocres.

2-2 LES SOLS -

Le climat : température et pluviométrie, étant très uniforme sur toute la région Atlantique étudiée, deux facteurs essentiels conditionnent l'évolution des sols : la roche mère et l'hydromorphie.

2-21 - L'HYDROMORPHIE -

On conçoit aisément qu'avec une pluviométrie aussi élevée et régulièrement répartie au cours de l'année, les sols soient souvent gorgés d'eau, dès que le drainage externe est faible et le drainage interne du sol ralenti à une certaine profondeur, moins de 2 m, par exemple.

L'engorgement des sols est accentué en bordure des rivières par les crues très importantes durant les saisons les plus pluvieuses, les eaux pouvant monter de 7 à 10 mètres. A l'exception des alluvions récentes sableuses à sablo-argileuses, bandes étroites bordant le cours immédiat des rivières principales, inondées par les crues, mais se ressuyant rapidement au moins sur 1 à 2 mètres de profondeur, on peut dire que toutes les parties plates ou doucement ondulées, inondables ou non par les crues et en position relativement basse par rapport aux autres collines voisines, ont des sols plus ou moins fortement dégradés par l'hydromorphie.

Les piémonts en faible pente de certains importants massifs basaltiques, font parfois exception. Ils sont constitués par l'accumulation de matériaux argileux très bien agrégés, très stables, assurant le maintien d'un bon drainage interne et l'évacuation des eaux en profondeur, lorsque cela est possible, vers des canôcs profondément encaissés ou les thalwegs. Les sols sont alors rouges, uniformes, friables et perméables sur au moins un mètre, avec seulement quelques marbrures ou taches diffuses entre 1 et 2 mètres de profondeur.

Mis à part les alluvions légères et les sols rouges de certains piémonts basaltiques, tous les sols des parties plates ou doucement ondulées, présentant, généralement, à moins de 1 mètre de profondeur, de fortes marbrures blanches et rouges, caractérisant un niveau peu perméable, parfois imperméable. La séparation des hydroxydes de fer et de l'argile kaolonique peut être très poussée, les parties rouges sont alors très friables, les parties blanches compactes. L'importance respective des taches est variable et certains niveaux dans les zones les plus engorgées sont entièrement blanchis.

La profondeur d'apparition des horizons fortement marbrés peut être, de façon très sensible, liée au micro-relief. C'est ainsi qu'à une légère éminence, peuvent correspondre des sols rouges relativement profonds avec peu de taches avant un mètre, ou très diffuses jusqu'à 1m,50. Le passage latéral des sols à niveau blanchi à faible profondeur, à ces sols rouges plus épais, s'observe très bien sur le terrain, dans les chemins piétinés ou les pistes forestières, mais plus difficilement souvent sous forêt, où le passage à des niveaux superficiels nettement plus rouges, n'indique pas nécessairement que les horizons marbrés sont absents ou profonds. La transition : niveaux rouges, relativement perméables, superficiels, vers les niveaux marbrés, peut, en effet, être très rapide, en 20 ou 30 cms. Une prospection détaillée est donc nécessaire pour préciser dans ces régions, les surfaces de sols utilisables, c'est-à-dire ceux qui ne présentent jusqu'à 1,5 m de profondeur, que des

marbrures ou taches relativement diffuses. Il était hors de question de trouver ainsi 2000 Ha rapidement, et on risquait, après de longues prospections, de ne retenir qu'une mosaïque de parcelles disséminées.

La profondeur des horizons fortement marbrés est aussi bien souvent relative-ment indépendante du micro-relief, et ces niveaux s'observent sur des pentes relativement importantes ou des croupes convexes ayant apparemment un drainage externe correct. C'est le cas, en particulier, lorsque la roche encore dure ou peu altérée, apparaît relativement à faible profondeur en carapace continue (cas des brèches). C'est le cas aussi de bien des vieilles surfaces ondulées qui ont dû jadis, lorsque le lit de la rivière était moins profond, et le niveau phréatique plus élevé, être soumises à des engorgements prolongés. Les horizons d'argile kaolinique blanche avec quelques taches rougeâtres ainsi formés, sont des niveaux séniles et, bien que désormais placés en position plus élevée, et relativement bien drainée, leur évolution ne peut être qu'extrêmement lente. On observe ainsi, au-dessus de ces horizons peu perméables séniles, un niveau superficiel de 20 à 30 cms d'épaisseur beige-brun, souvent très foncé, avec des traces d'hydromorphie : accumulation de matières organiques peu décomposées, veines rouilles autour des racines, taches grisâtres diffuses ou pseudo-gley; sols très défavorables à la culture du bananier.

L'hétérogénéité des sols et de l'apparition des horizons fortement marbrés, conséquence d'une hydromorphie actuelle ou héritée du passé, nécessiterait des études de terrain détaillées, qui risquent souvent d'être infructueuses. La mise en valeur des sols ne peut guère se concevoir que lorsque le niveau fortement marbré apparaît à plus de 1 mètre de profondeur. Ce niveau est, en effet, surmonté d'un horizon à marbrures plus diffuses déjà relativement moins perméable. Le drainage, même sur les pentes, serait nécessaire avec des fossés peu écartés pour éviter tout engorgement du niveau supérieur. Il paraît difficile de trouver des surfaces importantes de sols de ce type, relativement satisfaisants par ailleurs, par la topographie et la proximité des rivières.

2-22 - INFLUENCE DE LA ROCHE MÈRE -

Les sols des régions ondulées, en position basse, étant donc très fortement influencés par l'hydromorphie actuelle ou ancienne, c'est sur les pentes des collines ou des plateaux bien drainés que l'influence de la roche mère est la plus marquée. On distingue en fait, deux principaux ensembles de sols très aisément repérables sur le terrain, souvent même sans sondage.

