

NOTICE SUR LA CARTE PÉDOLOGIQUE
DE RECONNAISSANCE AU 1/200.000^e

Feuille N° 13

MAROVOAY — MAHAJAMBA

par

P. SÉGALEN

SOMMAIRE

INTRODUCTION	162
GÉNÉRALITÉS	163
1. — La région.	163
2. — Les facteurs de la pédogénèse	164
LES SOLS	171
A. — Les sols évolués.	172
I. Les sols latéritiques	172
II. Les sols ferrugineux tropicaux	175
III. Les sols hydromorphes.	204
IV. Les sols calcimorphes	235
B. — Les sols peu ou pas évolués.	236
I. — <i>Les sols d'apport</i>	236
1. Les sols alluviaux fluviatiles	236
2. Les sols de mangrove.	244
3. Les sables blancs	244
4. Les colluvions.	245
II. — <i>Les sols d'ablation</i>	246
MISE EN VALEUR	247
1. — Généralités	247
2. — Utilisation actuelle des sols	248
3. — Possibilités d'avenir	251
CONCLUSIONS	256
BIBLIOGRAPHIE	258

INTRODUCTION

Le secteur étudié compte parmi les régions agricoles les plus prospères de l'île. Il est centré sur deux fleuves importants, la Betsiboka et la Mahajamba qui, à divers titres, ont contribué puissamment à son développement.

Le premier a servi de voie de pénétration en 1895 de Majunga vers Tananarive par suite de sa navigabilité jusqu'au pied des hauts-plateaux. Il est bordé de plaines alluviales qui ont été peu à peu mises en valeur et dont le développement agricole se poursuit. Le second, moins important et impraticable aux chalands, est lui aussi bordé de zones alluviales de premier ordre.

En 1897, le Capitaine DE BOUVIÉ (2) reconnaît un itinéraire entre Marovoay et Mampikony et passe la Mahajamba à Andranolava près de la zone de capture. Au début du siècle, l'Administrateur en Chef MORICEAU (3-4) parcourt le district de Marovoay et celui de Port-Bergé et donne un aperçu de l'activité économique du pays à cette époque. En 1908 (1) on comptait déjà 4.500 ha de rizières. A l'heure actuelle, plus de 8.000 ha sont cultivés. CIOLINA (12) en 1946, DUFURNET (13) en 1952 font le point de la situation agricole de la région.

Le développement de la vallée de la Mahajamba est plus récent. Actuellement, les principales cultures sont le manioc et le tabac.

Les études géologiques sont entreprises dès 1918, par PERRIER DE LA BATHIE (8) qui publie une carte au 1/500.000^e de la Basse Betsiboka. Par la suite, BESAIRIE (5) lève les feuilles au 1/200.000^e de Majunga, Marovoay, Tsinjomitondraka, Port-Bergé. BESAIRIE et LENOBLE (7) lèvent la feuille de Tsaramandroso ; plus récemment, de ST-OURS (9) effectue le lever des feuilles de Marovato et Tsaratanana. En 1952, BESAIRIE (6) fait la synthèse des connaissances sur le bassin de Majunga.

Dès 1901 MÜNTZ et ROUSSEUX (20) publient les analyses d'échantillons de sols prélevés autour de Miadana. En 1950, MOUREAUX (18) étudie les sols du périmètre forestier de Marohoga. En 1951, TERCINIER (22) effectue la prospection des sols de la vallée du Kamoro et des régions avoisinantes. En 1952, DOBELMANN (17) étudie les relations entre la végétation et les sols de la station agricole de Marovoay.

C'est au cours de l'année 1953 que nous avons pu étudier les sols de l'ensemble de la feuille avec la collaboration de l'aide-pédologue J. R. Rata-silahy. Quelques modifications de détail ont été apportées en 1954 à la plaine de Marovoay. Nous avons pu utiliser pour ce travail, outre les documents précités, les feuilles régulières au 1/100.000^e du Service géographique de Madagascar, pour Marovoay, Majunga et Ambalakida, ainsi que les feuilles provisoires au 1/80.000^e de l'Ankarafantsika et d'Ambalabe. La Conservation des Réserves naturelles a bien voulu mettre à notre disposition les cartes

de la forêt de l'Ankarafantsika. Les photographies aériennes ont été consultées pour l'ensemble de la région.

Les résultats analytiques, ainsi que les courbes de perte en eau, ont été obtenus au laboratoire de Pédologie de l'I.R.S.M., avec la collaboration de R. Pernet. Les diagrammes d'analyse thermique différentielle ainsi que l'analyse aux rayons X ont été obtenus au laboratoire des sols de l'I.D.E.R.T. à Bondy, sous la direction de M. Pinta. L'interprétation des résultats a été faite par M. Hénin.

Enfin, la carte elle-même a été dessinée par Prosper Raoilinjatovo à l'I.R.S.M. Le tirage a été assuré par le Service géographique de Madagascar.

GÉNÉRALITÉS

LA RÉGION

La surface cartographiée s'étend à l'Est-Sud-Est de Majunga. Elle est limitée en gros à l'Ouest par la Betsiboka. La limite Est passe à une trentaine de kilomètres à l'Est de la Mahajamba. Sa limite Nord est proche de la mer (Baie de la Mahajamba). Sa limite Sud passe un peu au Nord du Kamoro (Fig. 1).

Par suite de la disposition monoclinale des couches géologiques à faible pendage Nord et orientées Sud-Ouest-Nord-Est, l'ensemble est divisé en un certain nombre de plateaux et de zones déprimées qui sont du Nord au Sud :

- le plateau, dit de Mahamavo, calcaro-sableux à peu près désertique terminé au Sud par une cuesta à laquelle succède la zone déprimée des grès sénoniens, depuis Marovoay jusqu'à la Mahajamba,

- la zone des basaltes qui prend en écharpe la feuille du Sud-Ouest au Nord-Est ; elle est terminée au Sud par une cuesta,

- le plateau gréseux de l'Ankarafantsika auquel fait suite au Nord-Est le plateau du Bongolava,

- la zone déprimée des marnes et argiles depuis Tsaramandroso jusqu'à Ampombimananga,

- les grès de l'Isalo au Sud-Est et enfin à l'extrême Sud-Est les premières roches cristallines.

Cet ensemble est traversé du Sud au Nord par deux fleuves importants : la Betsiboka et la Mahajamba qui se terminent par des deltas où la mangrove est particulièrement développée. A ces deux fleuves, sont associées les zones alluviales de Marovoay, de Manaratsandry, de la basse Mahajamba avec son annexe d'Ambalabe. La Mahajamba est captée par un affluent du Kamoro à la hauteur de Morafeno. Cette zone de capture constitue également une unité géographique particulière.

Toute l'activité économique est groupée dans ces régions alluviales.

Administrativement, la feuille appartient pour le Nord-Ouest au district de Majunga ; le centre à celui de Marovoay ; la partie Sud à celui d'Ambato-Boeni. Toute la partie Est relève de Port-Bergé.

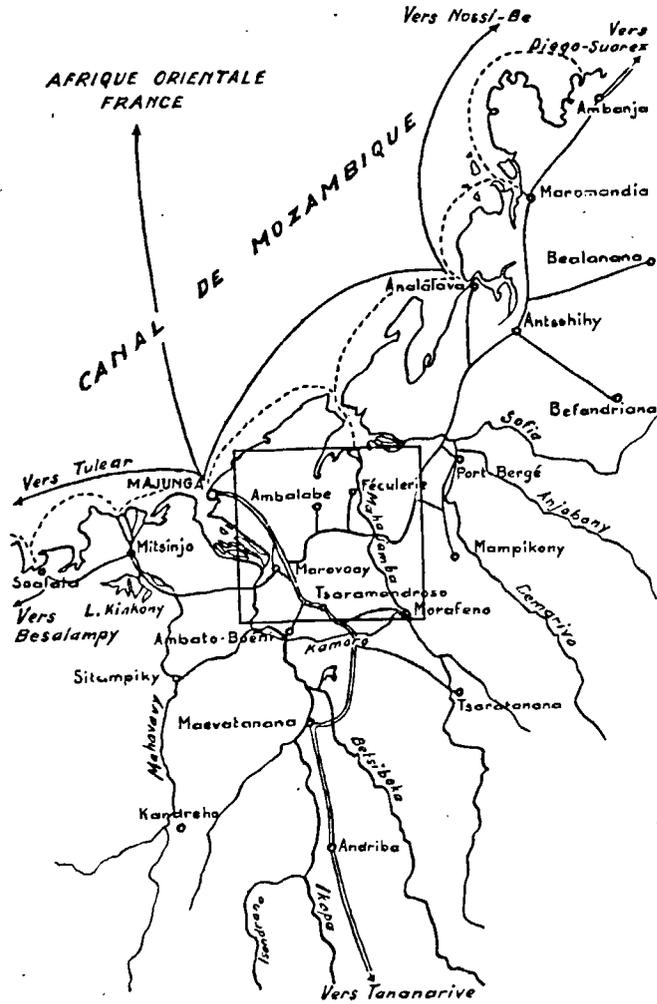


FIG. 1. — Emplacement de la zone prospectée. Echelle 1/3.500.000.

LES FACTEURS DE LA PÉDOGÉNÈSE

LES ROCHES-MÈRES

Les roches qui donnent naissance aux sols sont essentiellement des calcaires, des grès, des sables, des marnes, des basaltes. Les gneiss forment

un affleurement extrêmement limité mais important du point de vue de la pédogénèse. Les alluvions sont abondantes et variées.

Les calcaires (maastrichtien et éocène inférieur) occupent une vaste zone orientée Est-Ouest dans le Nord de la feuille. Les calcaires maastrichtiens sont généralement crayeux et tendres, ceux de l'éocène sont nettement plus durs. Ils constituent de vastes plateaux qui dans le détail, sont très découpés par l'érosion. Les cours d'eau sont assez abondants (ou du moins les thalwegs) contrairement à ce qui se passait sur la rive Ouest de la Betsiboka ; ceci fait que les sols dérivés de calcaires sont relativement peu abondants et réduits à des lambeaux épars. Une grande partie de ces calcaires est recouverte de sables.

Les marnes jurassiques affleurent entre Tsaramandroso et la Mahajamba. Leur faible perméabilité fait que les eaux ruissellent à leur surface sans y pénétrer. Les sols ne se développent que dans les points bas et appartiennent au sous-ordre hydromorphe. La plupart du temps, ces marnes forment de petites collines basses où la roche-mère affleure à nu.

Les grès sont très développés sur l'ensemble de la feuille. Ils sont datés soit du Karroo (Isalo) soit du crétacé moyen ou supérieur. L'érosion y est active mais de bonnes coupes sont visibles dans les sols dérivés de cette roche-mère. Lithologiquement, ces grès sont le plus souvent très peu consolidés avec des intercalations fréquentes sablo-argileuses.

Les sables sont abondants surtout dans le Nord de la feuille où ils viennent en recouvrement sur diverses formations géologiques. Ils donnent naissance à des sols généralement très profonds (sables rouges ou jaunes).

Le basalte d'âge crétacé affleure dans toute la partie centrale de la feuille mais ce n'est que dans la partie Sud-Ouest que les sols sont bien développés. A l'Est, le basalte est recouvert de formations continentales.

Le gneiss (groupe de Maevatanana) affleure près de la localité d'Andranolava dans le coin Sud-Est de la feuille. Il constitue des collines arrondies où l'érosion est encore assez faible.

Les rivières déposent des alluvions de nature variée. Celles qui proviennent des hauts plateaux cristallins sont riches en micas et non calcaires (Betsiboka et Mahajamba). Celles du Kamoro sont aussi fortement micacées. Les rivières provenant de la bordure sédimentaire sont argileuses, sableuses (Masokoenja par exemple), le calcaire n'est présent que si une formation calcaire a été traversée (Mahamavo par exemple).

Les sols normalement formés à partir des calcaires, grès, basaltes, appartiennent aux sous-ordres latéritique et surtout ferrugineux tropicaux ; les sols hydromorphes se forment à partir de certains calcaires et d'alluvions.

LA TOPOGRAPHIE

Par suite de la disposition monoclinale et du faible pendage des couches géologiques, la topographie est relativement plane. On a une succession de plateaux en pente douce vers le Nord et terminés par une cuesta souvent

abrupte vers le Sud. Les grandes rivières Betsiboka, Mahajamba, Maso-koenja, ont un cours consécutif et coulent perpendiculairement à ces cuestas.

Le drainage est normalement assuré sauf dans certaines zones comme celles proches de Marovoay et de l'embouchure de la Mahajamba.

LE CLIMAT

Le réseau de postes pluviométriques est relativement plus serré sur cette feuille que sur les feuilles voisines, avec les stations de Marovoay, la Mahajamba, Ambalabe, Andranoboka, Tsaramandroso et Beronono. On peut leur adjoindre les postes voisins de Ambato-Boeni et Port-Bergé. Marovoay (station agricole), Tsaramandroso et Beronono fournissent des données concernant la température et l'hygrométrie.

L'examen des renseignements fournis par ces stations permet de constater que le climat un peu plus pluvieux de Majunga ne s'étend guère bien loin vers l'intérieur et que l'ensemble de la feuille, en dehors de la partie Nord, jouit d'un climat analogue à celui de Marovoay caractérisé par :

— une forte saison de pluies durant de novembre à avril où il tombe environ 1,5 m d'eau et où la température moyenne est de l'ordre de 26-27°,

— une longue saison sèche de mai à octobre où les précipitations sont quasi-nulles avec une température moyenne de 24°.

Vers le Sud de la feuille, cependant, on peut noter une augmentation sensible de la pluviométrie qui devient voisine de 1.700 mm.

Voici quelles sont les pluviométries des différentes stations :

<i>Station</i>	<i>Nombre d'années d'observ.</i>	<i>Pluviométrie en mm.</i>
Marovoay	15	1.580
Beronono	4	1.637
Mahajamba (féculerie)	12-15	1.474
Andranoboka	4	1.594
Ambalabe	5	1.507
Tsaramandroso	4	1.763
<i>Stations voisines</i>		
Ambato-Boeni	9-10	1.493
Port-Bergé	15	1.542
Mampikony	10	1.869

L'humidité relative normale n'est connue que pour deux stations : Marovoay et Beronono.

<i>Heure G. M. T.</i>	<i>Marovoay</i>	<i>Beronono</i>
3 h 30	83	92
10 h 30	43	44
13 h 30	51	54

La température moyenne annuelle reste assez voisine de celle de Marovoay.

Stations	Nombre d'années	Température en C°
Marovoay	3-6	27,0
Beronono	2-4	25,5
Tsaramandroso	1-2	26,9
Ambato-Boeni	3-6	26,7
Port-Bergé	5-6	26,7

Les indices climatiques ont été calculés pour un certain nombre de stations.

	Indice d'aridité de DE MARTONNE	Indice de MEYER	Indice de drainage de AUBERT et HÉNIN
Marovoay	41	145	0,61
Beronono	46	183	0,69
Tsaramandroso	47	183	0,77
Port-Bergé	42	145	0,58
Ambato-Boeni	40	140	0,52

LA VÉGÉTATION

La végétation primitive occupe sur cette feuille une surface considérable. Une large bande forestière prend la feuille en écharpe depuis la Betsiboka jusqu'au plateau du Bongolava (forêts de l'Ankarafantsika et du Bongolava). Au Nord-Est, une zone forestière assez discontinue mais encore importante ; le long du fleuve Mahajamba, la forêt d'alluvions ; près de la mer, une zone de mangrove.

Le reste du territoire est occupé par différents types de végétation dégradée : savanes à *Medemia nobilis*, *Hyphaene shatan*, prairies à *Hyparrhenia rufa*, *Aristida rufescens*, *Chrysopogon montanus*.

La forêt de l'Ankarafantsika commence immédiatement à l'Est de la Betsiboka. On peut y distinguer deux types de forêts liés à la nature des sols. Le premier est la forêt des terrains arenacés, telle qu'elle a été décrite dans la notice de la feuille 12 (Mitsinjo-Majunga). Sur les sables blancs très perméables et très secs, la végétation prend un caractère xérophile très net. On y trouve des Aloes, des Euphorbes aphylls, Pachypodiums, Harpagophytons, etc... qui caractérisent le bush du Sud et les formations des dunes côtières. Dans les vallées, les Raphias sont particulièrement abondants.

Le long de la Mahajamba, la forêt d'Adabo (*Ficus cocculifolia* var. *sakalavarum*) et Mantaly (*Terminalia* sp.) est assez développée surtout au Nord de la zone de capture et près du delta. La basse Betsiboka est bordée de Pandanus au Sud de la mangrove.

Les deux deltas voient un grand développement de palétuviers avec les deux espèces principales : *Rhizophora mucronata* et *Avicennia officinalis*.

Lorsque la forêt vient à être détruite, elle est généralement remplacée par la savane à palmiers. La savane à *Medemia nobilis* occupe, de loin, la plus grande superficie. La savane à *Hyphaene shatan* recouvre le plateau calcaire situé au Nord de Berivotra. Sur terrains arenacés, *Strychnos spinosa*

est très abondant (Nord de la feuille) ainsi que *Acridocarpus excelsus*. La strate herbacée est composée surtout de *Heteropogon contortus* et *Hyparrhenia rufa*. Par endroits *Chrysopogon montanus* est mêlée aux deux espèces précédentes.

La prairie prend un grand développement sur le plateau du Bongolava et sur les plateaux analogues. *Aristida rufescens* est alors l'espèce la plus répandue, avec des zones limitées d'*Heteropogon contortus*.

Sur les alluvions cultivées, deux graminées ont tendance à occuper de grands espaces : *Themeda quadrivalvis* (en particulier sur les alluvions de la Mahamavo et celles de ses affluents) et *Rottboellia exaltata* sur celles de la Mahajamba.

L'HYDROGRAPHIE

L'hydrographie est dominée par l'extension de deux grandes rivières : la Betsiboka et la Mahajamba actuellement reliées par suite de la capture de la Mahajamba par un sous-affluent de la Betsiboka. Ces deux rivières proviennent des hauts-plateaux cristallins sur lesquels est située la plus grande partie de leurs bassins versants.

La *Betsiboka*, dont la vallée est relativement étroite au moment où elle pénètre dans la feuille, se termine par un vaste delta qui s'amorce dès Marovoay. La hauteur du lit du fleuve au-dessus du niveau de la mer est très faible (une dizaine de mètres à peine) ; ceci permet à l'influence de la marée de se faire sentir très profondément (jusqu'à Ambato-Boeni). A Marovoay, l'amplitude de la marée est de l'ordre de 3 mètres.

Les affluents de la Betsiboka sont nombreux sur la rive Est ; un seul est important sur la rive Ouest.

a) Rive Est. — Près de Miadana, aboutit un cours d'eau qui est pratiquement tari pendant la saison sèche. Entre cette localité et Marovoay, aboutit l'Andranolava qui coule peu d'eau en saison sèche. Cette rivière prend sa source dans la région gréso-sableuse. Sa vallée, étroite jusqu'à la route de Tananarive à Majunga, s'élargit à l'Ouest de celle-ci pour former une plaine assez importante.

La rivière de Marovoay prend sa source dans la forêt de l'Ankarafantsika et débouche en plaine à Bekakila où elle est divisée en plusieurs bras pour permettre l'irrigation des rizières. Par suite de l'existence de cette forêt, la rivière a encore un débit important en saison sèche et les alluvions ne sont sableuses que dans la partie haute de son cours. Il est d'un intérêt capital d'assurer la conservation intégrale de cette forêt si l'on ne veut pas voir la rivière se tarir en saison sèche et amener des alluvions sableuses en saison des pluies.