221 - Les sols rouges faiblement ferrallitiques sur basaltes -

Ce sont des sols argileux, profonds, uniformes sur généralement deux mètres d'épaisseur et relativement perméables. Le profil présente un niveau superficiel, parfois de coloration plus foncée sur 10 à 20 cms, assez poreux, bien agrégé, puis un niveau rouge très épais, uniforme, modérément compact, de structure continue, mais s'émiettant bien sous la main. Ce niveau a tendance à devenir un peu plus friable en profondeur. Vers 1,5 m ou 2 m de profondeur, on rencontre souvent quelques petits débris de basaltes verdâtres ou beige-jaune, déjà très altérés, limoneux? Parfois, le sol devient un peu plus clair et un peu plus

et un peu plus limoneux, quoiqu'encore riche en argile. On observe aussi, parfois, quelques taches légères et très diffuses, plus rouges ou jaunes brunes.

Par leurs propriétés physiques : aération, perméabilité relativement bonne, absence de niveaux gorgés d'eau, excellente structure des niveaux superficiels et absence de tous niveaux pouvant être un obstacle à la pénétration des racines, ces sols constituent un excellent support pour la culture de la banane. De vastes zones de sols similaires sont ainsi cultivées avec succès en Guadeloupe. La rétention d'eau du sol est importante du fait du fort pourcentage d'argile (probablement 70 à 80 %), mais l'eau effectivement utilisable est faible (différence de l'humidité à pF 2,5 et pF 4,2) et ces sols se dessèchent très vite. Cette propriété ne présente guère d'importance ici, où la pluviométrie est abondante et régulière, mais c'est un inconvénient très net de ces sols à la Guadeloupe, où les irrigations sont parfois nécessaires, même dans les régions de pluviométrie annuelle supérieure à 3 mètres. En attendant de disposer des résultats analytiques, il est permis de penser que ces sols sont assez fortement acide : pH 5 à 5,5 et désaturés : base échangeable 2 à 10 milli-équivalents pour cent, peut-être moins.

La culture de la banane exigera, sans doute, l'apport d'une importante fumure potassique, à la différence des régions Pacifique, où les sols sur cendres semblent bien pourvus en cet élément (probablement en partie apporté par les eaux d'irrigation). Le pouvoir de fixation de cet élément par le sol étant peu important, il sera préférable de fractionner en deux ou trois fois la fumure à apporter.

Les sols de ce type répondent très fortement aux engrais phosphatés en Guadeloupe, juste après défrichage, et des apports massifs d'hyperphosphates sont effectués pour élever le seuil à un certain niveau dépassant le pouvoir fixateur important de ces sols pour le phosphore. On aurait donc intérêt à apporter de fortes doses au départ, et des fumures d'entretien plus réduites par la suite, aucun risque de lessivage n'étant à craindre (sauf érosion). Il est préférable, cependant, d'attendre les résultats analytiques, la composition de la roche mère pouvant différer sensiblement de celle qui donne naissance aux sols rouges des Antilles. Le phosphore total du sol constituera déjà une bonne indication.

C'est dans le niveau très superficiel : 5 à 15 cm, que sont concentrées la plupart des racines des arbres de la forêt et dans ce niveau que les taux de base échangeable et phosphore sont de loin les plus élevés. Il faudra donc veiller à sauvegarder ce potentiel, le mieux possible, en évitant une érosion importante sur les pentes, grâce à quelques sillons ou canalisations peu profonds, à faible pente, pour éviter dans certaines zones, le ruissellement trop important des eaux superficielles.

VARIANTES -

a) Les sols à éléments rocheux

On les rencontre très fréquemment sur les pentes assez fortes : 10 à 20 %, en rebord des plateaux. Les roches peuvent être plus ou moins abondantes en surface avec des diamètres pouvant atteindre plusieurs dizaines de centimètres. On retrouve quelques roches éparses dans le profil, ce qui constitue rarement un obstacle à la pénétration des racines.

Si on excepte donc les éboulis très rocheux des fortes pentes près des sommets des cerros, la présence de roches constitue rarement un handicap pour la culture du bananier

et ne nécessite donc pas une attention particulière pour l'établissement de la carte des sols.

A noter que parfois, sur les faibles pentes des versants, on rencontre de petits amas de roches dont la présence est utile à signaler pour l'empierrement éventuel des chemins.

Avec les roches, il y a aussi généralement dans le profil, une proportion plus importante de petits débris basaltiques verts ou jaunâtres altérés, limoneux, et il est fort possible qu'une amélioration de la fertilité naturelle du sol en résulte. Les analyses le montreront sans doute.

b) Les sols érodés peu évolués -

Sur les pentes relativement importantes, bordant les thalwegs et soumises à une érosion intense des eaux de ruissellement, on trouve, parfois, des sols présentant, à faible profondeur : 50 cm à 1 mètre environ, des matériaux basaltiques rubéfiés, disloqués en litage sub-horizontale, encore assez durs souvent, mais enrobés d'argile rouge. Ce matériau semi-dur peut avoir : 1 à 2 mètres d'épaisseur au-dessus du basalte plus massif et déjà souvent altéré, mais encore dur et ayant conservé les apparences de la roche initiale. Les racines semblent descendre profondément dans les fissures remplies d'argile, et ce type de sol d'ailleurs peu répandu, ne semble pas devoir être distingué dans la cartographie, ce qui n'est d'ailleurs le plus souvent possible que lorsque les talus permettent de l'observer.