L'eau de la Marovoay est insuffisante pour assurer l'irrigation de la plaine entière. Un barrage a été établi à Amboromalandy pour conserver l'eau amenée par différents petits cours d'eau à l'Est de cette localité. La rivière

Karambo qui se jetait directement dans la plaine a été détournée et ses eaux vont grossir le réservoir d'Amboromalandy. Au Nord-Est de celui-ci, différents petits cours d'eau permettent l'irrigation de quelques rizières (Maevarano, Bekarara, etc...).

Au Sud de la forêt de l'Ankarafantsika, différents cours d'eau issus de ce massif forestier (rivières de Bemailaka, Mangatelokely, etc...) irriguent quelques rizières avant d'aboutir à la Betsiboka.

b) Rive Ouest. — La plaine de Manaratsandry est irriguée en grande partie par les eaux provenant de sources situées à l'Ouest de la plaine. Une rivière descend du plateau de l'Antanimena et dépose quelques alluvions qui sont cultivées en sisal sur le bord de la plaine à Ampijoroa.

La *Mahajamba* a un débit beaucoup moins important que celui de la Betsiboka. A la même latitude, le niveau de la rivière est beaucoup plus haut que celui de la Betsiboka et est marqué par des chutes (Sinjeny) ; ceci explique la possibilité de capture par le Kamoro (5).

La vallée de la Mahajamba est assez étroite entre Ampatika et Tsaramaso. Elle se termine par un vaste delta qui voit un développement considérable de la mangrove, mais où les zones cultivables sont également importantes. A la suite de sa capture par un affluent du Kamoro, la Mahajamba est pratiquement vidée de ses eaux. En aval, elle reçoit plusieurs affluents qui lui fournissent un appoint d'eau non négligeable, puisque la rivière qui se traverse à gué à Morafeno doit être passée en bac à Tsinjomitondraka.

La Mahajamba reçoit à l'Est et à l'Ouest quelques affluents dont certains sont importants.

a) Rive Est. — Un peu au Nord de la zone de capture, le premier affluent est le Kimangoro qui provient des hauts-plateaux cristallins. Son débit est important même en saison sèche. Il est bordé d'alluvions cultivées en tabac.

Un peu plus au Nord, une longue dépression est parcourue par les eaux d'un ruisseau provenant d'Ampombimananga et issu du pied du plateau du Bongolava. Irriguant de nombreuses rizières, il n'atteint pas la Mahajamba en saison sèche.

Aucun cours d'eau important ne sort du Bongolava, si l'on excepte le ruisseau de Matsitso. La Belomano est une petite rivière qui draine la dépression située entre le plateau basaltique d'Ankoby et le Bongolava.

A Andohamboay aboutit l'Ampondralava provenant du plateau basaltique.

Enfin, bien au Nord de Tsinjoarivo aboutit l'Androtra qui est issu des plateaux sableux de Tsinjomitondraka. Cette rivière irrigue les rizières de Miadana et Betohotra.

b) Rive Ouest. — L'Ambohipiratra est issu de la zone marneuse au Sud de l'Ankarafantsika. Son cours se termine par un marais à proximité de la Mahajamba.

L'Andranomiditra aboutit à la Mahajamba à Beronono. Cette rivière traverse la zone forestière de l'Ankarafantsika du Sud au Nord.

La Mamboina traverse une zone basaltique par une vallée très encaissée avant d'atteindre la Mahajamba près de Mahajambakely.

Au système de la Mahajamba, on peut adjoindre celui de la Masokoenjy. Issue des bas plateaux gréseux, cette rivière grossie de la Tsilakanina, se jette dans le delta de la Mahajamba à Ambalabe. La Masokoenjy est reliée à la Mahajamba par la rivière de Befanjava. Cette rivière était primitivement issue des lacs et marais situés entre les villages de Befanjava et Tsaramaso. A l'heure actuelle, elle est reliée directement à la Mahajamba qui est ainsi captée une nouvelle fois. Les alluvions qui bordent la Befanjava sont des baiboho micacés.

A l'Ouest du delta aboutit la rivière d'Andranoboka. A l'Est coule la Besarandra issue d'une zone basaltique. A l'extrémité Nord-Est se situe la partie orientale du delta de la Sofia.

La seule rivière importante, indépendante des deux systèmes précédents, est la Mahamavo. Prenant sa source dans les plateaux gréseux du Sénonien, elle traverse le plateau calcaire maestrichtien pour aboutir à la mer près d'Ankilahila. Elle est bordée d'une étroite bande d'alluvions sablo ou limono-calcaires. La plaine alluviale s'élargit notablement à partir de Betsako.

LE FACTEUR HUMAIN

Deux groupes ethniques importants se partagent l'étendue de la feuille : les Sakalava à l'Ouest, les Tsimihety à l'Est. Les immigrants sont nombreux près des zones rizicoles.

Les Sakalava devaient être, à l'origine, les occupants de toute la zone de la basse Betsihoka. On ne les trouve plus guère en quantité importante que dans le canton d'Ambalakida et à l'Est de la route de Tananarive à Majunga. Les centres rizicoles sont peuplés surtout par des Betsileo, des Merina, des Antaimoro qui sont d'excellents riziculteurs.

Les Tsimihety occupent toute la rive Est de la Mahajamba, mais ils poussent peu à peu vers l'Ouest, et on en trouve disséminés un peu partout.

La riziculture est faite par plusieurs sociétés (C.A.I.M., Franco-Malgache, Coste, etc...) et par les populations locales. Une société cultive le manioc et exploite une importante féculerie sur la Basse-Mahajamba. Des plantations de tabac et d'arachide existent près de la zone de capture. La main-d'œuvre est fournie surtout par des Antandroy venus du Sud mais ce ne sont pas de véritables cultivateurs comme les Betsileo et les Antaimoro.

Une importante population hindoue réside à Marovoay où elle s'adonne surtout au commerce.

Un important cheptel bovin est élevé sur une grande partie de la superficie de la feuille.

LES SOLS

A. — CLASSIFICATION

Les sols qui figurent sur la feuille N° 13 ont été divisés en deux grands ordres.

1° Les sols évolués qui présentent une différenciation morphologique nette.

2° Les sols peu ou pas évolués où le profil n'est pas différencié. La présence d'un horizon humifère n'est pas considérée comme suffisante pour ranger les sols dans le premier ordre.

Dans la première catégorie quatre sous-ordres ont été distingués : latéritique, ferrugineux tropical, calcimorphe et hydromorphe.

Les *Sols latéritiques* sont caractérisés par l'existence d'alumine et de fer libres. En outre, la kaolinite est présente. Aucun autre phénomène que l'individualisation d'alumine n'ayant été mis en évidence, les sols ont été rangés dans un seul groupe : les sols latéritiques typiques avec un seul sous-groupe : les sols rouges. Le rapport silice/alumine est toujours bas.

Les *Sols ferrugineux tropicaux* sont caractérisés essentiellement par la présence d'hydroxydes de fer (goethite ou formes mal cristallisées), associées à de la kaolinite. Il n'y a pas d'alumine libre. Trois groupes ont été distingués. Dans les sols ferrugineux tropicaux typiques, il n'y a aucun autre processus que la mise en liberté de fer. Ce groupe a été divisé en trois sous-groupes : les sols rouge-brun, rouges et jaunes d'après la couleur fondamentale du solum. Dans le deuxième groupe : sols ferrugineux tropicaux lessivés, il se superpose un phénomène secondaire de lessivage de la partie supérieure du profil. Un seul sous-groupe a été reconnu ; les sols gris sur rouge. Dans le troisième groupe, les cuirasses ferrugineuses, il s'ajoute un phénomène de cuirassement.

Les *Sols calcimorphes* ne sont pas représentés de façon caractéristique sur cette feuille. La roche-mère qui leur donne naissance est une marne. Les sols brun sur jaune qui figurent sur les feuilles de Maevatanana et Mitsinjo (19-21) sont ici fortement tronqués par l'érosion.

Les *Sols hydromorphes* doivent l'essentiel de leurs propriétés à une nappe phréatique haute pendant une partie ou la totalité de l'année. Trois processus de formation du sol interviennent ici simultanément ou séparément, ce sont l'accumulation de la matière organique, la gleyification, le cuirassement. Ceci permet de subdiviser les sols hydromorphes en trois grands groupes.

Premier groupe. — Sols hydromorphes à accumulation de matière organique caractérisés par un horizon humifère noir et assez épais. Toutefois, les teneurs en matière organique peuvent ne pas être très élevées. Trois sous-groupes ont été distingués :

— les sols de marais sont caractérisés par l'accumulation de matériaux organiques mal décomposés,

— les sols marécageux présentent une accumulation modérée, mais nette, de matière organique bien décomposée,

— les sols noirs tropicaux, noirs ou gris foncé, forment transition avec le groupe suivant. Ils présentent un gley coloré en noir par relativement peu de matière organique. La calcification est fréquente.

Dans le deuxième groupe, les sols à gley, le processus d'accumulation de matière organique ne joue qu'un rôle assez effacé. La gleyification devient prépondérante. Trois sous-groupes ont été reconnus : les sols gris présentent à une profondeur assez faible un horizon d'argile grise plastique souvent très épais (« tany manga ») ; les sols tachetés présentent des taches rouges sur fond gris ; les sols faiblement hydromorphes constituent une transition avec les alluvions dont ils proviennent généralement : le phénomène de gleyification est peu poussé, les taches sont moins bien circonscrites ; les marbrures sont fréquentes.

Dans le troisième groupe, la nappe phréatique haute est responsable de la formation d'une cuirasse de mare (nom local : matsaborivato).

Le deuxième ordre comprend les sols peu ou pas évolués qui sont subdivisés en sols d'apport et sols d'ablation.

Les sols d'apport sont constitués par :

1° les sols alluviaux déposés par les grands fleuves : Betsiboka, Mahajamba, et des cours d'eau moins importants tels que la Mahamavo, le Kimangoro, etc...

2° les sols de mangrove.

3° les sables blancs des forêts de l'Ankarafantsika et du Bongolava.

4° des colluvions déposés au bas de certaines pentes.

Les sols d'ablation comprennent des sols à profils tronqués par l'érosion (sols ferrugineux tropicaux jaunes dérivés de grès) et les sols squelettiques où la roche apparaît pratiquement à nu (basalte, calcaire, grès, marnes, etc...).

Chaque sous-groupe a été divisé en familles d'après la roche-mère. Dans les familles les subdivisions en séries sont basées sur les principaux caractères suivants : l'épaisseur des horizons, la présence ou l'absence d'horizon humifère, la présence ou l'absence de concrétions ferrugineuses, la texture.

B. — LES SOLS ÉVOLUÉS

I. — LES SOLS LATÉRITIQUES

Les sols latéritiques n'ont été rencontrés que dans la partie Nord et Nord-Ouest de la feuille où ils occupent une superficie assez restreinte. Ils appartiennent au groupe des sols latéritiques typiques rouges.

Les sols latéritiques typiques rouges

Les sols de ce sous-groupe sont caractérisés par un rapport silice/alumine voisin de 0,8. Un seul sous-groupe : rouge, avec une seule famille, celle du calcaire. Deux séries ont été distinguées d'après l'épaisseur de l'horizon humifère et en particulier, les teneurs en matière organique.

1. — SÉRIE D'ANDASIBE-NORD (AdN)

a) *Localisation, végétation, drainage.* — Les sols de cette série sont localisés au Nord-Ouest de la localité d'Andasibe, à la limite Nord de la feuille. La végétation est une forêt tropophile assez bien fournie et paraissant peu dégradée. Les pentes sont faibles à très faibles ; le drainage est normal.

b) *Morphologie.* — Le profil suivant a été noté (N° 13-9) :

0- 18 cm — Brun foncé (H 64, — 10 YR 4/3) ; limoneux ; nuciforme à grumeleux ; racines très nombreuses.

18- 90 cm — Rouge-jaune (F 46, — 5 YR 4/6) ; argilo-limoneux ; grumeleux ; nombreuses petites concrétions noires.

90-105 cm — Brun foncé (F 54, — 7,5 YR 4/5) ; argilo-limoneux ; concrétions noires abondantes.

105 et au-dessous — Calcaire tendre, apparaissant brutalement.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.* — La réaction est neutre à faiblement alcaline (7,3 en surface, 7,6 en profondeur).

La fraction limon est la plus importante en surface ; à 50 cm de profondeur, l'argile est abondante (40,2 %).

La matière organique est très élevée en surface : 11,7 % et décroît assez lentement avec la profondeur. L'azote est abondant en surface 4,9 ‰. Le rapport C/N est de 13,3.

Le complexe absorbant est caractérisé par une capacité d'échange élevée en surface : 40 méq pour 100 g ; en profondeur, elle descend à 20 méq pour 100 g. La chaux échangeable est forte en surface : 6,5 ‰ et demeure supérieure à 2 ‰ en profondeur. Les teneurs en magnésium sont supérieures à 0,5 ‰ dans tout le profil. La potasse est importante (0,3 ‰) en surface seulement. Le degré de saturation est de 71 % en surface, 58 % en profondeur. L'acide phosphorique assimilable est très faible.

L'analyse du sol au réactif triacide montre qu'il y a un résidu quartzueux de 30 % environ. Le rapport silice/alumine est de 0,86 en surface ; 0,78 à 50 cm ; 1,00 à 105 cm.

d) *Vocation culturale.* — Les sols de cette série, présentent de bonnes teneurs en éléments fertilisants, par suite de la présence d'un bon horizon humifère. Ils supportent la forêt qu'il y a intérêt à maintenir vu la très faible superficie qu'ils occupent.

2. — SÉRIE DE SASAHIA (Sh)

a) *Localisation, végétation, drainage.* — La série de Sasahia occupe une aire discontinue sur le plateau de Mahamavo. Les sols de cette série se rencontrent au voisinage des grottes d'Anjohibe et en différents points de long de la route d'Ambalakida aux grottes. La végétation est la savane à *Hyphaene shatan* avec un tapis d'*Heteropogon contortus*. Les pentes sont faibles à moyennes.

b) *Morphologie.* — Le profil suivant a été noté près de la route d'Ambalakida aux grottes d'Anjohibe (N° 13-12) :

0-65 cm — Brun foncé (H 44, — 5 YR 3/4) ; limoneux ; grumeleux ; meuble.

15-65 cm — Rouge-jaune (H 36, — 2,5 YR 3/4) ; argilo-limoneux ; grumeleux ; meuble ; non calcaire.

au-dessous de 65 cm — Calcaire assez tendre (l'apparition du calcaire est brutale).

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.* — La réaction est légèrement acide entre la surface et 65 cm (6,5 à 6,9).

Le limon et l'argile sont à peu près équivalents (30 % pour chaque fraction).

La matière organique atteint 9 %, l'azote 2,5 ‰ ; le rapport C/N est assez élevé.

Le complexe absorbant présente une capacité d'échange de 26 méq/100 g en surface ; de 15,3 en profondeur. Les teneurs en chaux et potasse échangeables sont nettement plus faibles que pour la série d'Andasibe Nord. Les teneurs en magnésium sont par contre élevées dans tout le profil (0,8 à 0,9 ‰). Le degré de saturation est de l'ordre de 52 % en surface. L'acide phosphorique assimilable est très faible.

L'analyse du sol au réactif triacide montre que le rapport silice/alumine est de 0,8.

d) *Vocation culturale.* — Les sols de cette série sont utilisés uniquement en pâturages extensifs. Ils sont parfois érodés et le calcaire apparaît de place en place.

3. — SÉRIE DE MAROHOGA-NORD (MgN)

Cette série a été décrite dans l'étude de C. MOUREAUX (17) sur le périmètre forestier de Marohoga. Nous en avons rappelé la description dans la notice de la feuille Mitsinjo-Majunga (20). Les sols de cette série n'occupent qu'une très faible étendue dans le Nord-Ouest de cette feuille.

II. — LES SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX

1. — Groupe des sols ferrugineux tropicaux typiques

SOUS-GROUPE DES SOLS ROUGE FONCÉ.

Ce sous-groupe est caractérisé par un solum rouge foncé à rouge-brun d'épaisseur très variable suivant la nature de la roche-mère. La végétation est soit la forêt trophophile des argiles, soit les faciès de dégradation qui lui ont succédé : savane à palmiers ou prairie. Ce sous-groupe occupe de vastes plateaux dont les bords sont fortement attaqués par l'érosion. Le drainage y est bon. Localement, cependant, il peut être mauvais : autour de certains points d'eau il y aura formation de cuirasses de mare. La roche-mère est soit le basalte, soit une formation continentale où sable et basalte sont mêlés.

Le profil est généralement simple :

- un horizon humifère brun-rouge qui peut être peu marqué,
- un horizon rouge foncé, généralement meuble, nuciforme,
- la zone d'altération de la roche-mère,
- la roche-mère.

Famille du basalte

Les sols dérivés de basalte sont bien représentés dans le coin Sud-Ouest de la feuille, de part et d'autre de la Betsiboka sur le plateau qui fait suite à l'Antanimena. Le basalte disparaît sous les sables à l'Ouest de la route de Marovoay à Tsaramandroso. Il réapparaît plus à l'Est, mais les sols sont différents des précédents et ont été groupés dans la famille du Bongo-lava d'après le plateau où ils sont largement représentés. Dans la partie Est de la feuille la famille du basalte n'est représentée que sur certains petits plateaux (Nord-Est d'Ankoby, Sud-Est de Marosakoa) et à la faveur de certaines vallées (Mamboina).

La famille du basalte a été subdivisée en trois séries :

4. — SÉRIE D'ANTANIMENA 1 (At1)

a) *Localisation, végétation, drainage.* — La série est représentée en deux endroits : au Sud de Matsitso (rive Est de la Mahajamba) et à l'Ouest d'Ambalakonjy (Nord-Est de la feuille). Sa superficie est d'environ 4.000 ha. La végétation est la forêt trophophile, ou la prairie qui la remplace. La topographie est plane en général ; le drainage est bon.

b) *Morphologie.* — Le profil typique (N° 13-32) peut être pris au Sud de Matsitso. La végétation est une alternance d'ilots boisés séparés par des graminées (*Heteropogon contortus*).

- 0- 30 cm — Brun-rouge foncé (J 34, — 5 YR 3/4) ; argilo-limoneux ; structure grumeleuse.
 30-120 cm — Rouge-jaune (H 36, — 5 YR 4/6) ; argilo-limoneux ; structure polyédrique.
 120-150 cm — Rouge-jaune (E 46, — 5 YR 5/6) ; quelques taches jaunâtres ; argile compacte enrobant des fragments de basalte.
 150 cm — Basalte.

Variantes : l'horizon humifère peut être un peu moins épais ; l'horizon rouge est généralement de teinte plus foncée et dépasse deux mètres.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.* — La réaction est faiblement acide à neutre (pH 6,2 à 7,0).

La fraction argile atteint 50 % en surface, elle décroît légèrement avec la profondeur. La fraction limon est de l'ordre de 25 %. La fraction sable est constituée généralement d'agrégats très fins que l'analyse mécanique ne parvient pas à résoudre.

La matière organique atteint 8,5 % en surface. Elle décroît assez vite avec la profondeur (0,5 % à 50 cm). L'azote total est voisin de 5 ‰. Le rapport C/N est de l'ordre de 9,0.

L'humidité équivalente est élevée, plus de 50 % en surface.

Le complexe absorbant est caractérisé par une capacité d'échange de 35 à 40 méq/100 g. Le degré de saturation est très élevé en surface (90 %), plus faible en profondeur (40 %). Les teneurs en bases échangeables sont élevées dans l'horizon humifère (CaO : 7,8 ‰ ; MgO : 1,2 ‰ ; K₂O : 0,3 ‰). Elles sont plus faibles en profondeur, en particulier en ce qui concerne la potasse.