222 - Les sols sur brèches volcaniques -

Les sols sur brèches se distinguent généralement très aisément des sols rouges basaltiques, et le passage d'une formation à l'autre s'observe parfois sur le terrain en quelques mètres.

Les sols sont plus clairs, de coloration beige, argilo-limoneux, bien structurés sur 20 à 30 cms. On passe ensuite à un niveau argilo-limoneux ou franchement argileux, beige-jaune ou beige-rougeâtre, peu compact, s'effritant bien. Vers 70 cms de profondeur ou 100 cms, le sol devient plus limoneux, parfois franchement limoneux, de coloration beige ou beige-rose, avec des petits débris d'altération jaune-verdâtre. Cet horizon limoneux peut-être profond (jusqu'à plus de 1,6 m de profondeur), ou peu épais, riche en débris d'altération, et on passe en ce cas, à la roche altérée, mais déjà dure, vers 100, 150 cms de profondeur.

Dans quelques cas, les sols sont moins profonds. Le niveau de surface est identique, mais l'horizon sous-jacent argileux, ou argilo-limoneux et peu épais (20 à 30 cms) avec passage à un niveau de départ très riche en débris d'altération, souvent encore assez durs, puis à la roche altérée dure à moins de 1 mètre de profondeur. Parfois, on bute sur une dalle rocheuse dure continue, à moins de 50 cms.

Contrairement aux sols rouges sur basalte, généralement profonds et uniformes, les sols sur brèches présentent donc une série de faciès. Les faciès profonds sont très voisins par leurs caractéristiques physiques, des sols rouges basaltiques, et il est parfois difficile de savoir sur lequel de ces matériaux, le sol a été effectivement formé.

Les faciès modérément profonds ou peu profonds sont par contre, fréquents, et il n'est guère possible, semble-t-il, d'établir une relation certaine entre la profondeur du sol et le modelé tel qu'il peut être distingué sur les photos aériennes. C'est ainsi, par exemple, que sur le Sitio SANTA FE, le versant Sud présente de fortes pentes avec des sols généralement profonds. Par contre, le versant Nord, avec des pentes plus faibles et plus régulières, a des sols généralement très courts avec apparition de la dalle dure et continue, vers 50 cms de profondeur. S'il paraît difficile de parler de pendage, la composition variable de la brèche et de ses inclusions en est peut être la raison.

En l'absence d'analyses, il est impossible de se prononcer sur la fertilité chimique potentielle de ces sols, et on se gardera de faire des pronostics. Il est certain que la brèche renferme de nombreux éléments très riches en bases, donnant cette altération verdâtre caractéristique (chlorite sans doute), mais la composition du ciment dans lequel ces éléments sont inclus, est encore inconnue. Les sols paraissent, en général, plus jeunes que les sols rouges basaltiques, plus riches en éléments d'altération, mais si les limons provenant de la dégradation des basaltes sont certainement très riches en éléments alcalino-terreux, susceptibles d'être mis à la disposition de la plante dans des délais plus ou moins rapides, les limons issus de la dégradation des brèches sont probablement plus siliceux, chimiquement plus inertes. La présence d'une quantité plus importante de limon, est souvent sous les tropiques, l'indice de sols plus jeunes, mais il faut éviter d'en déduire que ces sols sont plus riches en éléments utiles, avant de connaître les résultats analytiques. On peut penser, cependant, que le magnésium est un élément important.

Utilisation des sols sur brèches

Bien qu'il faille mieux attendre les résultats des analyses chimiques pour conclure avec plus de sécurité et de précision à l'aptitude de ces sols pour la culture du bananier, il semble que tous les sols suffisamment profonds (I M) au-dessus du niveau altéré, verdâtre, encore dur, puissent convenir à la culture de la banane. Ces sols sont d'ailleurs souvent cultivés et certains agriculteurs les préfèrent pour leurs cultures temporaires de maïs, banane, plantin, haricots, etc... aux sols rouges. Nous avons ainsi observés de beaux régimes de bananes plantin ou Gros Michel (vestiges des anciennes plantations), malgré les attaques sévères de cercospora. La difficulté essentielle pour la mise en valeur reste la grande variabilité de la profondeur du sol qui nécessitera des prospections beaucoup plus systématiques et détaillées que pour les sols rouges basaltiques. L'établissement de layons rapprochés de 200 mètres, sera nécessaire, et le nombre des sondages devra être beaucoup plus nombreux.

Les sols relativement courts avec présence de la dalle encore dure, à moins de 60 cms de profondeur, paraissent peu fertiles, sujets souvent à une hydromorphie temporaire de surface, attribuable au manque de drainage interne et à l'écoulement pelliculaire sur les pentes. Les racines présentent parfois des gaines rouilles et les taches grisâtres dif-fuses sont fréquentes. De plus, il est probable que l'érosion et les glissements de terrain entraîneront rapidement, après défrichement, la disparition du sol en bien des endroits.

La mise en valeur de ces sols par la culture du bananier doit donc être encore envisagée avec prudence, sauf pour les sols profonds des plateaux d'ailleurs très voisins des sols rouges basaltiques. Les prospections détaillées sont nécessaires et les résultats

d'analyses indiqueront dans le cas de richesse chimique élevée du sol et des éléments d'al-tération, si les surfaces peuvent être, oui ou non, optimisées.

2-3 - REPARTITION DES SOLS SUR LE RIO RAMA -

2-31 - ALLUVIONS LEGERES -

Ce sont d'étroites bandes de chaque côté de la rivière, sujettes aux inonda-tions par les crues du fleuve (les eaux peuvent monter de 7 à 10 mètres). Ces sols fertiles et ne peuvent convenir qu'aux pâturages, ils sont d'ailleurs généralement débroussaillés pour que l'herbe de para puisse s'y étendre le plus possible. Ce sont, sans doute, les meilleurs pâturages, mais de superficie restreinte.

2-32 - SOLS DEGRADES PAR L'HYDROMORPHIE -

Ce sont les sols de la plupart des régions plates ou doucement ondulées, bor-dant le Rio RAMA. Les surfaces sont importantes sur les 5 ou 6 kms de la rive gauche du cours inférieur. Ces régions ont été prospectées en 1967 par Mr. Aristobulo CASTRO. Les sols sont très dégradés avec de fortes marbrures, généralement à faible profondeur.

Plus en amont, les surfaces sont plus restreintes. Ces sols représentent, cependant, une superficie importante de la Finca BELTONA, plus de la moitié probablement, et de la Finca SAN DIONISIO. Il en est de même des pâturages et forêts ondulés à l'Est et au Sud-Est d'EL DELIRIO.

Sur quelques éminences, les marbrures sont encore relativement diffuses jusqu'à 1 m, mais ces surfaces de sols acceptables, semblent très restreintes (bordure de caños encaissés, éminences). Par contre, nous avons souvent observé, même sur des pentes de 4 à 6%, des niveaux avec des taches grisâtres de pseudo-gley, témoignant d'un engorgement en eau superficiel.

En amont d'EL DELIRIO, les surfaces de ces sols dégradés par l'hydromorphie sont restreintes, formant des bandes de quelques centaines de mètres de largeur seulement (Fincas NIAGARA, FORTUNA) entre les alluvions du Rio RAMA et les collines.

2-33 - SOLS ROUGES BASALTIQUES -

On les trouve essentiellement en surfaces importantes et continues dans deux régions :

19) Région de SANTA ANNA, caño MILAN, LA CONCHA

Les sols rouges profonds dominent très largement. Les surfaces sont ondulées avec quelques petites collines plus accidentées. Les marbrures ne s'observent guère que près des rivières, là où la nappe phréatique demeure élevée, mais, même en ces endroits très localisés et de superficie minime, elles sont souvent absentes. Quelques cerros avec beau-coup de débris rocheux basaltiques sur les très fortes pentes, sont à éliminer.

Plus à l'Est, à trois ou quatre kilomètres de la rivière, les collines sont plus élevées, les pentes plus fortes, dans l'ensemble, pouvant atteindre 20 %.

Dans la région de SANTA ANNA, caño MILAN, les roches sont rares, même sur les pentes relativement fortes. Ces sols font l'objet de nombreux abattis.

Il en est de même de la région de LA CONCHA, visitée par Mr. VERHEYE. Entre LA CONCHA et EL DELIRIO, les collines sont relativement accidentées et certains rebords de versants présentent des éboulis rocheux qui ne semblent pas devoir être un handicap pour la culture de la banane.

Quelques passages de sols plus clairs, probablement sur des brèches, ont été signalés à environ 3 kms du Rio RAMA, sur le caño MILAN (CASTRO, CHENSAN) et dans la région de LA CONCHA (VERHEYE). Ces bandes semblent étroites, quelques centaines de mètres, mais il faudra s'assurer que dans certains secteurs leur extension ne soit pas plus importante.

En première approximation, il semble donc que 500 à 600 Ha puissent être plantés dans cette région, à moins de 4 Kms du fleuve et en position ondulée ou modérément accidentée.

Il paraît probable qu'une superficie équivalente et peut-être bien supérieure, pourra aussi convenir à la culture du bananier, mais sur des pentes plus fortes de 20 à 30 %.

Il sera intéressant de poursuivre les prospections plus à l'Est, vers le Rio ESCONDIDO, pour savoir si les massifs Basaltiques se prolongent au-delà des zones jusqu'à présent reconnues.

Les pentes du Loma BENAVIDA, prospectées par Mr. A. CASTRO seraient aussi constituées par des sols rouges profonds, mais les pentes du cerro sont très rocheuses.

2^e) Région de SAN FRANCISCO

Au Sud du Rio IGUANAS, les sols rouges basaltiques dominent très largement. Ces sols rouges occuperaient la plus grande partie du vaste plateau SAN FRANCISCO, proche du Rio RAMA et toutes les pentes. Ce vaste plateau d'une altitude de 100 m environ, serait donc particulièrement propice à la culture du bananier. Certaines zones semblent particulièrement planes et routes et pistes d'atterrissage seraient aisées à y installer.

Si toutes les pentes ont des sols rouges profonds sur basaltes, il semble qu'en s'éloignant du Rio RAMA vers Sitio EL MURCIELAGIO, les sols du plateau soient de coloration un peu plus claire et de texture plus limoneuse surtout en profondeur. Il est possible que certaines zones de ce vaste plateau correspondent à des brèches volcaniques. Les sols paraissent profonds (au moins 2 mètres) avec quelques débris très altérés entre 1 et 2 mètres. Les analyses indiqueront si une distinction cartographique, par toujours aisée d'ailleurs, est utile.

L'examen des photos aériennes permet de penser que 1000 à 1200 hectares de sols, peu ou modérément accidentés, pourraient ainsi être trouvés. Une prospection à large maille est cependant nécessaire, afin d'éviter toute surprise, surtout dans les zones où la brèche semble dominer.