L'acide phosphorique assimilable est très faible.

L'analyse du sol au réactif triacide montre que le rapport silice/alumine est compris entre 1,9 et 2,0.

Les argiles extraites du profil 13-32 ont été étudiées.

L'analyse au réactif triacide donne les résultats suivants :

N°	Résidu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	S/A	Cap. Ech.
13-321	0,2	28,1	24,9	25,6	1,8	5,8	14,0	1,91	34,4
322	0,1	30,4	24,8	26,4	1,8	6,0	13,0	2,08	42,0
323	0,3	29,65	19,9	31,2	1,4	7,6	13,8	2,5	44,1

Les courbes de perte en eau de ces argiles montrent que :

- l'eau hygroscopique est de l'ordre de 6 %,
- la perte en eau à 250° est à peine sensible,
- le crochet à 450° est très accentué.

La montée régulière de la courbe entre 200° et 400° fait penser que les hydroxydes de fer sont mal cristallisés. Les minéraux présents sont donc kaolinite et hydroxydes de fer (Fig. 2).

d) *Vocation culturale.* — Par suite de la présence de l'horizon humifère la série d'Antanimena 1 est un sol de bonne fertilité. Mais cet horizon est très vulnérable à l'érosion qui succède au défrichement. De plus, sa très faible étendue, son éloignement des voies de communication font qu'il paraît préférable de lui conserver sa couverture forestière.

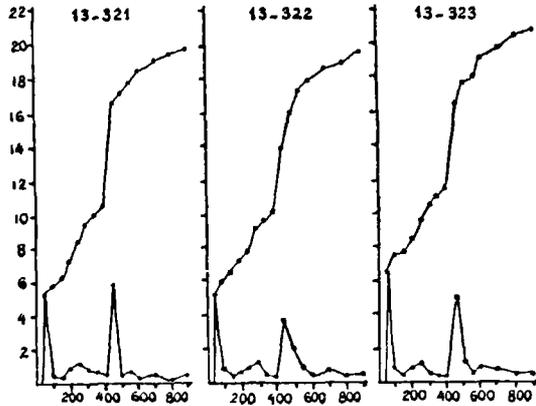


FIG. 2. — Courbes de perte en eau. Argiles extraites du profil 13-32 (Antanimena I).

5. — SÉRIE D'ANTANIMENA 2 (At2).

a) *Localisation, végétation, drainage.* — Cette série s'étend de part et d'autre de la Betsiboka. Elle totalise environ 22.000 ha. La végétation est essentiellement la savane à Palmiers. La série occupe des plateaux à pentes assez faibles vers le Nord. Le drainage y est bon. L'érosion, qui suit les feux de brousse très fréquents, y provoque des dégradations importantes.

b) *Morphologie.* — Les sols de cette série diffèrent de la précédente par l'absence d'un horizon humifère riche en matière organique et en bases. Un profil typique est le suivant noté au Sud d'Antanimasaka sous une savane à *Medemia nobilis* avec un tapis de graminées comprenant *Aristida rufescens* et *Heteropogon contortus*.

0- 20 cm — Rouge foncé (H 16, — 2,5 YR 3/6) ; limono-argileux ; grumeleux.

20-200 cm — Rouge (F 16, — 10 R 4/6) ; limono-argileux ; polyédrique.

Au-dessous — Rouge-jaune (F 46, — 5 YR 4/6) ; limono-argileux avec fragments de basalte non altérés.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.* — La réaction est acide (6,1 en surface ; 5,4 en profondeur). La fraction limon est plus importante avec le sable fin (30 à 40 % de chaque).

La matière organique ne dépasse pas 1,8 %. L'azote est inférieur à 1 ‰. Le rapport C/N est de 12,3.

Le complexe absorbant présente une capacité d'échange nettement plus faible que dans la série précédente (15 à 20 méq/100 g). Il est fortement désaturé. Les teneurs en bases échangeables sont assez faibles (environ 1 ‰ de CaO ; 0,3 à 0,2 ‰ de MgO ; moins de 0,16 de K₂O). L'acide phosphorique assimilable est très faible.

L'analyse au réactif triacide donne des valeurs du rapport silice/alumine comprises entre 1,9 et 2,0.

d) *Vocation culturale.* — Les sols de cette série, d'étendue considérable servent de pâturages aux bœufs. Le tapis de graminées est assez fourni. Ils pourraient supporter certaines cultures, mais leur éloignement des voies de communication et surtout leur dégradation par l'érosion en nappe et ravins ne sont pas favorables à l'agriculture. Certaines zones très abimées pourraient être réembroussaillées avec profit.

6. — SÉRIE D'ANTANIMENA 3 (At3)

a) *Localisation, végétation, drainage.* — Cette série ne couvre pas une très grande étendue (1.100 ha). Elle a été notée au Sud d'Ampijoroa, et à l'Est de la Betsiboka sous forêt tropophile et sous savane à *Medemia nobilis*. Le drainage est normal malgré une topographie plane.

b) *Morphologie.* — Le profil diffère de celui des sols précédents par la présence à sa partie supérieure de concrétions noires.

Le profil typique (N° 13-11) a été noté à trois kilomètres au Sud d'Ampijoroa sous une forêt assez dégradée.

0- 10 cm — Brun-rouge foncé (J 26, — 5 YR 3/3) ; argilo-limoneux ; grumelleux.

10-200 cm — Rouge foncé (H 16, — 2,5 YR 3/6) ; argilo-limoneux ; riche en concrétions ; grumelleux, très meuble.

200 cm — Grisâtre poudreux, basalte altéré.

Sur le plateau d'Ampombonitsamboka (rive Est de la Betsiboka) un profil analogue a été noté (N° 13-71).

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.* — La réaction est moyennement acide (avec un pH compris entre 5,0 et 5,3).

La fraction argile dépasse 40 %. Le limon est voisin de 25 %. La matière organique est de 4 % ; l'azote total 2,9 ‰ ; le rapport C/N : 9,1.

Le complexe absorbant présente une capacité d'échange de 35 méq/100 g en surface, inférieure à 20 méq/100 g en profondeur. Le degré de saturation est moyen. Les bases échangeables sont assez bonnes dans l'horizon humifère mais décroissant très vite au-dessous de celui-ci.

L'analyse du sol au réactif triacide donne des valeurs du rapport silice/alumine comprises entre 1,90 et 2,05.

Les concrétions extraites du profil 13-41 ont la composition suivante :

N°	Résidu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	H ₂ O+
13-412	1,7	17,1	9,7	54,4	2,5	13,5

Elles montrent une grande richesse en oxyde de fer.

d) *Vocation culturale.* — Les sols de cette série portent des pâturages ou sont occupés par des lambeaux de forêt. Ils sont très sensibles à l'érosion.

Famille du Bongo Lava (sable et basalte)

Cette famille présente des variations de texture considérables. A l'échelle du 1/200.000, il est difficile d'établir des subdivisions.

a) *Localisation, végétation, drainage.* — La famille du Bongo-Lava occupe environ 88.000 ha dans la moitié Est de la feuille. Les premiers sols apparaissent au carrefour des routes de Beronono, Port-Bergé et Amboromalandy. Ils s'étendent vers le Nord-Est et recouvrent les plateaux basaltiques situés de part et d'autre de la Mahajamba. La partie la plus importante est traversée dans toute sa longueur par la route de Port-Bergé à l'Est de la Mahajamba.

La végétation supportée fut autrefois la forêt tropophile dont il subsiste encore des lambeaux épars. Elle a été presque partout remplacée par une prairie absolument dépourvue d'arbres. *Aristida rufescens* y forme des peuplements à peu près purs dont la monotonie est rompue de temps à autre par des plages d'*Heteropogon contortus*.

La topographie est très plane, avec une légère pente vers le Nord. Le drainage y est bon en général ; des cuvettes subsistent de loin en loin, bordées de *Ficus cocculifolia* var. *sakalavarum* et de cuirasses de mare ferrugineuses relativement peu étendues. Le bord Sud du plateau est fortement attaqué par l'érosion et des lavaka très profonds remontant assez loin dans le plateau permettent l'observation des profils. Dans ces lavaka se développe une végétation forestière assez fournie qui suit le progrès de l'érosion.

b) *Morphologie.* — L'observation des profils des sols du Bongolava est favorisée par l'existence de lavaka de grandes dimensions qui permettent d'obtenir des coupes profondes. Cependant l'observation rapprochée est rendue assez difficile par suite de la rectitude des parois et de leur peu de cohésion.

Voici les profils notés en bordure du plateau au Sud-Est d'Ankamay.

0- 6 m — Rouge à rouge foncé ; limono-sableux ; meuble ; nuciforme passant graduellement à :

6-15 m — Jaune bariolé de gris et rouge ; avec quelques gros blocs de basalte en voie d'altération.

15-20 m — Couches de sables et d'argile de couleurs variées jaune et violacé.

Le fond du lavaka est encombré de blocs de basalte.

0- 6 m — Rouge foncé, limono-sableux.

6-12 m — Jaunâtre ; blocs de basalte s'altérant en boules.

12-20 m — Couches d'argiles et de sables.

Une légère excavation permet de mieux observer la partie supérieure du profil (N° 13-31).

0- 10 cm — Brun-rouge foncé (J 22, — 5 YR 3/3) ; limono-sableux ; quelques grains de quartz bien visibles, nombreux trous d'insectes, racines assez abondantes ; meuble ; nuciforme.

40-120 cm — Rouge foncé (H 34, — 5 YR 4/6) ; limono-sableux ; nettement plus compacte, quelques concrétions noires, quelques petits noyaux argileux assez durs ; grains de quartz de petite taille, bien arrondis et un peu mats.

La coupe se poursuit, rouge, jusqu'à 7 à 8 mètres, avec un lit de cailloutis noirs vers 5-6 mètres. La couleur passe graduellement au gris violacé avant les sables et les argiles. Près de Matsitso, ces cailloutis noirs visibles sur une pente sont des fragments de basalte. On trouve également quelques grosses boules de basalte.

Beaucoup plus au Nord (80) sous une prairie d'*Aristida rufescens* on note un début de profil analogue.

0- 20 cm — Brun-rouge foncé (J 26, — 2,5 YR) ; massif, écrasé donne une poudre limono-sableuse.

20-100 cm — Brun-rouge foncé (H 14, — 2,5 YR 3/4) ; dur et compact limono-sableux avec quelques petites concrétions.

Sur le plateau situé au Nord (N° 13-19) de Ampombinivanga et qui n'appartient déjà plus au Bongolava proprement dit, on trouve un sol analogue sous prairie d'*Aristida rufescens*.

0-50 cm — Brun-rouge foncé (J 36, — 2,5 YR 3/6) ; sablo-limoneux avec des grains de quartz très fins et arrondis ; très dur et massif donnant des fragments nuciformes.

50-80 cm — Brun-rouge foncé (J 26, — 2,5 YR 3/4) ; nuciforme, mais s'écrasant en poudre fine.

L'examen du rebord du plateau montre que ce sol repose sur le basalte dont il ne dérive pas.

Vers Ambohimena (N° 13-91) sur le plateau situé à l'Ouest de la Mahajamba, on note le profil suivant sous *Aristida rufescens* :

0-200 cm — Rouge sombre (J 14, — 10 YR 3/4) ; limoneux légèrement sableux ; massif à grumeleux.

200-400 cm — Rouge foncé (H 16, — 2,5 YR 3/6) ; limoneux, avec quelques petites concrétions.

400-500 cm — Rouge-jaune (H 36, — 5 YR 4/6) ; rouge tacheté de jaune limoneux.

D'autres profils analogues (N^{os} 13-93 et 13-95) ont été notés à l'Ouest d'Amberovero (route de Port-Bergé à Tsinjomitondraka) et près d'Amhalakonjy.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.* — La réaction est franchement acide. Le pH a tendance à s'élever légèrement avec la profondeur : 6,0 en surface, 6,3 à plus d'un mètre. Seuls, deux échantillons présentent un pH de l'ordre de 5,5.

L'analyse mécanique fournit des résultats assez variables. Les teneurs en argile varient entre 8 et 25 %, en limon entre 11 et 23 %. La fraction sable est la plus importante avec une prédominance très nette des sables fins sur les sables grossiers qui sont rarement importants. Les sables fins varient de 25 à 75 %, les sables grossiers entre 3 et 19 %.

La matière organique totale est de l'ordre de 2 % en surface (un seul échantillon atteint 8 %). En profondeur, les teneurs sont inférieures à 0,5 %. L'azote total est très proche de 1 ‰ (0,8 à 1,2 ‰). Le rapport C/N oscille peu autour de 10 (8,5 à 11,5).

Le complexe absorbant présente une capacité d'échange comprise entre 8 et 15 méq/100 g en surface (un seul échantillon atteint 33 méq/100 g). En profondeur la capacité d'échange est légèrement plus faible. Les teneurs en bases échangeables sont en moyenne les suivantes :

	CaO ‰	MgO ‰	K ₂ O ‰
Surface	1,3	0,4	0,1
Vers 100 cm. . . .	0,8	0,3	0,02

L'attaque du sol au réactif triacide fournit des valeurs du rapport silice/alumine comprises entre 1,8 et 2,2.

Un certain nombre d'argiles extraites d'échantillons récoltés sur le Bongolava ont été examinées. Elles ont la composition et les propriétés suivantes :

N ^o	Résidu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	S/A
13-311	2,4	39,7	24,1	13,6	0,2	8,2	13,6	2,80
13-312	0,3	32,65	21,35	21,2	1,4	3,9	14,0	2,59
13-801	0,1	32,6	27,8	22,4	1,9	3,6	13,2	2,11
13-802	1,0	32,4	25,9	24,8	2,4	3,4	12,0	1,98

Les courbes de perte en eau ont été établies sur ces argiles. Elles sont caractérisées par un crochet faible ou absent à 250°, et par un crochet prononcé à 450° (fig. 3). On peut en conclure à la présence de kaolinite. Les hydroxydes de fer sont probablement sous une forme mal cristallisée.

d) *Vocation culturale.* — L'ensemble des sols de la famille du Bongolava constitue des plateaux d'étendue parfois considérable (le principal est long d'environ 70 km et large de 5). Ils présentent une très grande épaisseur, et

sont très localement attaqués par une érosion spectaculaire. La mise à feu annuelle a pour effet d'homogénéiser la végétation qui n'est plus qu'une morne prairie d'*Aristida rufescens*. L'érosion en nappe doit y être très active.

A l'heure actuelle, ces sols ne sont utilisés qu'en pâturages extensifs, qui accélèrent les processus de dégradation.

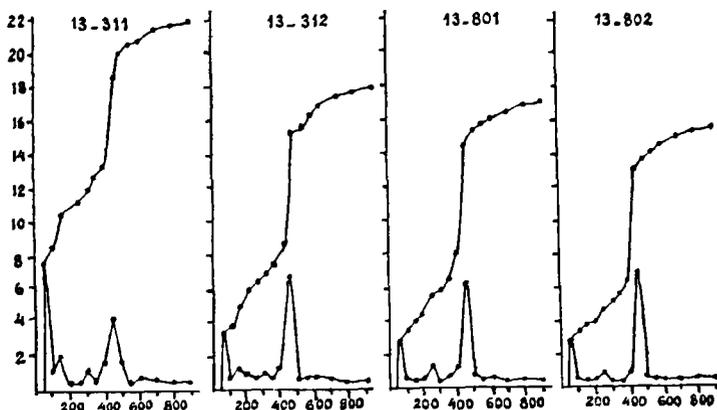


FIG. 3. — Courbes de perte en eau. Argiles extraites des profils 13-31 et 13-80 (Bongolava).

Ces sols pourraient être utilisés en pâturages à condition de renouveler les espèces fourragères à l'heure actuelle assez médiocres. Le fauchage serait possible, vu les très faibles accidents du relief et l'absence totale de roches. L'eau est assez rare en saison sèche et ne subsiste qu'au fond de quelques thalwegs, mais la nappe aquifère doit être assez constante de 12 à 15 mètres de profondeur.

Du point de vue agricole, certaines cultures paraissent possibles comme l'arachide. Mais dans l'état actuel du sol, il est peu probable qu'on obtienne des rendements intéressants. Quelques années d'engrais verts et si possible de fumier paraissent nécessaires avant d'espérer une culture rentable. Malgré les faibles pentes, il serait bon de suivre les courbes de niveau et d'effectuer des cultures en bandes, afin de minimiser l'effet des orages.

SOUS-GROUPE DES SOLS ROUGES

Les sols de ce sous-groupe sont largement représentés un peu partout sur la feuille. Ils dérivent de sables, grès, grès glauconieux et gneiss et se répartissent en quatre familles. La végétation primitive est la forêt trophile des terrains arénacés avec tous les stades de dégradation : savane à palmiers et prairie. Le drainage y est bon. L'érosion y est intense lorsque le couvert végétal vient à être insuffisant.

Le profil typique est le suivant :

- un horizon humifère brun-rouge épais de 10 à 15 cm qui peut manquer totalement,
- un horizon rouge parfois très épais (un à plusieurs mètres) assez compact de texture et de structure variable,
- la zone d'altération plus ou moins épaisse,
- la roche-mère.

Famille des sables

Les sols dérivés de sables ont été divisés en deux séries d'après la granulométrie. Celle de Belakoka est analogue aux « sables roux » du Sud et Sud-Ouest. Celle de Sinjeny est caractérisée par une granulométrie beaucoup plus grossière avec souvent des cailloutis et même des cailloux roulés.

8. — SÉRIE DE BELAKOKA (Bk)

a) *Localisation, végétation, drainage.* — Cette série présente une grande extension dans le Nord et le Centre de la feuille ; la superficie totale est d'environ 235.000 ha. Elle est représentée également aux environs de l'Ankarafantsika. La végétation primitive est la forêt tropophile des terrains arénacés. Elle est remplacée très souvent par la savane à *Acridocarpus excelsus*, à *Strychnos spinosa*, à Palmiers. La topographie est plane ; le drainage s'effectue de façon normale.

b) *Morphologie.* — Ces sols sont parfois difficiles à distinguer des sols dérivés de grès car il n'y a guère de différence dans la granulométrie. De plus, l'épaisseur des sols rend difficile l'observation d'un profil entier. Cependant l'observation de deux coupes profondes nous permet de penser que ces sols ne dérivent pas de grès mais probablement de matériaux d'origine continentale. L'altération doit y être très profonde et atteint généralement la formation sous-jacente. L'observation des clichés est assez instructive à ce sujet. En effet sur l'une on peut constater que l'altération d'un sol du type du Bongolava dépasse 6 mètres, sur l'autre, on voit que le « Sable Roux » épais de 4 m environ est altéré jusqu'au contact des grès parfaitement reconnaissables (Pl. VI, B et VII, A).

Coupe de Marokira à l'Ouest d'Ambalabe. — La plateau, foresté partiellement sur les bords, est terminé par une falaise haute de plusieurs dizaines de mètres. On peut noter environ 10 mètres de sol rouge sablo-argileux reposant sur plus de 10 mètres de grès décomposé à stratification entrecroisée nette et présentant des couches blanches, jaunes, violacées, etc...

Le sol rouge ne présente pas de trace de stratification.

Coupe au Sud de la route Manaratsandry-Trangabitika (N° 13-29) (Pl. VII, A) :

0- 4 m — Rouge foncé (H 18, — 2,5 YR 3/6) à rouge (E 26, — 2,5 YR 4/8) ; sablo-argileux ; compact et dur avec quelques grosses fentes verticales intéressant presque tout l'horizon ; pas de concrétions ; léger surplomb sur la couche suivante.

4-5,5 m — Rouge sablo-argileux, sable beaucoup plus grossier, nombreux cailloux roulés, dont certains anguleux. Stratification bien visible.