Toutes les pentes du versant Nord ont des sols très rouges et profonds, dans l'ensemble avec peu de roches. Sur 8 Kms, environ, le long de la route forestière de SAN ANTONIO, jusqu'au loma LAS DELICIAS, les sols sont rouges, pratiquement uniformes. Signalons seulement deux étroites bandes de sols de coloration beige-clair, localement peu profonds,

sur brèches, au-dessus de SAN FRANCISCO d'une part, et au-delà du caño LOS PALMARES. Ces bandes n'ont que 200 à 300 mètres de largeur sur le terrain et seraient intercalées dans les basaltes. Les pentes de ce versant Nord sont souvent assez fortes : 10 à 20 % ou davantage, et des surfaces importantes pourraient convenir à la banane, moyennant certaines précautions pour l'érosion, avec des lotissements en petites propriétés.

Près du Rio RAMA, dans la zone correspondant aux Fincas LAS FORTUNA Sud et LAS IGUANAS, les sols sont rouges profonds, avec une topographie doucement ondulée. Ils résultent, sans doute, d'apports relativement récents, provenant des sols rouges des fortes pentes du plateau SAN FRANCISCO. Les particules très stables (pseudo-sables) peuvent former d'épaisses couches perméables avec nappe phréatique profonde. Il y aurait probablement là 200 à 300 hectares de zones très favorables à la culture de la banane.

Ces sols rouges profonds, en topographie relativement douce, semblent aussi occuper la plus grande partie de la région située entre le caño LAS IGUANAS et LA IZQUIERDA. Dans certaines parties cependant, on rencontre des sols plus clairs sur brèches, sujets à hydromorphie. Des études détaillées seraient donc à entreprendre jusqu'aux collines du loma CUESTA GRANDE. Deux cents hectares environ, seraient peut-être récupérables dans cette région.

Les collines situées au Sud de SAN FRANCISCO, loma EL SALTO (A. CASTRO) et en arrière du village de GUADALUPE, paraissent essentiellement constituées de sols rouges sur basalte. Bien que ces régions soient plus accidentées, la culture du bananier pourrait s'y étendre sur plusieurs centaines d'hectares.

Face au loma EL SALTO, sur la rive droite du Rio RAMA, les pentes du cerro EL CARMEN, piton basaltique, ont, en bien des endroits, une topographie régulière, doucement ondulée. Les sols rouges profonds semblent encore, dans cette région, couvrir au total 800 hectares, desquels il faudrait déduire les fortes pentes du cerro et les versants trop accidentés. Comme sur le plateau SAN FRANCISCO, la culture dans des zones relativement élevées : 80 à 110 mètres, est un facteur favorable à la qualité des bananes. L'étude plus détaillée indiquera les zones qui ont des pentes acceptables. Les roches sont assez fréquentes.

Il semble donc que dans la région de SAN FRANCISCO, EL CARMEN et les collines avoisinantes, 2000 hectares de sols rouges ou sols profonds, voisins sur brèches, puissent être aisément délimités. Une bonne partie de cette surface correspondrait à des pentes de 15 à 25 % et pourrait être mise en valeur par des petits propriétaires.

2-34 - LES SOLS SUR BRECHES -

Ils occupent des surfaces importantes sur la rive gauche du Rio RAMA, au Nord du caños LAS IGUANAS. Depuis le Rio RAMA, jusqu'au loma LAS PAVAS, tous les sols semblent ainsi issus de la brèche. Certains sont profonds avec déjà des débris pourris, verdâtres, abondants entre 1 et 2 mètres. Dans bien des endroits, cependant, les sols paraissent plus courts, avec apparition de la brèche plus ou moins altérée, mais encore dure vers 1 mètre. Ces sols paraissent fertiles et appréciés des agriculteurs. La topographie est relativement accidentée, mais des pentes régulières se rencontrent également.

Sur la rive droite du Rio RAMA, tout le massif se SANTA FE, situé entre EL DELIRIO au Nord, EL PORVENIR (basaltes) au Sud, semble constitué par des brèches volcaniques

analogues à celles de LA FORTUNA Nord. Dans les régions du versant Sud, les sols semblent généralement profonds; même sur de fortes pentes. Par contre, nous avons observé sur le versant Nord, des sols très courts : 50 cms, au-dessus de la dalle rocheuse continue, dure, sur des pentes pourtant relativement régulières et modérées (5 à 10 %). Une prospection détaillée, avec quadrillage tous les 200 à 300 mètres, est donc nécessaire. Les sols profonds paraissent fertiles et les Gros Michel y portent de beaux régimes. Les sols courts sont à rejeter, ils présentent souvent des signes d'hydromorphie superficielle (racines gainées de rouges, taches grisâtres), et disparaîtront rapidement par érosion.

Il paraît donc difficile, avant une prospection plus détaillée, de se prononcer sur les surfaces utilisables. Le chiffre de 400 Ha, vu la topographie accidentée, paraît vraisemblable. Les analyses indiqueront si, de par leur fertilité naturelle, la mise en valeur de ces sols, plus délicate que pour les sols rouges, doit être recherchée.

Les sols sur brèches occupent aussi quelques surfaces restreintes, dans la Finca BELTONA, à environ 1,5 Km du Rio RAMA. Quelques éminences sont même parsemées de ces roches avec des petites falaises. Les superficies ne paraissent guère importantes et les sols rouges dominent à nouveau, plus à l'Ouest sur les collines. Cette bande de sols sur brèches se retrouve aussi de BELTONA vers SAN DIONISIO, mais à BUENAVISTA, à environ 2 Kms de la rivière, on est déjà sur les sols rouges basaltiques.

Les cerros MEDINA, VICTORIA, CHALO auraient des pentes très rocheuses et les sols des bas peñonts seraient fortement dégradés par l'hydromorphie (A. CASTRO).