5,5-7,5 m — Violacé, argilo-sableux.
à 7,5 m — Argile grise.

Entre Labandy et Morafeno (près de la zone de capture), on note un sol rouge sablo-argileux épais de 3 mètres, séparé du grès par un lit de galets. Au-dessus, grès altéré plus argileux, rougeâtre, avec des taches jaunes.

On peut noter par ailleurs : à l'Est d'Ankilahila sous forêt tropophile (N° 13-3) :

0- 5 cm — Rouge sombre (J 14, — 10 R 3/4) ; sableux ; particulière ; riche en débris végétaux de toute sorte.

5-20 cm — Rouge (F 26, — 2,5 YR 5/6) ; sableux à sablo-limoneux ; tendance particulière.

20-60 cm — Rouge (E 38, — 2,5 YR 5/8) ; sablo-argileux ; beaucoup plus compact, nuciforme.

Des profils du même genre sont visibles dans l'Ankarafantsika : 13-71, au Sud d'Antevamena ; 13-110 près d'Ampijoroa.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.* — La réaction est normalement acide. Le pH varie entre 6,4 et 5,9 ; il est légèrement plus élevé en surface qu'en profondeur. Un seul échantillon de profondeur (profil 13-29 à 4 m, a donné un pH de 5,1).

La granulométrie est caractérisée par l'abondance des sables. Le refus au tamis de 2 mm atteint 10 à 15 % du sol total. Le sable grossier est normalement le plus élevé avec des teneurs supérieures à 50 %. Le sable fin varie entre 20 et 30 %. L'argile et le limon sont compris entre 2 et 12 % avec une prédominance nette de l'argile. Le profil 13-29 présente une granulométrie beaucoup plus équilibrée avec 32 % d'argile et 17 % de limon.

La matière organique est faible à très faible de 2 à 0,5 % en surface avec des teneurs en azote généralement inférieures à 1 ‰. Le rapport C/N varie entre 7 et 12.

La capacité d'échange est peu élevée : 5 à 10 méq/100 g en surface à 3 à 5 en profondeur. Les teneurs en bases échangeables sont faibles à très faibles. L'acide phosphorique assimilable est très faible.

Les argiles extraites de deux profils ont la composition suivante :

N°	Résidu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	S/A
292	0,1	38,95	31,2	13,6	0,7	3,0	15,0	2,12
711	0,3	32,7	28,2	22,4	0,1	4,8	13,8	1,98
712	0,9	28,6	26,4	24,8	0,2	4,4	14,0	1,84

d) *Vocation culturale.* — Ces sols rouges occupés par la forêt tropophile ou la savane sont assez pauvres en éléments fertilisants. Leur grande érodabilité par suite de leur texture sableuse fait que le maintien d'une couverture arborée paraît souhaitable.

9. — SÉRIE DE SINJENY (Snj)

Cette série occupe une étendue assez limitée (4.000 ha) sur la rive Est de la Mahajamba ; le sol est rouge et le profil est assez voisin de celui de la série précédente, mais renferme en abondance des cailloux de quartz bien roulés atteignant souvent la taille d'un œuf.

Cette série porte des broussailles et quelques arbres qu'il n'y a pas intérêt à voir détruire.

10. — SÉRIE DE L'ANKARAFANTSIKA 1 (Akf 1)

a) *Localisation, végétation et drainage.* — Cette série occupe une certaine étendue au cœur de la forêt de l'Ankarafantsika (5.000 ha). Par suite des fortes teneurs en sables, le drainage y est très bon.

b) *Morphologie.* — Cette série diffère des précédentes par suite d'une couleur qui paraît plus claire en place et par une texture beaucoup plus grossière. Le profil type est le suivant : 13-112 noté entre Ste-Marie et Bevazaha.

0- 10 cm — Brun foncé (H 64, — 7,5 YR 3/2) ; un peu humifère, quelques débris végétaux ; sableux grossier ; particulière.

10-110 cm — Brun-rouge (F 52, — 5 YR 4/6) ; sableux ; particulière.

c) *Caractéristiques physico-chimiques.* — La réaction est acide (5,8 en surface, 6,0 en profondeur). La granulométrie est caractérisée par une abondance de sable (sable grossier de 60 à 70 %, sable fin 25 à 30 %).

La matière organique est de l'ordre de 2 % et l'azote de 1,8 ‰ en surface. Le rapport C/N est 9,2. La capacité d'échange est faible : 11 méq/100 g en surface, de 3 à 5 méq/100 g en profondeur. Les teneurs en bases échangeables sont assez bonnes en surface, mais très faibles en profondeur.

d) *Vocation culturale.* — La déforestation aurait pour effet de faire disparaître l'horizon humifère et de laisser le sol en proie à l'érosion.

Famille des grès

12. — SÉRIE D'ANKOTIKA (Akt)

a) *Localisation, végétation, drainage.* — Cette série, qui figure également sur la feuille 12, est représentée un peu partout sur cette feuille. Elle totalise environ 29.000 ha. La végétation est soit la forêt tropophile, soit la savane à palmiers. La topographie est plane à légèrement inclinée vers le Nord. L'érosion est particulièrement active et provoque la formation d'îlots séparés.

b) *Morphologie.* — Le long de la route de Tsinjorano à Ankaramanga (N° 13-97). Profil observé sous *Acridocarpus excelsus*, *Dalbergia* sp., avec tapis d'*Aristida rufescens*.

0- 15 cm — Brun clair (D 54, — 5 YR 4/4); sablo-argileux; dur, massif à nuciforme.

15-250 cm — Jaune-rouge (D 46, — 2,5 YR 5/6); sablo-argileux; dur, nuciforme à polyédrique, quelques fentes verticales jusqu'à 120 cm.

250-320 cm — Rouge (D 38, — 2,5 YR 5/8) avec quelques taches blanches à grises devenant de plus en plus nombreuses vers la base; sablo-argileux; polyédrique à nuciforme.

320 cm — Argilo-sableux grisâtre.

Au Sud de Tsararivotra vers Trangabitika (N° 13-50):

0- 65 cm — Brun-rouge (F 44, — 5 YR 4/5); avec quelques taches grises; sablo-limoneux; quelques grosses fentes verticales, nuciforme à polyédrique.

65-200 cm — Rouge-jaune (F 48, — 5 YR 4/8); sablo-limoneux.

200 cm — Rouge (D 38, — 2,5 YR 5/8); avec taches grises de plus en plus nombreuses; sablo-limoneux.

Au Sud de la rocade qui joint la route Ankamay-Port-Bergé à Mampikony (N° 13-96) on note sous une savane à *Acridocarpus excelsus*, *Poupartia caffra*, *Aristida rufescens*:

0- 40 cm — Rouge-jaune (E 46, — 5 YR 4/8); sable, limon et argile en proportions identiques; nuciforme, compact.

40-100 cm — Jaune rouge (D 46, — 5 YR 6/6); texture identique à précédent; nuciforme.

100-150 cm — Jaune-rouge (D 56, — 7,5 YR 6/6); texture et structure identiques à précédent.

Au-dessous — Grès altéré grisâtre.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.* — La réaction est franchement acide avec un pH toujours au-dessous de 6,0. L'acidité diminue légèrement avec la profondeur.

La granulométrie est assez variable. L'argile est souvent élevée en surface

25 à 50 %. Elle décroît régulièrement avec la profondeur. Les teneurs en limon sont toujours nettement inférieures à celles d'argile. Le sable grossier est supérieur au sable fin.

La matière organique ne dépasse pas 2 % ; l'azote est presque toujours inférieur à 1 ‰. Le rapport C/N est compris entre 9 et 10.

Le complexe absorbant présente une capacité d'échange assez faible : 15 à 9 méq/100 g. Ce complexe est toujours fortement désaturé. Les bases échangeables sont faibles dans tout le profil. CaO ‰ : 0,3 à 0,5, MgO ‰ 0,2 à 0,6 ; K₂O ‰ 0,05, en général, certains profils présentent des teneurs en potasse beaucoup plus élevées 0,3 à 0,1 ‰.

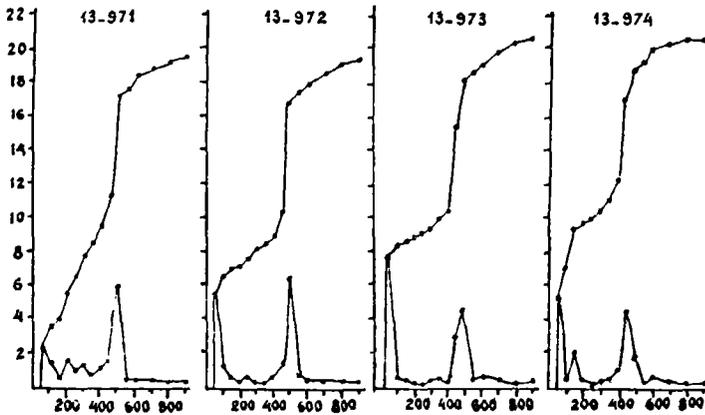


FIG. 4. — Courbes de perte en eau. Argiles extraites du profil 13-07 (Ankotika).

Les argiles du profil 13-97 ont été étudiées.

Leur composition centésimale est la suivante :

N°	Résidu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	S/A
971	1,7	36,9	27,8	10,4	0,7	3,8	15,9	2,28
972	0,5	40,2	24,6	11,2	0,6	5,5	13,9	2,77
973	0,9	39,45	27,3	9,6	0,2	8,2	13,3	2,43
974	1,1	38,4	26,1	12,0	0,2	7,0	13,5	2,50

Les courbes de perte en eau (Fig. 4), les courbes d'analyse thermique différentielle (Fig. 5), les diagrammes de rayons X montrent que les minéraux suivants sont présents dans tous les échantillons :

Kaolinite	}	environ 75 %.
Hydroxydes de fer mal cristallisés dans 971		
Goethite dans 972 à 974		

d) *Vocation culturale.* — Les sols de cette série sont pauvres en éléments fertilisants. Ils sont très fortement attaqués par l'érosion qui morcèle le

paysage par de nombreux ravins. Le maintien ou la reconstitution de la forêt paraît la meilleure défense contre la dégradation.

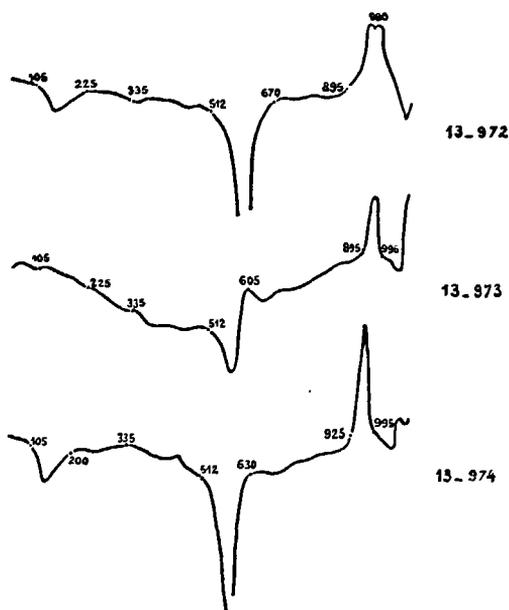


FIG. 5. — Courbes d'analyse thermique différentielle.
Argiles extraites du profil 13-97 (Ankotika).

13. — SÉRIE DE TSIASESY (Ts)

a) *Localisation, végétation, drainage.* — La série de Tsiasesy présente une aire assez disjointe. Elle est surtout représentée à l'Ouest de l'Ankarafantsika. Sa superficie est d'environ 16.000 ha. La végétation est le plus souvent la savane à palmiers. La topographie est plane à faiblement ondulée, le drainage est bon.

b) *Morphologie.* — Cette série diffère de la précédente par la présence d'abondantes concrétions rondes et noires. Le profil typique 13-73 a été pris à l'Ouest de l'Ankarafantsika sous une savane à *Hyphaene shatan*, *Acridocarpus excelsus*, *Aristida rufescens*.

0- 60 cm — Rouge-jaune (F 46, — 5 YR 4/6) ; sablo-argileux meuble.

60-130 cm — Rouge foncé (H 16, — 2,5 YR 4/6) ; sablo-argileux ; dur et compact.

130-190 cm — Rouge foncé (J 38, — 2,5 YR 4/6) ; sablo-argileux.

190-220 cm — Rouge (H 38, — 2,5 YR 5/8) ; sablo-argileux, concrétions abondantes.

220-350 cm — Brun-rouge (F 44, — 5 YR 4/5) ; quelques taches grises ; sablo-argileux.

Au-dessous de 350 cm — Gris tacheté de rouge.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.* — La réaction est franchement acide. Le pH décroît de 5,1 en surface à 5,3 en profondeur près de la zone d'altération.

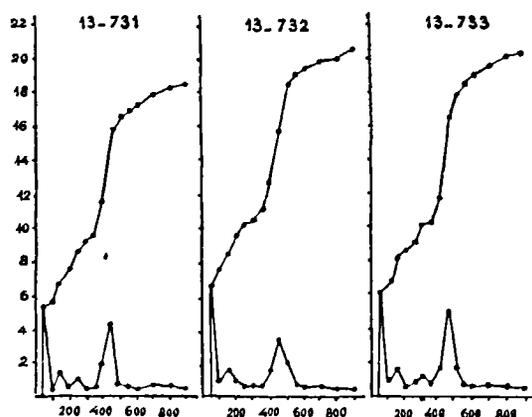


FIG. 6. — Courbes de perte en eau. Argiles extraites du profil 13-73 (Tsiasecy).

L'argile, assez forte en surface (44 %), décroît régulièrement avec la profondeur (23 %). Les sables augmentent avec la profondeur (de 40 à 60 %). Les sables grossiers sont nettement supérieurs aux sables fins.

La matière organique est faible ainsi que l'azote (1,2 % et 0,7 %). Le rapport C/N est 10,0.

Le complexe absorbant est pauvre en chaux (0,8 ‰ en surface ; 0,4 à 0,2 ‰ en profondeur), les teneurs en potasse sont faibles (0,12 % en surface et 0,05 en profondeur).

Les concrétions ont la composition suivante :

N°	Résidu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	H ₂ O ⁺
13-1005	46,8	11,3	7,7	16,0	0,3	10,3

Les argiles extraites du profil 13-73 ont les caractéristiques suivantes :

N°	Résidu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	S/A
731	0,2	34,9	25,25	20,0	2,35	5,6	12,8	2,35
732	0,7	34,7	23,8	20,0	1,7	6,3	14,0	2,48
733	0,6	35,2	25,3	17,6	1,4	6,4	13,5	2,36

Les courbes de perte en eau sont caractérisées par l'absence de crochet à 250° et la présence d'un crochet prononcé à 450°. On peut conclure à la présence de kaolinite et d'hydroxydes de fer mal cristallisés (Fig. 6).

Famille des grès glauconieux

Les grès glauconieux qui affleurent au Sud de la falaise de l'Ankarafantsika donnent naissance à des sols dont le profil présente de légères variantes par rapport à celui des sols précédents.

14. — SÉRIE DE BEANTARAMAHAMAY (Btm)

a) *Localisation, végétation, drainage.* — Cette série qui occupe environ 11.000 ha, a une forme allongée S.W.-N.W au pied de l'escarpement qui termine au Sud la forêt de l'Ankarafantsika. La végétation est la forêt tropophile, la savane à palmiers ou la prairie. Ces sols recouvrent des collines aux pentes peu accusées, le drainage s'y effectue normalement.

b) *Morphologie.* — Voici quelques profils : N° 13-74 noté près de Befotaka (à l'Ouest de la route d'Ambato-Boéni à Andranofasika) sous une savane à *Hyphaene shatan*, *Poupartia caffra* et *Dalbergia sp.*

0- 30 cm — Brun vif (E 68, — 7,5 YR 6/8) ; limono-sableux ; meuble.
30-150 cm — Jaune-rouge (D 56, — 7,5 YR 6/8) ; argilo-sableux ; compact.

150-300 cm — Jaune-brun (D 66, — 10 YR 6/6) ; argilo-sableux ; nuci-forme, avec quelques concrétions.

300 cm — Brun-rouge (D 44, — 5 YR 5/4).

N° 13-75 près de Beantaramahamay sous une prairie à *Aristida rufescens*, *Heteropogon contortus*, *Hyparrhenia rufa*.

0- 30 cm — Brun clair (D 54, — 5 YR 5/6) ; argilo-sableux ; avec quelques fentes verticales.

30- 65 cm — Rouge-jaune (F 36, — 5 YR 4/8) ; argilo-sableux ; compact.

65- 90 cm — Brun-jaune (F 48, — 5 YR 4/6) ; argilo-sableux.

90-150 cm — Brun-rouge (E 34, — 5 YR 5/4), avec quelques taches grises.

Ce profil présente donc avant l'horizon rouge, un horizon orange.

N° 13-79 noté au Nord-Est d'Ankaramanga (à l'Ouest de la Mahajamba) sous une forêt tropophile assez basse :

0- 75 cm — Rouge-jaune (F 46, — 5 YR 4/6) ; limono-sableux ; meuble, nuciforme à grumeleux.

75-165 cm — Jaune-rouge (D 56, — 5 YR 5/6) ; limono-sableux ; nuciforme.

Au-dessous de 165 cm — Brun clair (D 54, — 5 YR 6/6) ; en réalité jaune tacheté de rouge ; limono-sableux ; nuciforme.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.* — La réaction est acide dans tout le profil (le pH est compris entre 5 et 6).

L'analyse mécanique fait apparaître d'assez fortes teneurs en argile (30 à 45 %). Le limon est assez variable (9 à 30 %). Le sable grossier et le sable fin sont à peu près équivalents : 25 % environ. Les variations de texture dans un profil sont assez importantes ; elles paraissent dues plutôt à l'hétérogénéité de la roche-mère qu'à un mouvement de particules d'un horizon à l'autre.

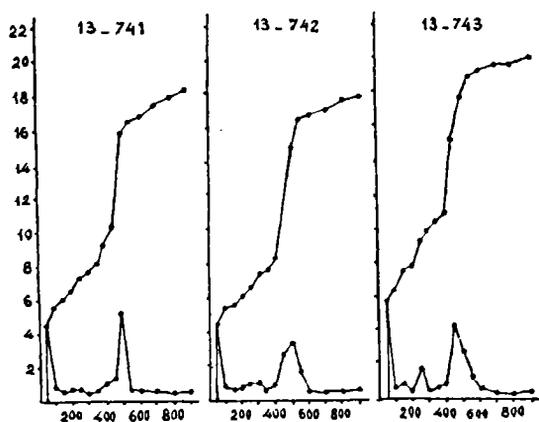


Fig. 7. — Courbes de perte en eau. Argiles extraites du profil 13-74 (Beantaramahamay).

La matière organique est assez faible : 2,5 % à 0,8 %. L'azote est compris entre 1,7 et 0,7 ‰. Le rapport C/N est voisin de 10.

Le complexe absorbant ne présente qu'une très faible capacité d'échange de bases (7 à 15 méq/100 g) avec de faibles teneurs en bases échangeables, surtout en potasse. Le complexe est faiblement saturé. L'acide phosphorique assimilable est pratiquement indosable.

Les argiles extraites du profil 13-74 ont été étudiées. Leur composition centésimale est la suivante :

N°	Résidu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	S/A
13-741	2,3	36,9	28,1	14,4	0,4	5,3	12,9	2,23
742	1,7	32,9	27,9	14,5	0,6	5,3	12,5	2,06
743	0,3	35,4	24,0	19,2	0,2	6,2	13,9	2,41

Les courbes de perte en eau présentent un départ d'eau hygroscopique modéré, des départs d'eau importants à 450°. Seul 743 présente un faible départ d'eau à 250° (Fig. 7).

Les courbes d'analyse thermique différentielle présentent les crochets à 550° et 950° de la kaolinite. Seule 743 présente un léger crochet endothermique à 340° (hydroxydes) (Fig. 8).

Les diagrammes de rayons X indiquent la présence de goethite et d'un peu de produits colloïdaux.

Dans ces trois échantillons, les substances suivantes sont présentes : kaolinite (environ 85 %), le reste en goethite et produits mal cristallisés.

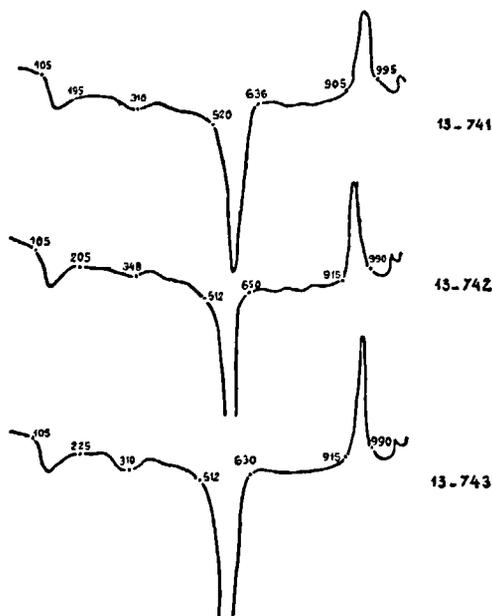


FIG. 8. — Courbes d'analyse thermique différentielle. Argiles extraites du profil 13-74 (Beantaramahamay).

d) *Vocation culturale.* — Les sols de cette série ne présentent guère d'intérêt ni du point de vue agricole ni du point de vue pastoral. Il paraît préférable de les laisser se réembroûssailler.

Famille du gneiss

Le gneiss apparaît au Sud-Est de la feuille. Le sol auquel il donne naissance a été rangé dans la série suivante.

15. — SÉRIE DE MAHAZOMA

a) *Localisation, végétation, drainage.* — Cette série est représentée sur la rive Est de la Mahajamba à proximité du gros village d'Andranolava :



A. — Vue générale sur le plateau du Bongo Lava.



B. -- Coupe de sol de la famille du Bongo Lava.

1.500 ha sont figurés sur la carte. La végétation est une savane arborée assez ouverte. Le sol recouvre des collines assez arrondies où le drainage s'effectue normalement. L'érosion est assez prononcée.

b) *Morphologie*: — Le profil 13-89 a été étudié à 3 km à l'Est d'Andranolava sous *Poupartia caffra*, *Acridocarpus excelsus*, *Dalbergia* sp., le tapis herbacé est à base d'*Hyparrhenia rufa* et *Aristida rufescens*.

0-15 cm — Brun clair (D 54, — 7,5 YR 6/6) ; argilo-sableux ; massif donnant fragments nuciformes.

15-50 cm — Jaune-rouge (D 46, — 5 YR 6/6) ; argilo-sableux ; massif à nuciforme ; quelques quartz anguleux.

Le profil se poursuit plus profondément mais n'est pas observable.

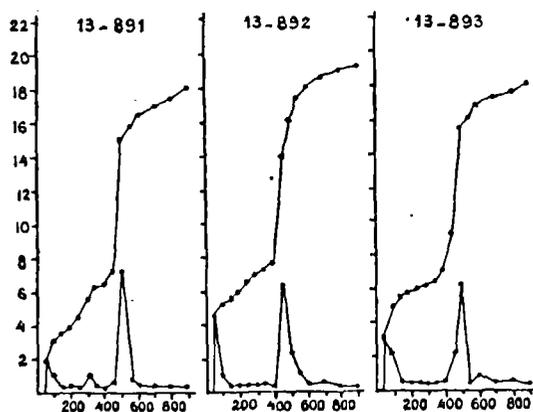


FIG. 9. — Courbes de perte en eau. Argiles extraites du profil 13-89 (Mahazoma).

c) *Caractéristiques physiques et chimiques*. — La réaction est acide. Le pH varie de 6,0 à 6,3. L'argile est voisine de 33 %, le limon de 25 %. La matière organique, l'azote sont faibles ; le rapport C/N assez bas : 6,7.

Le complexe absorbant présente une capacité d'échange peu élevée, et n'est que faiblement saturé. Les teneurs en bases échangeables ainsi que l'acide phosphorique assimilable sont très faibles.

Les argiles extraites du profil 13-84 ont les caractéristiques suivantes :

Composition centésimale :

N°	Résidu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	S/A
13-891	2,2	39,2	31,5	11,2	0,35	3,2	14,7	2,11
892	0,4	41,2	31,8	11,2	0,35	5,2	14,0	2,21
893	0,9	40,2	28,7	12,0	0,35	5,0	12,8	2,38

Les courbes de perte en eau présentent des départs d'eau hygroscopiques peu importants, un très faible départ d'eau à 250-300° pour 891, pas de

départ à cette température pour 892 et 893 ; un important départ d'eau à 450° ou 500° (Fig. 9).

Les courbes d'analyse thermique différentielle présentent des crochets endothermiques faibles à 150° ; très forts à 550°. L'échantillon 891 présente un crochet exothermique complexe avec des points à 895°, 915°, 965°. Les échantillons 892 et 893 présentent un crochet exothermique vers 950° (Fig. 10).

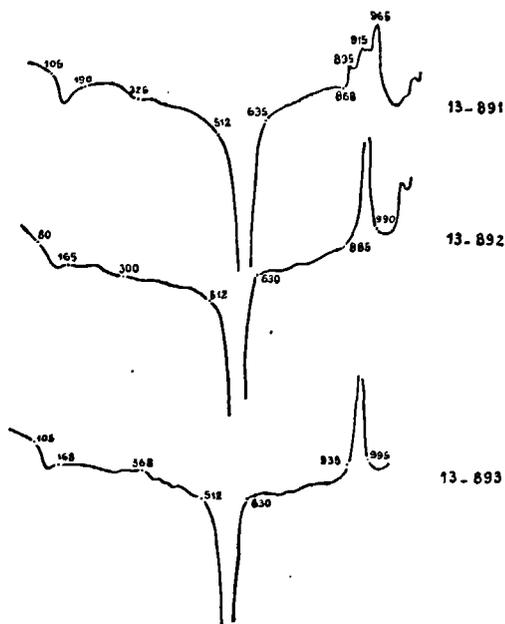


FIG. 10. — Courbes d'analyse thermique différentielle. Argiles extraites du profil 13-89 (Mahazoma).

Les spectres de rayons X indiquent la présence de goéthite.

L'ensemble de ces résultats montre que les minéraux suivants sont présents : kaolinite (environ 85 %) et le reste en goéthite.

SOUS-GROUPE DES SOLS JAUNES

Les sols de ce sous-groupe occupent de larges espaces surtout dans la partie centrale de la feuille. Ils dérivent de calcaires, sables et grès. La végétation primitive est très certainement la forêt. En pratique ces sols ne portent qu'une savane à *Medemia nobilis* ou *Hyphaene shatan*. Le drainage paraît bon partout. Il n'y a pratiquement pas de cultures sur ces sols. L'érosion est, par contre, assez intense, soit en nappe, soit en ravins, et laisse

derrière elle un terrain très morcelé avec des profils tronqués. De très vastes étendues sont érodées au point que le profil typique n'est plus visible ou la roche-mère est même fortement affouillée.

Le profil habituellement rencontré est le suivant :

- un horizon brun, argilo-sableux, nuciforme, épais de quelques centimètres ;
- un horizon jaune argilo-sableux, souvent riche en concrétions, épais d'un ou plusieurs mètres et passant à :
- un horizon grisâtre tacheté de jaune ou rouge ;
- la roche-mère.

Ce cas est celui du grès pour lequel le profil est le mieux observable, dans le cas de sables les deux horizons inférieurs manquent ; dans le cas du calcaire, le passage de l'horizon jaune à concrétions à la roche-mère est très brutal. Il n'a pas été noté de sol jaune sur basalte. Trois familles ont été distinguées : calcaire, sables et grès.

Famille du calcaire

Les sols dérivés du calcaire sont relativement peu étendus sur cette feuille. L'érosion est telle que la roche-mère apparaît à nu sur de vastes espaces.

16. — SÉRIE D'ANABORENGY

a) *Localisation, végétation et drainage.* — Les sols de cette série n'apparaissent que très localement sur le plateau de Mahamavo, en particulier aux environs d'Ambalakida et entre cette localité et les grottes d'Anjohibe. La végétation est le plus souvent la savane à *Hyphaene shatan* ou *Medemia nobilis*. La topographie est plane ; le drainage paraît s'effectuer normalement.

b) *Morphologie.* — Le profil type peut être pris entre Ambalakida et Antanimena sous une savane à *Acridocarpus excelsus* et *Medemia nobilis*.

- 0- 10 cm — Brun-rouge (F 44, — 5 YR 4/5), légèrement humifère ; nombreuses racines ; argileux à argilo-sableux ; grumeleux à polyédrique.
- 10-110 cm — Brun foncé (F 54, — 7,5 YR 4/5), puis brun vif (7,5 YR 5/6) ; argilo-sableux ; nuciforme, légèrement plastique, quelques concrétions de petite taille, non calcaire.
- 110-120 cm — Argile jaunâtre mélangée de calcaire.
- à 120 cm — Calcaire.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.* — La réaction est acide en surface (6,4). Elle augmente légèrement avec la profondeur en particulier près de la roche-mère, elle est neutre.

Les teneurs en argile sont de 35 % en surface, elles décroissent régulièrement avec la profondeur. Le limon varie entre 10 et 20 %. Le sable grossier est très faible.

Les teneurs en matière organique sont de 2,5 % en azote, de 1,55 ‰ en surface. Le rapport C/N est voisin de 9. En profondeur, les teneurs sont encore appréciables à 50 cm.

Le complexe absorbant est bien fourni en chaux (3,8 à 4,6 ‰) et magnésie (0,9 ‰). Les teneurs en potasse sont moyennes. La capacité d'échange est de l'ordre de 25 méq/100 g. Le degré de saturation est voisin de 60 %.

L'acide phosphorique assimilable est très faible.

d) *Vocation culturale.* — La série d'Anaborengy est utilisée en pâturages extensifs.

Famille des sables

17: — SÉRIE DE BEDORY (Bdy)

a) *Localisation, végétation, topographie.* — La série de Bedory occupe environ 14.000 ha surtout dans le Nord de la feuille. La végétation est typiquement la savane à *Medemia nobilis*. La topographie est plane ; le drainage y est bon, mais de place en place on peut noter quelques mares.

b) *Morphologie.* — Le profil suivant (13-67) a été noté au Nord-Est d'Ambalakida sous une savane à *Medemia nobilis* avec un tapis de graminées avec *Hyparrhenia rufa* et *Heteropogon contortus*.

0- 15 cm — Brun-gris très foncé (J 61, — 2,5 Y 3/2) ; sableux à sablo-limoneux ; nuciforme à particulière.

15-110 cm — Brun-jaune (E 64, — 10 YR 5/6) passant à brun-jaune clair (D 74, — 10 YR 5/6) ; sableux avec des taches rougêtres éparses et quelques petites concrétions réparties un peu partout ; nuciforme à particulière.

Le bas du profil n'a pu être observé.

Au Nord-Ouest de l'usine de la Mahajamba (village de Besakoa) on peut noter le profil suivant (13-34) sous une végétation arborée assez lâche où *Dalbergia sp.* est abondant :

0- 15 cm — Brun-gris foncé (E 61, — 10 YR 5/6) ; matelas de racines entrelacées ; sableux ; particulière.

15- 25 cm — Brun-gris (E 81, — 2,5 Y 5/2) ; sableux, très meuble.

25-110 cm — Brun-jaune (D 72, — 10 YR 5/4) ; sableux ; particulière.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.* — La réaction présente une acidité nette (pH 5,4 à 6,5). L'analyse mécanique montre que la fraction sableuse est de beaucoup la plus importante (70 à 80 %) avec une prédominance nette des sables grossiers sur les sables fins. L'argile est très faible (3 à 8 %), le limon est compris entre 8 et 25 %.

La matière organique qui atteint 3 % en surface décroît vite avec la profondeur. L'azote total qui atteint 1,5 ‰ en surface décroît plus lentement avec la profondeur. Le rapport C/N est voisin de 11,0 en surface.

Le complexe absorbant qui est moyennement saturé, présente des teneurs en chaux échangeable moyennes en surface, faibles en profondeur. La potasse est faible.

La capacité d'échange est de l'ordre de 10 méq/100 g.

L'acide phosphorique assimilable est très faible.

d) *Vocation culturale.* — Les sols de cette série sont quelquefois plantés en arachides (saison des pluies) en particulier au Nord-Est d'Ambalakida. La plupart du temps, ils ne servent qu'à des pâturages extensifs.

La culture des arachides paraît d'un avenir limité ; du moins sans jachère et sans apport de matières fertilisantes. L'absence totale de roches permettrait d'y faire des pâturages améliorés, du moins dans les zones où les arbres ne sont pas trop abondants.

Famille du grès

Le grès dont il s'agit est surtout celui du Sénonien de composition lithologique assez variable et le grès du Crétacé moyen. Les profils qui se développent à partir de cette roche-mère sont généralement épais mais leur observation est facilitée par les ravins qui s'y développent par suite de l'érosion. Deux séries ont été observées d'après la présence ou l'absence de concrétions.

18. — SÉRIE DE TANAMBAO 1 (Tb1)

a) *Localisation, végétation, drainage.* — Cette série est largement représentée dans le centre de la feuille. Sa superficie est d'environ 20.000 ha. La végétation est la savane à palmiers avec un assez lâche tapis de graminées. La topographie est normalement plane mais l'érosion en ravins est assez active. Le drainage y est bon.

b) *Morphologie.* — Le profil 13-13 a été observé près du village de Tanambao près de la route d'Amboromalandy à Port-Bergé, au Sud de la plaine d'Ambalabe (pl. II-B). La végétation est une savane à *Medemia nobilis* avec quelques *Acridocarpus excelsus* et *Dalbergia sp.* Le tapis de graminées est constitué d'*Hyparrhénia rufa* en touffes isolées.

0- 20 cm — Brun foncé (F 54, — 7,5 YR 4/5) ; sablo-argileux ; nuci-forme.

20- 70 cm — Brun foncé (F 54, — 7,5 YR 4/5) ; sablo-argileux, riche en concrétions.

70-150 cm — Jaune-rouge (D 56, — 7,5 YR 6/8) ; taches rouges, sablo-argileux, quelques concrétions.

150-270 cm — Rouge-jaune (E 58, — 7,5 YR 5/8) ; taches rouges de plus en plus nombreuses sur fond jaune ; sablo-argileux.

270-350 cm — Rouge-jaune (F 46, — 5 YR 4/6) ; sablo-argileux, taches rouges sur fond gris.

à 350 cm — Grès sablo-argileux, grisâtre.

Le deuxième horizon est très riche en concrétions rouges à noires. Ces concrétions peuvent arriver à se souder pour former de très gros blocs tendant vers la cuirasse. De tels blocs ont été notés dans certains ravins d'érosion à l'Ouest de la route de Tanambao à Ankazomborona, mais n'ont jamais pu être vus en place.

Dans la même région à Bemokimbo un profil analogue (13-28) a été noté sous une savane à *Medemia nobilis* avec comme graminées *Hyparrhenia rufa* et *Heteropogon contortus*.

0- 45 cm — Brun-jaune (E 66, — 10 YR 5/8) ; limono-sableux ; meuble ; nuciforme.

45- 80 cm — Brun-jaune (F 64, — 10 YR 4/3) ; limono-sableux assez compact ; riche en concrétions.

80-150 cm — Brun-jaune (E 64, — 10 YR 5/6), tacheté de rouge.

Près de Befanjava sous une savane à *Hyphaene shatan* et *Heteropogon contortus* on note le profil suivant (13-17) :

0-120 cm — Brun-jaune (E 64, — 10 YR 5/8) ; sablo-argileux ; quelques concrétions noires rondes.

120-250 cm — Brun (D 64, — 10 YR 6/6) ; sablo-argileux, fond jaunâtre avec taches rouges éparses.

250-300 cm — Brun-jaune (D 63, — 10 YR 5/6) ; sablo-argileux, fond grisâtre avec taches rouille éparses.

Ce profil est analogue aux précédents ; l'absence d'horizon riche en concrétions fait penser qu'il y a dû y avoir enlèvement par érosion de la partie supérieure du profil. Le long de la route de Marovoay à Beronono (lisière Nord de la forêt de l'Ankarafantsika, des sols jaunâtres à concrétions sont également visibles. Ils dérivent de grès du Crétacé moyen.

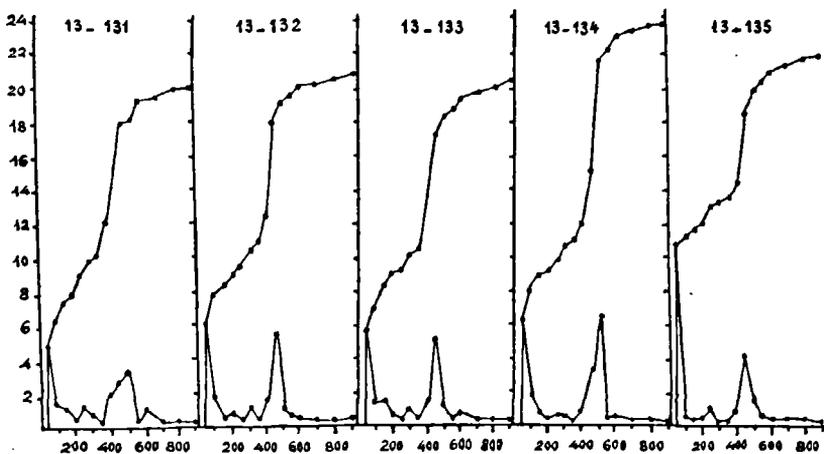


FIG. 11. — Courbes de perte en eau, Argiles extraites du profil 13-13 (Tanambao I).

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.* — La réaction est acide dans tout le profil (le pH varie de 5,3 à 6,0).

La granulométrie est assez constante 26 à 30 % d'argile et 60 % de sable environ. La matière organique est très faible en surface ; l'azote ne dépasse pas 0,8 ‰. Le rapport C/N est très bas.

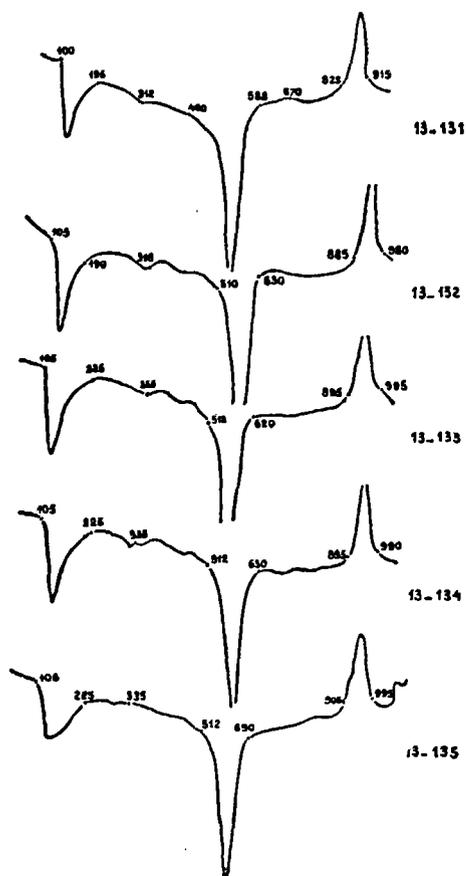


FIG. 12. — Courbes d'analyse thermique différentielle.
Argiles extraites du profil 13-13 (Tanambao I).