3 - REGIONS DU RIO SIQUIA

Le Rio SIQUIA est navigable jusqu'à 15 kms, à vol d'oiseau, de son confluent avec les Rio RAMA et ESCONDIDO, mais la distance est beaucoup plus grande en suivant les sinuosités de la rivière. Un seuil rocheux recouvert par les eaux en période de hautes eaux, existe cependant en face de MUELLE REAL de SIQUIA.

3-I - GEOLOGIE -

La géologie semble beaucoup plus complexe que pour le Rio RAMA et les formations basaltiques moins importantes.

Les brèches volcaniques se rencontrent sur les rives droite et gauche à la hauteur de MATACA. Derrière le village, on peut ainsi observer d'énormes blocs durs. Ces brèches occuperaient de vastes surfaces plus au Nord, au-delà de la Finca MATACA, semble-t-il. On retrouve les brèches sur la rive gauche du fleuve à la Finca BUENOS AIRES, mais les collines situées plus en arrière paraissent surtout basaltiques. Les brèches s'observent encore au Nord du Rio KISILALA, et surtout entre le loma SAN ANTONIO et la ESPERANZA, où le niveau d'altération vert est souvent visible.

3-12 - LES BASALTES -

Les basaltes sont peu représentés aux abords du fleuve. Nous ne les avons trouvés que dans les collines situées à l'Est de BUENOS AIRES, face à MATACA. On les rencontrerait aussi en alternance avec la brèche, à l'Est du village de MUELLE REAL de SIQUIA (d'après VERHEYE).

Ils constituent enfin les cerros CORONA et ARGENTINA, un peu à l'Ouest de l'ESPERANZA, à proximité de la route (VERHEYE), donnant des sols rouges profonds, ainsi que les collines du centre d'EL RECREO. Dans ces régions, les zones doucement ondulées ont des sols souvent fortement dégradés par l'hydromorphie.

3-13 - AUTRES FORMATIONS -

Il semble que des formations plus acides, non identifiées, forment le massif du loma SANTA RITA. Les sols sont plus courts et peu intéressants. Il en serait de même pour la zone Sud du Rio KISILALA. Les sols sont peu profonds, avec une hydromorphie très nette, même sur des pentes assez fortes.

Les pentes du cerro SANTA ISABEL seraient très caillouteuses, avec des sols improductifs.

Signalons qu'un peu en aval de MUELLE REAL de SIQUIA, on trouve dans la rivière, des roches verdâtres, à grain fin, faisant effervescence à l'acide chlorydrique.

3-2 - UTILISATION DES SOLS -

La région du Rio SIQUIA paraît plus hétérogène et, dans l'ensemble, moins intéressante que celle du Rio RAMA.

La plupart des sols constituant la Finca MATACA, seraient déjà fortement dégradés par l'hydromorphie, ainsi que ceux de la Finca BUENOS AIRES. Ce n'est que dans la partie Nord de la Finca MATACA, et au-delà, que les sols paraissent meilleurs, profondément humifères, sur brèches volcaniques, mais il s'agit d'une succession de collines accidentées. Il en est de même au Nord au Rio KISILALA.

Les sols rouges basaltiques apparaissent à l'Est de la Finca BUENOS AIRES, avec également des sols plus jeunes, de coloration plus foncée, et riches en petits débris d'altération à faible profondeur. Les surfaces seraient à déterminer dans cette région ainsi que dans la région de MUELLE REAL de SIQUIA. La présence de formations plus acides entre ces deux zones (loma SANTA RITA) et en face de MUELLE REAL de SIQUIA, au Sud du Rio KISILALA, permet cependant de penser que ces formations de sols rouges sont plus disparâtres que dans le Rio RAMA.

La région de LA ESPERANZA semble assez fortement dégradée par l'hydromorphie bien que des passages de sols rouges profonds puissent être observés.

3-3 - CONCLUSION -

Il n'est pas exclu que des surfaces convenables puissent être trouvées sur le Rio SIQUIA, mais cette première reconnaissance a mis en évidence de nombreux facteurs d'hétérogénéité. Des études plus détaillées sont nécessaires, et pour l'immédiat, celles-ci semblent devoir être plus fructueuses sur le Rio RAMA.

4 - ROUTE DE MANAGUA - RIO MICO

Le Rio MICO n'est pas navigable au-delà de EL RECREO, mais la route de MANAGUA asphaltée sur près de 30 kms depuis RAMA, peut permettre le développement de bananeraies. A l'exception, peut-être, de la région des cerros LA CORONA et ARGENTINA, aux sols rouges profonds, la plupart des sols situés entre RAMA et le Km 264, soit 27 Kms depuis RAMA, sont généralement assez fortement dégradés par l'hydromorphie.

Au-deça du Km 264, vers MANAGUA, les sols rouges sur basaltes ou tufs volcaniques (certains paraissant des tufs volcaniques marins), dominent presque partout, mais le relief est accidenté, souvent même très fortement.

Il semble donc que cette région propice par les sols et le climat à la banane, pourrait faire l'objet de petites plantations, dont les produits seraient un appoint à la production des plus vastes fincas du Rio RAMA et du bas ESCONDIDO.

5 - REGIONS DU BAS ESCONDIDO

Quatre régions peuvent être distinguées. Malheureusement, par suite des difficultés matérielles (panne de moteur), nous n'avons pu visiter que deux de ces régions : région de KUKRAHILL et de BLUEFIELDS. Les régions basaltiques du Rio KAMA et du Rio NEGRO n'ont pu être parcourues. Il s'agirait de sols rouges basaltiques.

5-I REGIONS DE KUKRA-HILL -

Cet important plateau et massif basaltique, isolé pratiquement au milieu des marécages, couvre environ 6 à 7000 Ha.