Le complexe absorbant est caractérisé par des teneurs en bases peu importantes. La chaux est particulièrement faible. La potasse échangeable n'est importante que dans l'horizon de surface. La magnésie est assez variable. La capacité de bases est faible et voisine de 10 méq/100 g. Le degré de saturation est bas.

L'acide phosphorique assimilable est très faible,

Les concrétions extraites du profil 13-13 ont la composition suivante :

N°	Résidu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	H ₂ O
13-132	20,8	13,0	18,2	26,4	1,4	12,5

Les argiles extraites du profil 13-13 ont les propriétés suivantes :

Composition centésimale :

N°	Résidu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	H ₂ O-	H ₂ O+	S/A
13-131	0,3	37,4	27,3	12,0	0,4	6,1	13,9	2,32
132	0,2	37,2	29,25	13,6	0,5	7,6	13,7	2,16
133	0,2	38,2	29,5	11,2	0,2	6,6	13,6	2,24
134	0,7	39,45	29,25	12,0	0,7	7,9	15,9	2,55
135	0,8	40,45	22,85	12,8	1,05	11,0	10,7	3,09

Les courbes de perte en eau ne présentent pratiquement pas de départ d'eau à 250°, mais un important départ à 450° (Fig. 11).

Les courbes d'analyse thermique différentielle présentent un crochet endothermique net à 150°, très faible à 310°-350°, très fort à 550° ; un crochet exothermique à 950° (Fig. 12).

Les diagrammes de rayons X montrent que les produits ferrugineux sont mal cristallisés.

La composition des échantillons est en gros la suivante : kaolinite 80 à 85 %, hydroxydes de fer 13 %.

d) *Vocation culturale.* — Les sols de cette série sont très sensibles à l'érosion. La mise à feu annuelle pour renouveler les pâturages a pour effet de l'accélérer. Il y aurait tout intérêt à permettre le réembroussaillage.

19. — SÉRIE DE BIRA (Bi)

a) Cette série est localisée dans le Sud-Ouest de la feuille, de part et d'autre de la Betsiboka. Elle totalise environ 3.100 ha. La végétation est la savane ou la forêt tropophile. Le drainage est normal.

b) *Morphologie.* — Le profil est analogue à celui des sols de la série précédente. La différence essentielle est l'absence de concrétions.

A l'Est de Bira, on a noté sous forêt tropophile (13-70) :

0- 40 cm — Rouge-jaune (E 58, — 5 YR 5/8) ; limono-sableux ; très meuble.

40-100 cm — Brun vif (E 56, — 7,5 YR 5/8) ; limono-sableux.

100-160 cm — Jaune-rouge (D 56, — 7,5 YR 6/8) ; limono-sableux.

160 cm — Jauné (C 66, — 10 YR 7/6) ; limono-sableux.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.* — La réaction est acide avec un pH voisin de 6,0. Il y a généralement une diminution avec la profondeur.

L'analyse mécanique fait apparaître de fortes teneurs en sables surtout grossiers, supérieures à 65 %.

La matière organique est faible ainsi que l'azote, même sous forêt.

Le complexe absorbant est caractérisé par de faibles à très faibles teneurs en bases. La capacité d'échange est très basse.

L'argile extraite de ces sols a la composition suivante :

N°	Résidu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	H ₂ O ⁺	S/A
701	0,4	36,7	30,4	16,0	0,4	17,8	2,05
702	0,5	36,7	30,1	16,2	0,4	17,2	2,07
703	0,9	36,7	29,9	16,0	0,7	16,6	2,08
704	0,9	38,9	29,35	13,6	0,55	16,7	2,25

d) *Vocation culturale.* — Ces sols, du fait de leur sensibilité à l'érosion, doivent être laissés boisés, autant que possible.

2. — Groupe des sols ferrugineux tropicaux lessivés

L'existence de ce groupe a été mis en évidence par G. TERCINIER (21) dans son étude sur la région du Kamoro, par C. MOUREAUX (18) dans la feuille de Maevetanana et par nous-même dans la feuille de Mitsinjo (20).

Les sols de ce groupe présentent à la partie supérieure de leur profil un horizon lessivé de couleur grise. Un sous-groupe a été distingué : gris sur rouge.

Ces sols se rencontrent sous végétation forestière ; ils existent également sous savane et prairie. Le drainage ne nous a pas paru anormal. La roche-mère est toujours un grès ou un sable (*a priori* relativement perméable).

20. — SÉRIE D'ANJIAJIA (Aj)

a) *Localisation, végétation, drainage.* — La série d'Anjiajia est localisée dans le Sud de la feuille (au Sud de la route de Marovoay à Tsaramandroso) ainsi que dans le Nord entre le plateau de Mahamavo et la plaine d'Ambalabe. On retrouve encore des sols de cette série à l'Est de la Mahajamba. Elle totalise environ 13.600 ha. La végétation est la forêt tropophile ou la savane. Le drainage paraît s'effectuer normalement.

b) *Morphologie.* — Les profils suivants ont été observés :

N° 13-6 près du village de Befandrama sous savane à *Poupartia caffra* et *Acridocarpus excelsus* avec tapis de graminées à base d'*Hypparrhenia rufa*.

0- 5 cm — Gris-rouge (E 21, — 5 YR 5/3) ; légèrement humifère ; sableux.

5- 30 cm — Rouge pâle (D 22, — 2,5 YR 6/2) ; sableux ; assez ferme.

30-100 cm — Rouge (E 36, — 2,5 YR 5/8) ; sablo-argileux ; compact.

100-130 cm — Brun-rouge (E 44, — 5 YR 5/5) avec quelques taches blanches.

130 cm — Grès sablo-argileux.

N° 13-46 près de Bekalila sous forêt tropophile :

0-3 cm — Brun-gris foncé (E 81, — 2,5 Y 5/2) ; feutrage de racines et débris végétaux divers ; sableux.

3-12 cm — Gris-brun ; sableux ; particulaire.

12-45 cm — Gris-brun clair (D 61, — 10 YR 5/2) ; sableux ; particulaire.

45-70 cm — Brun (D 62, — 7,5 YR 5/4) ; sablo-argileux ; dur et compact.

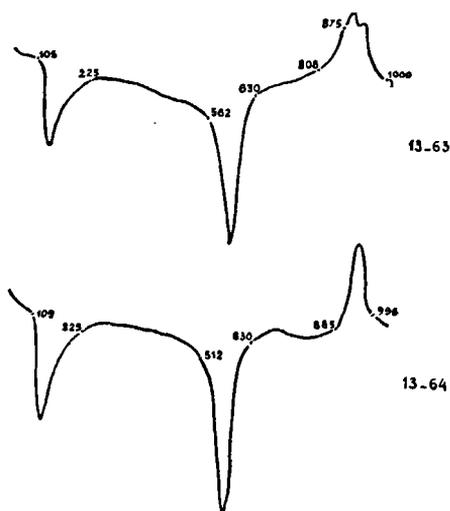


FIG. 13. — Courbes d'analyse thermique différentielle. Argiles extraites du profil 13-6 (Anjajia).

G. TERCINIER a noté au Sud de la Station agricole de Marovoay le profil suivant :

0-20 cm — Gris clair ; humifère ; sableux et meuble.

20-40 cm — Jaune grisâtre ; un peu durci, sec, sableux.

Au-dessous — Rougeâtre ; sableux, durci.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.* — La réaction, faiblement acide en surface et dans l'horizon lessivé, devient franchement acide dans l'horizon illuvial.

L'argile et le limon dont le total ne dépasse pas 5 % dans les horizons éluviaux, atteignent plus de 30 % dans l'horizon illuvial.

La matière organique est comprise entre 1 et 2 % en surface. Elle n'augmente pas de manière sensible en profondeur.

L'azote est assez bas ; le rapport C/N voisin de 13 en surface, décroît fortement en profondeur.

Les bases échangeables décroissent fortement dans l'horizon A₂ pour augmenter sensiblement en B.

L'acide phosphorique assimilable est faible partout. Le fer est nettement plus abondant en B qu'en A.

L'argile extraite du profil 6 a la composition et les propriétés suivantes :

N°	Résidu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	S/A
13-63	2,3	41,4	28,9	9,6	0,2	6,5	11,1	2,43
13-64	0,7	41,9	29,1	10,4	—	8,5	11,6	2,44

Les courbes d'analyse thermique différentielle présentent des crochets endothermiques importants à 150° et 550°, un crochet exothermique à 900° environ (Fig. 13).

Les spectres de rayons X présentent une raie peu intense et floue à 12,4. Les deux échantillons renferment les minéraux suivants :

	63	64
Kaolinite (env.)	50	60
Montmorillonite (env.)	35	25
Hydroxydes (env.)	10	10

3. — Groupe des sols à cuirasse ferrugineuse

Ce groupe n'a qu'une faible extension sur la feuille. Il n'a été mis en évidence qu'en des zones très localisées : près de la route d'Amboromalandy à Port-Bergé, près de l'usine de la Mahajamba, etc. La cuirasse s'est constituée en profondeur. Là où elle affleure en surface, il est probable que l'érosion l'a mise à jour. La végétation actuelle est herbacée. La topographie est plane ; la cuirasse apparaît à la faveur d'arrachements.

Morphologie. — Un profil a été noté à 17 km environ à l'Est d'Amboromalandy sous une végétation herbacée où domine *Heteropogon contortus* (N° 49).

0- 25 cm — Brun-rouge foncé (J 34, — 5 YR 4/6) ; sablo-argileux.

25-275 cm — Brun-rouge foncé (J 26, — 2,5 YR 3/6) ; sablo-argileux avec de nombreuses concrétions noires contournées.

275-300 cm — Concrétions beaucoup plus nombreuses passant à un banc dur et continu qui forme un léger surplomb sur le flanc du plateau. Ce banc renferme de nombreux grains de quartz soudés par un ciment rouge sombre ; des cavités existent mais sont peu nombreuses. La partie supérieure est couverte d'un enduit peu épais rouge très sombre,

300-400 cm — Rouge-jaune (F 46, — 5 YR 4/6), avec quelques taches ; sablo-argileux.

400-500 cm et plus — Blanchâtre avec taches roses ; sablo-argileux.

A l'Est du Lac d'Antsihely (Sud-Est de l'usine de la Mahajamba) on peut noter le profil suivant :

0- 20 cm — Cuirasse ferrugineuse, rouge très sombre ; caverneuse, grains de quartz reliés par un ciment rouge.

20-200 cm — Rouge plus ou moins tacheté de blanc et jaune.

200 et au-dessous — Grisâtre avec taches rouges.

Le grès intact n'est pas atteint.

Au Nord d'Ankerika, on peut noter dans les sols rouges un niveau ferrugineux de 7 à 8 cm d'épaisseur à une profondeur de 70 cm environ.

Caractéristiques physiques et chimiques. — Le sol est acide avec un pH inférieur à 6,0.

L'argile et le limon totalisent près de 30 % (l'horizon cuirassé mis à part) dans tout le profil.

La matière organique est voisine de 1,5 %, l'azote est de 0,6 ‰ en surface.

Les bases échangeables sont généralement assez faibles.

La capacité d'échange ne dépasse pas 7 méq/100 g.

La cuirasse a la composition suivante :

N°	Résidu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	H ₂ O ⁺
13-493	19,8	7,8	5,2	51,2	3,5	11,2

Les concrétions de l'horizon situé au-dessus de la cuirasse ont la composition suivante :

13-492	23,1	9,5	9,6	46,4	3,2	9,0
--------	------	-----	-----	------	-----	-----

Il est difficile de parler de vocation culturale pour ces sols. Tout au plus, la cuirasse pourrait être utilisée comme matériau d'empierrement, si elle était jugée suffisamment dure.

Association des Sols. — Dans le secteur Ankerikimamy-Ambalakonjy (Nord-Est de la feuille) les sols des séries Tsiasesy et Tanambao sont fortement intriqués. Il n'a pas été possible de les cartographier sur le terrain. Cette zone représente environ 5.000 ha.

III. — LES SOLS HYDROMORPHES

1. — Groupe des sols hydromorphes à accumulation de matière organique

SOUS-GROUPE DES SOLS DE MARAIS

Les sols de marais caractérisés par une accumulation assez importante de débris végétaux de toutes sortes, généralement mal décomposés, n'ont été

rencontrés qu'assez localement dans la partie Sud de la plaine de Marovoay, en particulier près de la localité d'Antranodakana. Sous les raphias de la vallée de la Marovoay, en amont de Bekalila, on trouve des sols assez analogues.

SÉRIE D'ANTRANODAKANA (Atk)

a) *Localisation, végétation, drainage.* — Cette série, qui totalise quelques dizaines d'hectares, est située près du village d'Antranodakana à mi-chemin entre Ambolomoty et la Station agricole de Tsararano. On peut considérer que la haute vallée de la Marovoay est occupée par un sol identique. La végétation actuelle est soit des raphias, soit des plantes vivant dans l'eau, comme *Typha angustifolia* ou *Typhonodorum lindleyanum*. Le niveau de l'eau est pratiquement toujours situé au-dessus de celui du sol, même en saison sèche. L'engorgement est toujours permanent.

b) *Morphologie.* — Le profil suivant a été observé entre Antranodakana et Tsararano :

0-15 cm — Noir ; débris de racines mal décomposés.

15-50 cm — Brun foncé ; masse plus ou moins liquide comprenant une abondance de débris de racines enchevêtrés.

50 et au-dessous — Argile grise plastique.

Au Sud du village de Tsiasesy le long de la vallée de Vavinmarovoay :

0- 50 cm — Noir ; nombreux débris de racines de raphias.

50-100 cm — Gris ; argile plastique, avec racines de raphias encore nombreuses.

100 et au-dessous — Argile gris clair ; plastique.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.* — Il n'a pas été fait de prélèvement de ce type de sol. On peut compter sur une forte acidité ; des teneurs très fortes en matière organique et azote avec un rapport C/N élevé ; des teneurs en bases assez faibles.

d) *Vocation culturale.* — Si un drainage convenable peut être assuré, cette série est susceptible de porter des rizières après tassement du sol et une certaine minéralisation de la matière organique. En effet, les teneurs probablement élevées en azote auront pour effet de favoriser la verse lors des premières récoltes.

SOUS-GROUPE DES SOLS MARÉCAGEUX

Les sols de ce sous-groupe forment une bande orientée Est-Ouest à la partie Sud de la plaine de Marovoay. Ils sont placés dans des conditions topographiques telles que le plan d'eau est notablement au-dessus de la surface du sol une grande partie de l'année. D'autre part, l'absence d'un alluvionnement important permet à la matière organique de se décomposer

sur place, tandis qu'en profondeur les phénomènes de réduction et de dissolution du fer sont prépondérants.

La végétation naturelle est à base de *Typha angustifolia*, de *Cyperus compactus*, etc... Lorsque l'irrigation et le drainage sont possibles, ces sols sont cultivés en rizières.

Le profil caractéristique est le suivant :

1° un horizon noir à gris foncé, où la matière organique est bien décomposée ;

2° un horizon de couleur claire, présentant des taches de couleur rouille ou ocre, par suite des rentrées d'air pendant la saison sèche ;

3° un horizon gris de « tany manga » où l'air ne pénètre pratiquement pas. Le point le plus bas de la nappe phréatique est à la limite des horizons 2 et 3.

Tous les sols de ce groupe dérivent d'alluvions d'origine parfois mal définie et de texture généralement argileuse formant une seule famille qui a été divisée en un certain nombre de séries :

SÉRIE DE MANARATSANDRY (Mn)

a) *Localisation, végétation, drainage.* — La plaine de Manaratsandry s'étend au Sud de la localité du même nom à l'Est de la Betsiboka. La partie représentée sur cette feuille avoisine 3.200 ha dont la quasi totalité est cultivée en rizières. A l'heure actuelle, le sol n'est exondé qu'un mois ou deux par an.

b) *Morphologie.* — Le profil suivant a été noté (13-25) à l'Est de la digue menant de Manaratsandry à Antanimasaka :

0- 7 cm — Noir à gris foncé (F 90, — 5 Y 4/1) ; matière organique bien décomposée ; argileux ; plastique.

7-12 cm — Gris ; encore bien fourni en matière organique ; argileux ; plastique.

12-50 cm — Gris clair (C 90, — 2,5 YR 6/0) avec quelques taches ocres ; argileux et plastique.

50-70 cm et au-dessous — Gris-brun clair (D 81, — 2,5 YR 6/2) sans taches ; argileux et plastique.

En différents endroits de cette plaine, on trouve des profils analogues. La matière organique est intimement mêlée à l'argile pour former une boue noire visqueuse dans laquelle on enfonce jusqu'au-dessus du genou.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.* — La réaction est fortement acide avec des pH compris entre 4 et 4,5.

L'argile et le limon sont particulièrement abondants dans tout le profil (35 à 50 % d'argile ; 25 à 30 % de limon).

La matière organique ne dépasse pas 7 % bien que l'horizon humifère soit très nettement marqué. La teneur en azote est importante. Le rapport

C/N est de 13,3 en surface. Le complexe absorbant est bien fourni en bases, surtout en potasse dont les teneurs sont très bonnes (0,4 à 0,8 ‰). La capacité d'échange est comprise entre 30 et 40 méq/100 g. L'acide phosphorique assimilable est très faible.

Les chlorures varient de 1,95 ‰ en surface à 3,49 ‰ en profondeur.

Les réserves sont peu importantes en chaux, mais fortes en potasse et acide phosphorique.

L'argile a été extraite d'un échantillon de profondeur 13-253.

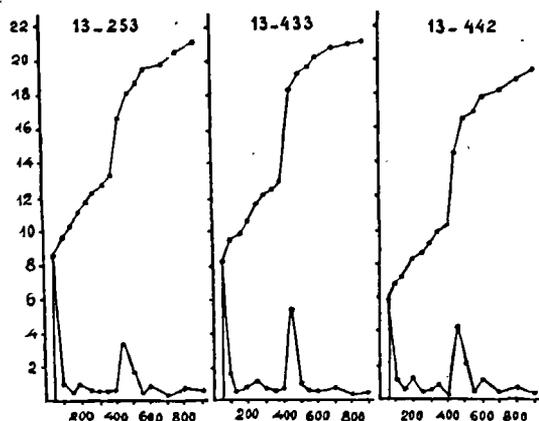


FIG. 14. — Courbes de perte en eau. Argiles extraites des profils 13-25 (Manaratsandry), 13-43 (Tanambao 2) et 13-44 (Ambohibary).

Composition centésimale :

N°	Résidu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	S/A	C E
12-253	0,2	42,8	23,1	11,0	0,4	9,7	13,2	3,15	41,6

La courbe de perte en eau présente un départ d'eau hygroscopique important, un départ d'eau modéré à 450° (Fig. 14).

La courbe d'analyse thermique différentielle présente des crochets endothermiques à 150° (modéré) et 550° (important) ; un crochet exothermique net à 900-950° (Fig. 15).

Le spectre de rayons X indique la présence de montmorillonite.

L'ensemble de ces résultats permet de conclure que, dans cette argile, les minéraux suivants sont présents : kaolinite (env. 50 %), montmorillonite (env. 30 %), hydroxydes de fer (env. 12 %).

d) *Vocation culturale.* — Située dans une zone basse accessible à l'eau d'irrigation, de texture argilo-limoneuse, présentant de bonnes teneurs en éléments fertilisants, ces sols sont tout indiqués pour la riziculture. Les récoltes y sont importantes.