Le basalte est souvent bulleux, avec des alvéoles de près de 1/2 cm parfois. On peut penser à des épanchements peut-être plus récents que dans la région du Rio RAMA. Deux petits volcans quaternaires ont d'ailleurs été signalés plus au Nord, en bordure de la lagune LAS PERLAS.

Les sols sont partout profonds et extrêmement uniformes. Ils ont une coloration nettement plus foncée que la plupart des sols rouges de Rio RAMA et paraissent un peu gras, quoique s'émiettant bien et non adhérents (halloysite ?). Les petits débris de basaltes pourris apparaissent souvent dès 1,5 mètre de profondeur. A cette profondeur, le sol devient souvent plus clair, nettement plus limoneux, parfois limoneux-argileux sur 20 à 30 cms. On passe ensuite au basalte altéré encore assez dur, ayant gardé la texture de la roche initiale, mais léger et de faible densité, de coloration brun foncé à beige.

Quelques blocs de basalte isolés sont parfois rencontrés sur les pentes, mais il ne semble pas qu'il y ait lieu de faire une distinction cartographique. On peut penser qu'environ 5.000 Ha pourraient être disponibles simplement en conservant en première approximation les sols d'une altitude supérieure à 30 ou 40 mètres, généralement non dégradés par l'hydromorphie, sauf très localement. Les surfaces sont, sans doute, plus importantes.

Les mêmes sols se retrouvent sur les collines de Loma MICO, mais la zone plus basse ondulée entre ces collines et le plateau, où sont plantées actuellement les bananes plus au Nord, a des sols très dégradés par l'hydromorphie, avec présence de nombreux nodules siliceux, parfois de bois silicifiés.

Quelques layons permettront de délimiter les surfaces exactes de sols profonds exempts de marbrures, surtout dans la partie Nord, encore sous forêt, de la zone actuellement cultivée en banane.

A priori, ces sols semblent un peu plus jeunes, un peu moins évolués, et plus fertiles que ceux de la région de Rio RAMA sur basaltes. Il est préférable, cependant, d'attendre les résultats analytiques pour savoir si une différence importante existe réellement.

5-2 REGION DU RIO KAMA -

Nous n'avons pu parcourir cette région. D'après Mr. VERHEYE, on rencontrerait des sols rouges basaltiques, mais les surfaces disponibles sont à préciser.

Un vaste plateau de 30 m d'altitude, entre le Rio KAMA et KUKRA, devrait aussi être étudié. Monsieur GUSSMAN, pense, pour l'avoir traversé, qu'il s'agit de sols dégradés par l'hydromorphie.

Les régions relativement élevées : 30 à 40 m d'altitude, mieux drainées, auront sans doute des sols rouges profonds, s'il s'agit de basaltes. Par contre, en-dessous de la cote 20 à 30 m, une étude détaillée est nécessaire, car une dégradation des sols par l'hydromorphie est à craindre. Les collines de Loma MICO avec leurs bas de pentes très dégradés et présence de niveaux blanchâtres kaoliniques sont un bon exemple. Les chemins paraissant peu praticables, des layons devront être établis.

5-3 REGION DU RIO NEGRO -

Même remarque que pour le Rio KAMA. Cette région aurait, d'après Mr SYS, des sols rouges profonds, sur basaltes. Deux profils seulement ont été observés et il est nécessaire de délimiter les surfaces utiles, avec d'autant plus de soins que l'altitude de la zone est relativement basse et la dégradation des sols par l'hydromorphie, susceptible d'être très importante. Il semble qu'en étant très optimiste, on puisse s'attendre à trouver 400 hectares, mais seules les prospections permettront de fixer un chiffre.

5-4 REGION DE BLUEFIELDS -

C'est une vaste région de plus de 10.000 hectares, comprise entre la lagune à l'Est et divers marécages à l'Ouest.

A l'exception de quelques cerros atteignant 100 m d'altitude, juste derrière la ville de BLUEFIELDS (cerro ABERDEEN), la plus grande partie de cette vaste région, paraît doucement ondulée, avec une altitude comprise entre 30 et 40 mètres. La pluviométrie serait nettement plus élevée que dans la région de RAMA et atteindrait 4 m par an, bien répartis.

Près de BLUEFIELDS, quelques sols de coloration brun foncé, argileux, bien structurés, sur andésite profondément altérée ou sur des tufs volcaniques, peuvent être observés, mais les surfaces sont, semble-t-il, très restreintes.

La plupart des sols semblent dérivés d'une formation riche en silice, à grain très très fin, dur, de coloration beige clair ou rose, dont on ne rencontre que des débris très altérés, sans qu'il soit possible de dire s'il s'agit du matériau mère ou de parties plus résistantes de celui-ci.

Les sols ont subis une évolution ferrallitique et paraissent très appauvris et désaturés; l'analyse le confirmera. Le modelé consiste en croupes à pentes modérées, relativement bien drainées.

Le sol comporte un niveau superficiel relativement bien agrégé, beige-brun, sur 10 à 15 cms, puis un niveau argilo-limoneux à argileux, de coloration rougeâtre clair à structure d'ensemble continue, sur 30 à 50 cms, s'émiettant assez bien. Plus en profondeur, on passe à une argile rose pâle, avec des marbrures d'abord diffuses, puis plus prononcées beiges sales et rougeâtres, et parfois même grisâtres. Sur les pentes plus accentuées, les marbrures apparaissent plus en profondeur.

Quelques débris d'altération sont souvent rencontrés, beiges-jaunes ou rougeâtres, dans le profil. Quelques cailloux à grains fins sont parfois épars en surface.