SÉRIE DE TANAMBAO 2 (Tb2)

a) *Localisation, végétation, drainage.* — La plaine de Tanambao est située à 2 km environ à l'Est de la Betsiboka. Elle est entourée de trois côtés de collines boisées assez élevées ; la plaine d'Anjobajoba située un peu plus au Nord-Est lui est très analogue. Elle est inondée une grande partie de l'année. La végétation est à base de cypéracées dont la plus fréquente est le tsingetsetse (*Cyperus compactus*).

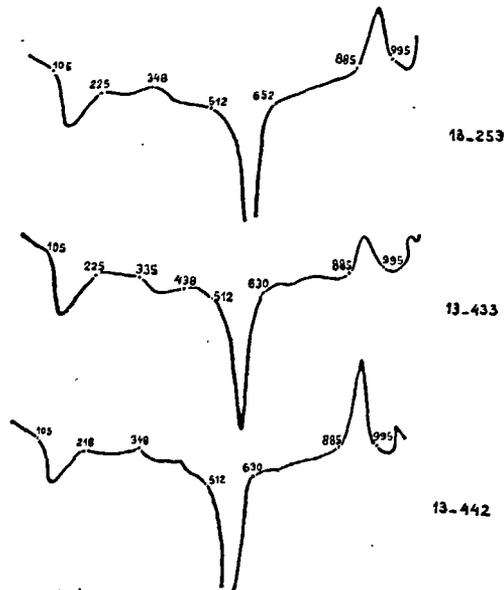


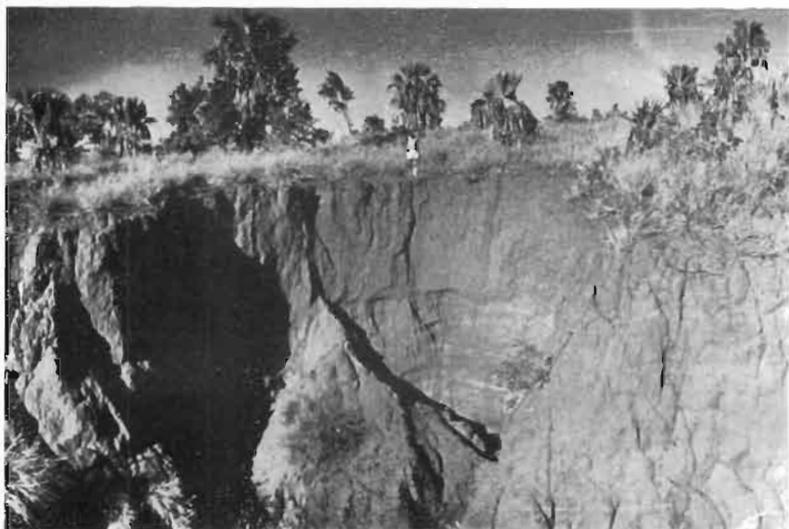
FIG. 15. — Courbes d'analyse thermique différentielle. Argiles extraites des profils 13-25 (Manaratsandry), 13-43 (Tanambao 2) et 13-44 (Ambohibary).

b) *Morphologie.* — Le profil suivant (13-43) a été noté dans la plaine de Tanambao :

- 0- 45 cm — Brun-gris foncé (F 61, — 10 YR 4/2) ; argile très dure se fendant verticalement sur les 30 premiers centimètres.
- 45- 75 cm — Brun-jaune (D 63, — 10 YR 5/6) en réalité grisâtre avec taches ocres ; plastique.
- 75-110 cm et en dessous — Jaune pâle (C 82, — 2,5 YR 7/4) ; argile plastique collant aux doigts.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.*

Propriétés du sol. — La réaction est acide, assez faible en surface (6,5), forte en profondeur (4,5).



A. — Coupe de « Sables rouges » reposant sur un grès altéré.



B. — Cuirasse de mare (Matsaborivato) sur le plateau du Bongo Lava.

L'argile (35 à 58 %) et le limon (18 à 31 %) sont les fractions les plus abondantes.

La matière organique est moyenne en surface ainsi que l'azote. Le rapport C/N est élevé. Le complexe absorbant est très bien pourvu en bases, surtout en potasse. La capacité d'échange est élevée : 60 méq/100 g en surface et 40 à 50 méq/100 g en profondeur.

L'acide phosphorique assimilable est faible. Les réserves sont moyennes en chaux et fortes en potasse et en acide phosphorique.

L'argile extraite de l'échantillon 13-433 a été analysée. Sa composition est la suivante :

N°	Résidu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	S/A	C E
13-433	1,6	40,55	18,1	12,8	0,5	9,3	11,9	3,80	36,7

La courbe de perte en eau présente un départ d'eau hygroscopique important, un départ d'eau faible à 250°, un départ d'eau fort à 450° (Fig. 14).

La courbe d'analyse thermique différentielle présente des crochets endothermiques à 150° (modéré) et 550° (moyen), un crochet exothermique à 950° (Fig. 15).

Le spectre de rayons X montre la présence d'illite.

L'ensemble de ces résultats montre que les minéraux suivants sont présents : kaolinite (60 % environ), illite (20 %), hydroxydes de fer (15 %).

d) *Vocation culturale*. — Cette série n'est pas cultivée, faute d'eau en saison sèche. Sa texture, assez lourde, en ferait un bon sol de rizière. Actuellement, elle ne sert qu'à des pâturages.

SÉRIE DE BEPAKO (Bp)

a) *Localisation, végétation, drainage*. — Cette série est située entre l'îlot sableux où est bâti le village et la bordure Sud de la plaine de Marovoay. Elle est normalement cultivée en rizières ; cependant sur quelques points hauts poussent des bananiers ou des cypéracées. La nappe phréatique est haute toute l'année.

b) *Morphologie*. — Le profil noté est relativement simple.

0-30 cm — Gris à noir, argileux : bouillie organo-minérale.

30-80 cm et au-dessous — Argile grise plastique.

Il n'a pas été fait de prélèvement pour cette série.

Les propriétés physiques et chimiques doivent être très voisines de celles des sols précédents.

c) *Vocation culturale*. — Le riz est la seule culture praticable.

SÉRIE DE TSARARANO (Tsa)

a) *Localisation, végétation, drainage*. — Cette série occupe environ 500.000 ha au débouché de la rivière Marovoay dans la plaine. En raison de

cette situation, la granulométrie est assez hétérogène. A une plus grande échelle, des subdivisions pourraient être établies en tenant compte de la répartition du sable grossier que l'on trouve tantôt au sommet du profil, tantôt en profondeur. La totalité de la série est cultivée en rizières. La nappe phréatique est haute presque toute l'année.

b) *Morphologie*. — Voici quelques profils notés dans le périmètre de la station :

- a) 0- 25 cm — Noir à gris ; argilo-humifère.
25- 50 cm — Gris ; argileux, plastique.
- b) 0- 35 cm — Noir argileux à argilo-sableux.
35- 80 cm — Gris à taches de rouille ; argilo-sableux plastique.
80-100 cm — Beige à gris sans taches, argilo-sableux.
- c) 0- 20 cm — Noir à gris foncé.
20- 60 cm — Gris clair ; tacheté de rouille ; argileux.
60-100 cm — Argile grise plastique.

En dehors du périmètre de la Station agricole, le profil suivant a été noté entre Ambalomoty et Antranodakano :

- 0- 3 cm — Fine couche d'alluvion sableuse, brune, avec des racines peu décomposées enchevêtrées.
- 3- 40 cm — Gris foncé ; argileux avec un peu de sable grossier et encore quelques racines ; structure massive donnant des fragments grumeleux à nuciforme de 0,5 à 1 cm de côté ; la porosité est assurée par la décomposition des racines ; la cohésion est moyenne.

Passage brutal à :

- 40- 50 cm — Gris avec des taches rouille, suivant les trous laissés par les racines ; argileux, pas de sable grossier ; plastique ; légère porosité tubulaire.
- 50-200 cm et au-delà — Gris légèrement bleuté ; argileux ; plastique, massif, aucune porosité.
- Entre 150 et 200 cm — Teinte légèrement verdâtre quelques petits nodules verts (vivianite ?).

c) On trouvera dans DOBELMANN (17) une analyse de sol de cette série.

d) *Vocation culturale*. — Ce sol constitue un bon sol de rizière.

SÉRIE D'AMBARO (Aba)

Cette série de peu d'étendue a été notée au Nord-Ouest de la feuille, à proximité du village d'Antanimena. Elle occupe un bas-fond marécageux peuplé de *Typhonodorum lindleyanum*. Le profil suivant a été noté :

- 0-40 cm — Noir à gris très foncé, riche en matière organique ; un peu argileux.
- 40-80 cm — Gris ; sablo-argileux.

Les bords de la dépression sont cultivés en oignons et tomates vendus à Majunga.

SÉRIE DE BETSIOKA (Bts)

Au Sud et Sud-Ouest du plateau de l'Ankarafantsika un certain nombre de petites rivières qui se jettent dans la Betsiboka ou le Kamoro sont bordés de plaines où le drainage est nettement déficient. Ces plaines sont toutes cultivées en rizières.

Le profil noté près de Befotaka est le suivant :

0- 30 cm — Gris foncé à noir, quelques taches rouille ; argileux à argilo-sableux.

30-100 cm — Gris très clair ; sableux ; particulière.

Le riz est la seule culture possible sur ces sols.

Les deux séries suivantes ne présentent pas l'ensemble des caractères notés pour les précédentes : horizon supérieur présentant une accumulation notable de matière organique, horizons inférieurs tachetés ou nettement gris. Seul l'horizon supérieur présente une accumulation de matière organique, l'éclaircissement des horizons profonds est beaucoup moins nette.

SÉRIE D'AMPISARAH (Aph)

a) *Localisation, végétation, drainage.* — Cette série est située sur la rive Ouest de la Mahajamba au Nord du bac d'Androka et au pied de la falaise basaltique. La roche-mère est un mélange de basalte et de sables. La végétation est une prairie de hautes graminées (*Hyparrhenia rufa* surtout). Au début de la saison sèche, le sol est encore très humide, l'eau provient de sources situées au pied de la falaise.

b) *Morphologie.* — Le profil noté (13-92) est le suivant :

0- 20 cm — Gris très foncé (J 90, — 5 Y 3/2) ; limono-argileux ; plastique.

20- 70 cm — Brun olive (F 74, — 10 YR 4/4) ; limono-argileux ; grumeleux.

70-100 cm — Brunâtre, avec quelques taches jaunes ; limono-argileux ; quelques petites concrétions noires ; grumeleux.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.* — La réaction est alcaline (le pH passe de 7,7 en surface à 7,3 en profondeur). L'analyse mécanique fait apparaître des teneurs assez importantes en limon et sable fin. La matière organique est de 7,5 % en surface. Le rapport C/N est élevé (14). La matière organique décroît vite avec la profondeur.

Le complexe absorbant est caractérisé par une capacité d'échange élevée : 70 méq/100 g en surface ; les teneurs en chaux, magnésie échangeables sont fortes.

d) *Vocation culturale.* — Cette série constitue un bon pâturage.

SÉRIE D'AMBOANJA (Abj)

a) *Localisation, végétation, drainage.* — Cette série, localisée au Sud-Est de Tsaramandroso, a déjà été décrite par G. TERCINIER (22). Elle occupe une zone assez plane au milieu des marnes.

Elle supporte une végétation à base de graminées avec quelques arbres et arbustes. La topographie est plane; en saison des pluies, elle est complètement inondée.

b) *Morphologie.* — Nous rappelons que le profil décrit par G. TERCINIER près d'Amboanja sous prairie de graminées et cypéracées est le suivant :

0-20 cm — Brun-noir; lourd, paraissant très argileux; grosses mottes dures emprisonnant un lacs de racines.

20-60 cm — Jaune-brun; lourd, un peu humide; très plastique avec encore quelques racines.

60 cm et au-dessous — Sable pur; jaune avec taches à contours mal déterminés, grises et couleur de rouille.

Au Sud de Tsaramandroso en bordure de la route d'intérêt général N° 4, nous avons également noté :

0-10 cm — Brun-noir; argileux avec un peu de sable fin; polyédrique (fragments de 1 à 2 cm), fortement structuré; cohésion forte; porosité par fentes.

10-30 cm — Brun-jaune avec quelques taches rougeâtres diffuses argileuses de 1 à 4 cm; fortement structuré; cohésion forte; porosité par fentes.

30-60 cm — Gris avec taches rougeâtres diffuses; sableux fin; uniforme à particulaire; faiblement structuré; cohésion faible, porosité ordinaire.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.* — La réaction est acide en surface. Le pH voisin de 6,0 augmente avec la profondeur. L'argile est abondante au-dessous de l'horizon humifère. La matière organique est assez abondante en surface ainsi que l'azote. Le complexe absorbant présente une capacité d'échange de 30 à 35 méq/100 g; il n'est pas saturé en chaux. Les sels solubles sont des sulfates, surtout en profondeur.

d) *Vocation culturale.* — Si l'eau est disponible, ces sols peuvent porter des rizières ou des pâturages en saison sèche.

SOUS-GROUPE DES SOLS NOIRS TROPICAUX

Les sols de ce sous-groupe dérivent généralement de roches-mères calcaires (calcaires en place ou alluvions calcaires). La couleur de tous ces sols est d'abord noire puis elle s'éclaircit progressivement au niveau de la roche-mère.

La végétation ne présente pas de caractères très spéciaux : dans les zones de bas-fonds, on a la végétation habituelle des sols hydromorphes, dans les autres zones, une forêt tropophile primitive ou plus ou moins dégradée.

Le drainage est toujours médiocre, soit par suite d'une position topographique basse, soit parce que le sol particulièrement argileux et compact, ne permet qu'une pénétration difficile de l'eau de pluie qui stagne en surface.

Famille du calcaire

Elle est représentée par la série de Marohoga (Mg) déjà étudiée et décrite dans la notice de la feuille N° 12 (21).

SÉRIE DE MAROHOGA

a) *Localisation, végétation, drainage.* — Cette série se rencontre au Nord-Ouest de la feuille sur le périmètre de la Station forestière de Marohoga et près d'Ambalakida. Elle occupe environ 500 ha. La végétation est la forêt tropophile ou la forêt dégradée où domine *Foetidia retusa*. Le sol est relativement plat mais l'infiltration de l'eau en saison des pluies doit être difficile.

b) *Morphologie.* — Le profil (13-5) au Sud-Ouest d'Ambalakida est le suivant :

0- 3 cm — Gris foncé (F 81, — 5 Y 4/3) ; argileux ; grenu.

3- 30 cm — Gris foncé ; argileux ; plastique ; peu calcaire.

30-100 cm — Gris (E 90, — 10 YR 4/1) ; argileux ; plastique ; quelques petites concrétions calcaires.

Au-dessous de 100 cm — Gris clair (C 90, — 2,5 YR 6/0) ; argile calcaire avec cristaux de gypse.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.* — La réaction est alcaline. Le pH décroît de 8,3 en surface à 7,9 à 100 cm.

L'analyse mécanique fait apparaître de fortes teneurs en argile : plus de 50 % en surface ; 34 % à 100 cm. Les teneurs en calcaire augmentent avec la profondeur.

Malgré la couleur noire du sol les teneurs en matière organique ne sont pas très élevées (2 % environ en surface) avec un rapport C/N de 13. Les teneurs en carbone décroissent lentement avec la profondeur, indiquant une pénétration assez régulière de la matière organique.

Le complexe absorbant est caractérisé par une capacité d'échange élevée, 60 méq/100 g en surface, 40 méq/100 g en profondeur. Les teneurs en bases échangeables sont élevées partout. Les teneurs en potasse sont particulièrement fortes (1,1 à 2,0 ‰). L'acide phosphorique assimilable est très faible.

Les argiles extraites du profil 5 ont les propriétés suivantes :

Composition centésimale :

N°	Résidu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	S/A
51	0,9	44,2	14,25	12,0	0,2	8,5	12,5	5,27
52	0,7	45,2	16,9	12,0	0,4	10,2	10,6	4,54

Les courbes de perte en eau présentent un très gros départ d'eau hygroscopique sans départ caractéristique à 450°. Les argiles sont très probablement constituées de montmorillonite et d'hydroxydes de fer (Fig. 16).

d) *Vocation culturale.* — Vu la faible étendue de cette série et l'impossibilité de l'irriguer, il est préférable de lui conserver une couverture boisée.

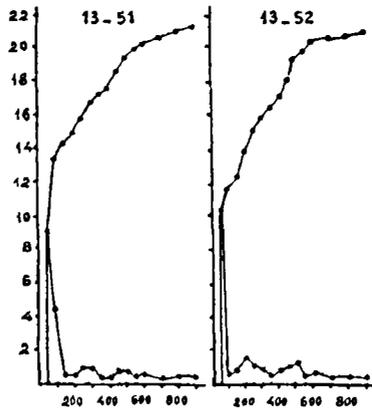


Fig. 16. — Courbes de perte en eau. Argiles extraites du profil 13-5 (Marohoga).

Famille des alluvions

Elle est représentée par la SÉRIE D'AMBALAKIDA (Akd)

a) *Localisation, végétation, drainage.* — Aux environs d'Ambalakida, ainsi qu'en divers endroits entre cette localité et Andasibe, on rencontre des sols noirs à gris foncé dérivés d'alluvions calcaires. Ils occupent de petites étendues dont toutes n'ont pu être indiquées sur la carte. Ils sont cultivés en rizières ou potagers (légumes pour Majunga). Près d'Ankilahila, sous rizières, on a pu noter un sol qui paraît faire transition entre les sols noirs et les sols marécageux.

b) *Morphologie.* — Rizières d'Anjinjabe à l'Est d'Ambalakida, bas-fond entouré de petites collines calcaires à peu près squelettiques (N° 13-1) :

0- 20 cm — Gris (D 90, — 2,5 YR 5/0) ; argileux, grosses fentes de retrait ; se débite en petits blocs anguleux.

20- 60 cm — Gris clair (C 90, — 2,5 YR 6/0) ; argileux, compact et dur passant graduellement à :

60-100 cm — Gris clair (C 90, — 2,5 YR 6/0) ; argileux, plastique. Le calcaire est présent dans tout le profil.

Près du village d'Ambalakida en bordure de la rivière Antsahalavo, on note un profil assez semblable :

0- 40 cm — Gris foncé ; argileux ; plastique et calcaire.

40-120 cm — Gris à beige clair ; argileux ; très plastique et calcaire.

Au Sud-Ouest d'Andasibe en bordure d'un ruisseau tari en saison sèche, on note, sous une haute prairie d'*Hyparrhenia rufa*, le profil suivant (13-68) :

0- 20 cm — Brun-gris très foncé (J 61, — 2,5 YR 3/2) ; argileux, grumeleux à polyédrique.

20-100 cm — Brun foncé (H 61, — 10 YR 3/3), s'éclaircissant vers le bas ; argileux, plastique.

100-130 cm — Brun-gris (E 81, — 2,5 Y 5/2) ; argileux, riche en calcaire.

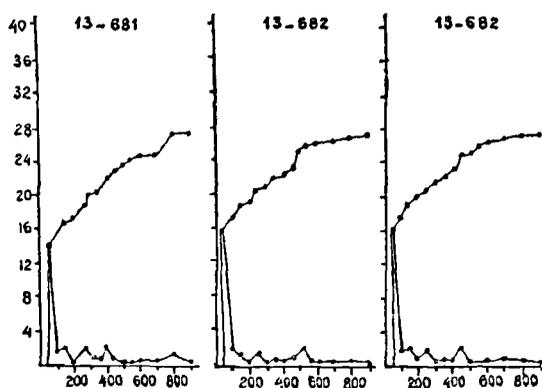


FIG. 17. — Courbes de perte en eau. Argiles extraites du profil 13-68 (Ambalakida).