Tous ces sols paraissent très peu fertiles, probablement très peu acides.

Cette vaste région est généralement inculte, à l'exception de quelques rares petites fincas d'élevage avec plantations d'*Hyparhenia Ruffa* (Jaguara). D'après les très rares habitants, on ne pourrait rien y faire pousser d'autre.

Il est donc permis, pour le moment, d'avoir une opinion très réservée sur la culture des bananes dans toute cette région. Il serait, cependant, intéressant de poursuivre les prospections au Sud-Ouest de la Finca LA VICTORIA, où une zone importante (1100 Ha) serait située à plus de 40 mètres d'altitude et présente peut-être des sols meilleurs.

6 - CONCLUSION ET PROGRAMME DE TRAVAIL

On peut distinguer trois étapes dans les prospections :

1-11 - Etablissement de layons distants de 500 mètres sur le plateau SAN FRANCISCO et distants de 1 km sur les pentes avec cartographie des sols.

Cette région est limitée à l'Est par le Rio RAMA; au Nord par le Caño LAS IGUANAS, le loma CUESTA GRANDE, le cerro EL CHILAMATE exclu; à l'Ouest par le sitio BOCA AZULITA, compris dans la prospection.

Avec une bonne équipe de layonneurs, les études de sols ne devraient guère prendre que 10 à 15 jours.

1-12 - Etude de la région comprise entre la bouche de Rio RAMA à EL SALTO, Finca NIAGARA, jusqu'à la Finca GUADALUPE, par des layons distants de 1 km sur les pentes de plus de 20 % et tous les 500 m pour les régions moins accidentées, en plateaux.

1-13 - Etude du massif EL CARMEN, avec des layons distants de 500 m environ, et 1 km dans les parties plus accidentées.

Cette partie du programme semble la plus urgente et devrait être terminée fin Janvier. Le concours d'équipes de layonneurs sous la direction d'un topographe chargé de l'établissement des layons et de leur repérage, avancerait beaucoup le travail.

2^a) 2-1 - Etude des sols sur brèches de la région située au Nord du Rio LAS IGUANAS, soit une partie de la Finca LA FORTUNA et la zone située plus à l'Ouest. On pourrait ne pas dépasser au Nord le caño EL PALA, par exemple. Layons tous les 500 m. Il paraît, cependant préférable, d'avoir pour ce travail les premiers résultats analytiques.

2-2 - Etude du Sitio SANTA FE, partie Sud surtout. Sols sur brèches.

2-3 - Dans la mesure où les problèmes fonciers semblent vouloir se résoudre, étude de la région de SANTA ANNA, LAS CONCHAS, caño MILAN. On pourra utiliser les nombreux chemins existants. Des layons seront utiles pour poursuivre les prospections à l'Est, vers le Rio ESCONDIDO; jusqu'au loma MOSQUITA et la ligne télégraphique au Nord-Est; une ligne approximative loma MOSQUITA, cerro LAS ROSA à l'Est; la ligne des cerros au Sud.

3 - Tracé de reconnaissance dans la région de Rio NEGRO, avec un layonnage kilométrique, si nécessaire, de la zone comprise entre le Rio NEGRO, LA HANNA CREEK, LA VERNON CREEK, le caño ITALIA, SAN ANTONIO. La reconnaissance permettra de voir s'il y a intérêt à poursuivre des études un peu plus au Sud, jusqu'aux caños BLANCO et LOS FRIJOLES.

5^a) Etude de reconnaissance de la rive gauche du Rio KAMA, par des layons kilométriques depuis SILICO CREEK au Sud, jusqu'au parallèle 54 au Nord. Un tracé unique devra être établi en travers du vaste plateau de 30 m d'altitude, intitulé sur les cartes CENTROS de MALOPI, pour une première reconnaissance des sols : sols rouges ou alors sols dégradés par l'hydromorphie, comme le pense plutôt M. GUZMANN.

6^a) Reconnaissance de la partie sous forêt au Nord des bananeraies actuelles de KUKRA HILL, puisque les plantations sont à envisager dans cette région jusqu'en 1969.

Les prélèvements de sols complémentaires seront effectués en Mars-Avril, quand les échantillons prélevés en Novembre-Décembre auront été analysés. Seuls devront faire l'objet de prélèvements avant cette période, les sols qui semblent différer sensiblement de ceux déjà examinés, ou certains profils situés dans des régions lointaines difficiles d'accès. Outre l'indication du type de sol, conformément aux principaux types déjà reconnus, on notera soigneusement le long des layons, les diverses indications concernant la topographie: intensité, régularité et direction de la pente, pour un repérage plus facile ensuite sur les photos aériennes. Il sera inutile de faire une description complète des types de sols déjà bien connus, mais on notera soigneusement : marbrures, traces de minéraux altérés, profondeur et aspect du niveau d'altération, texture (surtout pour les sols sur brèches) et tous les points qui font différer sensiblement ces profils des types déjà observés.

Une copie dactylographiée de la description de tous les profils observés en Novembre-Décembre, sera envoyée par Mr. COLLET-DAAGE, en double exemplaire, le plus tôt possible, afin que l'on puisse s'y référer.

M.B.- Il sera utile de confectionner un plateau et un rouleau en bois dur pour broyer, sur place, les échantillons. Avec un bon échantillonnage du sol, il suffira, désormais, d'emporter seulement 150 à 200 grs de sol tamisé à 2 mm, au lieu de 500 à 800 grs de terre brute, poids juste suffisant pour un échantillonnage correct, qui ont dû être expédiés par avion, en Guadeloupe en Janvier.

MANAGUA le 23 Décembre 1967