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.* — La réaction est alcaline avec un pH compris entre 8,0 et 8,5.

L'argile est toujours la fraction la plus abondante, avec des teneurs voisines de 50 % en surface.

La matière organique est assez forte (6 %) mais l'azote relativement faible 2,3 ‰, ce qui donne un rapport C/N élevé (15,7). Le complexe absorbant est caractérisé par de très fortes teneurs en chaux et magnésie, mais les teneurs en potasse sont relativement basses sans être faibles. La capacité d'échange est assez élevée à Andasibe (50 à 60 méq/100 g) plus faible à Anjinjabe.

L'acide phosphorique assimilable est très faible.

Les argiles extraites du profil 13-68 ont les propriétés suivantes :

N°	Résidu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	S/A
681	0,2	37,4	21,4	12,0	0,4	13,9	11,2	2,07
682	0,4	37,7	22,2	11,4	0,3	10,2	8,4	2,88

Les courbes de perte en eau sont caractérisées par un très fort départ d'eau hygroscopique et une absence de crochet bien caractérisé au-dessus de 200°. La montmorillonite doit être l'espèce minérale dominante (Fig. 17).

2. — Groupe des sols à gley

SOUS-GROUPE DES SOLS GRIS

Les sols de ce sous-groupe sont placés dans des conditions topographiques telles que le drainage s'effectue mal ou pas du tout pendant une partie de l'année, par suite d'inondations ou d'irrigations. L'alluvionnement est assez important et le développement d'un horizon organique notable n'a pas lieu. On trouve à une profondeur généralement faible un horizon gris-bleuté (tany manga des malgaches) souvent très épais qui est la caractéristique de ce sous-groupe. La végétation primitive est à base de Cypéracées, mais la plupart du temps, elle est remplacée par des cultures.

Le profil caractéristique est le suivant :

- un horizon faiblement organique, généralement constitué d'alluvions récentes qui se fond graduellement en :
- un horizon gris tacheté de rouge qui surmonte :
- un horizon gris d'argile plastique très épais.

Les sols dérivent d'alluvions déposées par la Marovoay ou de colluvions.

SÉRIE D'AMBOHIBARY (Ay)

a) *Localisation, végétation, drainage.* — Cette série occupe le centre de la partie Ouest de la plaine de Marovoay. Elle est cultivée en rizières et inondée plus de la moitié de l'année.

b) *Morphologie.* — Le profil typique a été noté près d'Ambohibary (au Sud de Marovoay) N° 13-44 :

0-15 cm — Brun-jaune (E 66, — 10 YR 5/6) ; argileux et plastique.

15-45 cm — Brun-jaune (D 63, — 10 YR 5/6), légèrement tacheté de rouge ; argileux ; plastique.

45-80 cm et au-dessous — Gris clair (C 90, — 2,5 YR 6/0) ; argileux, plastique.

A l'Est de la route d'Ambolomoty à Marovoay, près de Nosy Fisaka, on note le profil suivant (13-45) :

0- 25 cm — Brun-gris (E 81, — 2,5 Y 5/2) ; quelques taches de rouille, argileux, quelques grosses fentes descendant jusqu'à 25 cm, se débitant en petits blocs durs et anguleux.

25- 50 cm — Gris-brun clair (D 81, — 2,5 YR 6/2), quelques taches ocre et noir, argileux.

50-100 cm — Gris clair (C 90, — 2,5 YR 6/0) ; argileux, plastique.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.* — La réaction est acide à fortement acide. Le pH, voisin de 5,2 en surface, descend à 3,5 pour l'horizon de tany manga à plus de 60 cm.

L'argile est la fraction la plus abondante : plus de 45 % dans tout le profil. Le limon est voisin de 25 %. L'humidité hygroscopique est assez élevée : 6 à 8 %.

La matière organique n'est pas très abondante : 1 à 2 % en surface avec 1,0 à 1,6 ‰ d'azote. Le rapport C/N est voisin de 10.

Le complexe absorbant est caractérisé par une capacité d'échange de 35 à 45 méq/100 g. La chaux échangeable est assez forte 2,4 à 5,2 ‰ en surface ; 1,3 à 3,0 ‰ en profondeur. La magnésic échangeable dépasse 1 ‰. La potasse échangeable est toujours très forte 0,4 à 1,5 ‰.

Le degré de saturation oscille entre 40 et 60 %.

L'acide phosphorique assimilable ne dépasse pas 0,06 ‰.

L'attaque du sol à l'acide nitrique bouillant montre que presque toute la chaux est à l'état échangeable mais que les réserves en potasse et acide phosphorique sont assez élevées :

N°	Prof. cm.	CaO Ech.	K ₂ O Ech.	P ₂ O ₅ ass.	CaO _s tot.	K ₂ O _s tot.	P ₂ O ₅ tot.
13-441	0-5	2,39	0,66	0,028	2,73	2,15	2,07
442	30	1,57	0,42	0,010	2,20	1,90	2,28
443	60	1,28	1,00	0,012	1,61	3,17	1,85
13-451	0-5	5,21	1,22	0,064	5,33	5,96	2,34
452	30	3,28	1,33	0,015	3,50	4,75	1,48
453	80	1,88	1,51	0,016	2,24	6,40	2,45

Ces sols renferment des taux de chlorures (Cl‰) compris entre 0,1 et 0,4. Ces teneurs sont un peu plus fortes en profondeur qu'en surface.

Les argiles extraites du profil 13-44 ont les propriétés suivantes (composition centésimale) :

N°	Résidu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	S/A
13-442	1,6	37,2	29,5	12,8	0,2	6,8	12,2	2,14

La courbe de perte en eau présente un fort départ d'eau hygroscopique et un fort départ d'eau à 450° (Fig. 14).

La courbe d'analyse thermique différentielle présente un crochet endothermique à 150° (modéré) et 550° (fort), un crochet exothermique à 950° (Fig. 15).

Le spectre d'analyse aux rayons X montre que l'illite est présente.

L'ensemble de ces résultats montre que les minéraux suivants sont présents : kaolinite (environ 60 %), illite (20 à 25 %), hydroxydes de fer (14 % environ).

d) *Vocation culturale.* — Ces sols constituent d'excellents sols à riz.

SÉRIE « BANJA * » DE LA BETSIBOKA (BB)

a) *Localisation, végétation, drainage.* — Les sols de cette série occupent une bande allongée Sud-Ouest, Nord-Est parallèle à la Betsiboka à quelque distance du fleuve. Ils ne sont pas cultivés, faute d'irrigation en saison sèche, et sont occupés par une végétation herbacée à base de Cypéracées. Ils sont inondés périodiquement par les eaux de crue du fleuve. La nappe phréatique est relativement proche de la surface pendant la saison sèche.

b) *Morphologie.* — Le profil noté est le suivant :

0- 45 cm — Alluvions argileuses, brunes de la Betsiboka, craquelées en surface avec des fentes de retrait.

45- 70 cm — Gris avec quelques taches beiges diffuses ; argileux.

70-110 cm et en dessous — Gris légèrement bleuté, plastique.

Un peu de sel cristallise en surface.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.* — Il n'a pas été fait de prélèvement pour cette série qui diffère de la précédente par son horizon supérieur constitué d'alluvions argileuses de la Betsiboka. Il est logique de penser que les horizons profonds ont des propriétés analogues à celles de la série précédente.

d) *Vocation culturale.* — Les sols de cette série ne sont pas cultivés. Si l'irrigation était possible, ils pourraient porter de bonnes rizières ou des pâturages. Il est probable que le sel serait facilement éliminé.

SÉRIE DE BERONONO (Be)

a) *Localisation, végétation, drainage.* — Le gros village de Beronono situé sur la rive Ouest de la Mahajamba est dominé au Nord par une cuesta basaltique. Au pied de cette cuesta naissent plusieurs ruisseaux dont l'eau stagne en bas de pente avant de rejoindre le fleuve. La végétation est une prairie dense à *Hyparrhenia rufa*.

b) *Morphologie.* — Le profil suivant a été noté au Nord de Beronono :

0- 5 cm — Rougeâtre, sableux à sablo-limoneux, lamellaire.

5- 35 cm — Gris foncé, argileux, massif.

35- 50 cm — Gris avec quelques taches rouges et noires ; argileux.

50-100 et au-dessous — Gris clair, argileux, plastique.

c) *Vocation.* — Cette série porte quelques rizières en saison des pluies. Elle conviendrait à de bons pâturages de saison sèche.

* « Banja » mot sakalava signifiant plaine.

SOUS-GROUPE DES SOLS TACHETÉS

Les sols de ce sous-groupe ne présentent qu'un horizon organique très peu épais et pas d'horizon gris. L'horizon tacheté présente au contraire un grand développement ; il est tantôt gris, tantôt beige ou brunâtre avec des taches et traînées de couleur rouille ou noire bien délimitées.

La végétation est à base de cypéracées ou de graminées (*Sporobolus pyramidalis* très fréquente).

Le drainage est médiocre en général. Le plan d'eau est certainement beaucoup plus bas que dans le cas du sous-groupe précédent, ce qui permet une pénétration d'air notable en saison sèche et une réoxydation du fer précédemment réduit et mis en mouvement.

Les sols appartenant à ce sous-groupe dérivent d'alluvions généralement argileuses. Plusieurs séries ont été distinguées dans ce sous-groupe qui est très largement représenté. On peut les diviser en plusieurs familles d'après la nature de la roche-mère : alluvions argileuses ou argilo-sableuses, non micacées, et alluvions argileuses micacées.

Famille des alluvions argileuses non micacées

SÉRIE DE NOSY FISAKA (NF)

a) *Localisation, végétation, drainage.* — Cette série s'étend entre cette localité et le bord Nord de la plaine de Marovoay (env. 3.000 ha). Elle est partiellement à sec pendant la saison sèche avec des efflorescences salines. L'eau d'irrigation est encore insuffisante pour la mettre entièrement en rizière. La végétation naturelle est à base de cypéracées (*Cyperus volodioides*).

b) *Morphologie.* — Les profils suivants ont été notés dans la plaine de Marovoay.

Au Sud de Marovoay à 500 m à l'Ouest de la digue de Marovoay à Ambolomoty, sous rizière :

0- 25 cm — Brun (E 72, — 10 YR 5/4) ; argile très dure avec grosses fentes de retrait verticales.

25- 40 cm — Brun-gris (E 62, — 7,5 YR 5/4) ; argile compacte.

40-100 cm — Brun très pâle (C 62, — 7,5 YR 7/2) ; argile grise tachetée d'ocre.

A l'Est de la même digue sous *Cyperus volodioides* et quelques *Cressa cretica* :

0- 25 cm — Brun, argileux, fentes verticales.

25-125 cm — Grisâtre à brun clair avec taches rouges, argileux.

Au Sud du village d'Antanimora :

0- 35 cm — Brun à grisâtre ; argileux ; fentes verticales.

35- 55 cm — Grisâtre avec quelques taches rouille ; argileux.

55-125 cm — Gris avec nombreuses taches rouille ; un peu plastique.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.* — La réaction est acide avec un pH très voisin de 6,0.

L'argile est la fraction la plus abondante 40 à 60 % avec le limon 20 à 40 % ; le sable fin est peu important 2 à 8 %. La matière organique est peu importante : 2,0 % en surface, l'azote est voisin de 1 ‰ et le rapport C/N est proche de 10.

Le complexe absorbant est caractérisé par une capacité d'échange de 35 méq/100 g ; les teneurs en bases échangeables sont bonnes en chaux (plus de 2 ‰), élevées en magnésie 1,0 à 1,2 ‰ et bonnes en potasse (plus de 0,3 ‰). Le complexe est moyennement saturé.

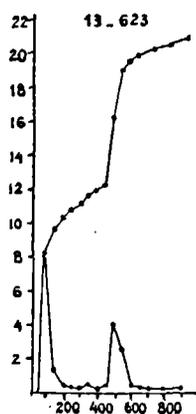


FIG. 18. — Courbe de perte en eau d'une argile extraite du profil 13-62 (Nosy Fisaka).

L'acide phosphorique assimilable est faible.

Les réserves nutritives sont élevées en ce qui concerne la potasse et l'acide phosphorique.

Les taux de chlorures sont assez forts 1,8 ‰ en surface ; 8,6 ‰ à 30 cm et 15,7 ‰ à 80 cm.

Une argile extraite du profil 13-62 a les propriétés suivantes :

Composition centésimale :

N°	Résidu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	S/A
623	1,7	40,2	24,2	11,2	0,6	9,8	11,2	2,82

Les courbes de perte en eau sont caractérisées par un fort départ d'eau hygroscopique et un départ d'eau important à 450°. On peut conclure à un mélange de kaolinite, montmorillonite et hydroxydes de fer (Fig. 18).

d) *Vocation.* — Très argileux, bien pourvus en éléments fertilisants ces sols conviennent bien au riz quoique les teneurs en chlorures soient assez élevées.

SÉRIE D'ANDRANOLAVA (Alv)

a) *Localisation, végétation, drainage.* — Cette série occupe un certain nombre de petites vallées, périodiquement inondées par la riziculture. Elle a été notée dans la vallée de l'Andranolava au Nord de Marovoay ; celle de la Maevarano à l'Est d'Ankazomborona ; celle de la Bemoromba, de la Bemokinbo, au centre de la feuille. Toutes ces vallées totalisent environ 1.800 ha.

b) *Morphologie.* — Les profils notés sont les suivants :

Dans la vallée de l'Andranolava (N° 13-66) :

0- 30 cm — Brun-gris foncé (F 61, — 10 YR 4/2) ; argileux à argilo-limoneux, durci en surface avec des fentes de retrait jusqu'à 30 cm.

30-100 cm — Gris-brun clair (D 61, — 10 YR 5/2) ; taches rouges nombreuses, argile un peu plastique.

Dans la vallée de la Maevarano (N° 13-48) :

0- 30 cm — Brun-olive (F 72, — 2,5 Y 5/3), argile assez dure et fendillée.

30- 70 cm — Brun-jaune foncé (F 64, — 10 YR 4/3), en réalité gris foncé avec nombreuses taches rouges ; argileux.

70-100 cm — Brun-olive clair (E 74, — 10 YR 5/6), les taches rouges sont encore abondantes mais moins nombreuses qu'au-dessus ; argileux.

Dans la vallée de l'Andranoboka près de Mangabe, au lieu dit Maromonga (N° 13-10) :

0- 25 cm — Gris-brun clair (D 61, — 10 YR 5/2), taches rouille rares ; très argileux ; plastique.

25- 90 cm — Brun très pâle (C 62, — 7,5 YR 7/2), grisâtre avec taches rouille assez abondantes ; très argileux et plastique, devenant plus sableux vers le fond.

Dans de nombreuses autres petites vallées, on trouve des profils analogues.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.* — La réaction est toujours acide. Un pH voisin de 5 est la règle, en surface comme en profondeur.

La granulométrie est caractérisée par de fortes teneurs en argile 50 à 60 % ; des teneurs en limon de l'ordre de 20 à 30 %. L'humidité hygroscopique est toujours élevée 8 à 10 %.

La matière organique n'est jamais très élevée en surface, 2 % environ ; les teneurs en azote sont voisines de 1 ‰ ; le rapport C/N oscille entre 9 et 12.

Le complexe absorbant est caractérisé par une capacité d'échange comprise entre 35 et 50 méq/100 g. Les teneurs en chaux échangeable sont presque toujours supérieures à 2 ‰. La magnésie est de l'ordre de 1 ‰. Les teneurs en potasse sont toujours élevées 0,3 à 0,5 ‰.

Les réserves nutritives sont élevées en potasse et acide phosphorique.
Les argiles extraites de ces sols ont les propriétés suivantes :

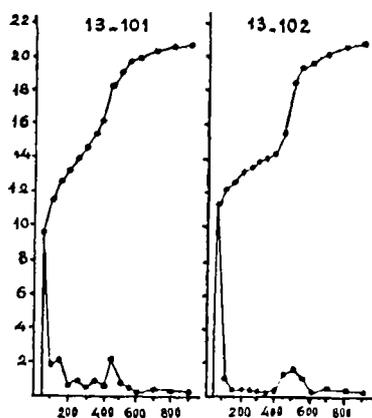


FIG. 19. — Courbes de perte en eau d'argiles extraites du profil 13-10 (Andranolava).

Composition centésimale

N°	Résidu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	S/A	C E még/100 g
13-101	8,6	42,8	17,4	8,0	0,4	11,6	9,2	4,18	53,5
13-102	9,9	38,7	18,8	11,2	0,2	12,2	8,6	3,49	46,2

Les courbes de perte en eau sont caractérisées par un important départ d'eau hygroscopique ; pratiquement aucun départ à 250° ; un départ modéré à 450° (Fig. 19).

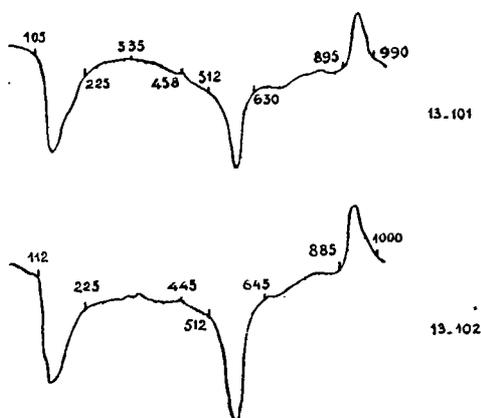


FIG. 20. — Courbes d'analyse thermique différentielle.
Argiles extraites du profil 13-10 (Andranolava).

Les courbes d'analyse thermique différentielle montrent des crochets endothermiques importants vers 150° et 550°; des crochets exothermiques vers 950° (Fig. 20).

Les spectres des rayons X indiquent la présence de fortes quantités de montmorillonite et d'un peu de quartz fin.

On peut déduire de tous ces examens que les corps suivants sont présents : kaolinite (20 à 30 %), montmorillonite (40 à 50 %), hydroxydes mal cristallisés (10 %), quartz fin (10 %).

SÉRIE D'AMBALABE OUEST (AbO)

a) *Localisation, végétation, drainage.* — Toute la partie Ouest de la plaine d'Ambalabe est occupée par des sols hydromorphes tachetés qui dérivent d'alluvions de la Masokoenjy. On peut compter environ 2.400 ha dont la quasi totalité est cultivée en riz pendant la saison des pluies. Il n'y a pratiquement pas de cultures pendant la saison sèche, la Masokoenjy étant pratiquement tarie. L'immersion dure environ six mois de l'année.

b) *Morphologie.* — Voici deux profils notés dans cette plaine :

a) A 500 mètres au Sud d'Ambalabe : rizières.

- 0- 30 cm — Noirâtre à gris foncé, argileux, très dur se séparant en très gros blocs séparés par des fentes verticales larges de 3 cm environ passant progressivement à
- 30-125 cm — Gris avec taches rouille et noires ; les taches deviennent de plus en plus nettes vers le bas, très argileux et plastique.

b) A l'Est d'Antanimalandy : rizières (N° 13-22).

- 0- 15 cm — Olive (F 83, — 2,5 Y 4/4), quelques taches rouille ; argileux, grosses fentes verticales.
- 15- 55 cm — Olive pâle (D 82, — 5 Y 6/3), taches rouille, assez nombreuses ; compact, plastique.
- 55-100 cm — Brun-jaune (D 72, — 10 YR 5/4), taches rouille et noires abondantes ; argilo-sableux.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.* — La réaction est nettement acide (pH 5,5).

Les teneurs en argile, fortes en surface, décroissent légèrement avec la profondeur.

La matière organique est assez forte : 5 %.

Le complexe absorbant est bien pourvu en bases, surtout magnésic et potasse.

La capacité d'échange est élevée (30 à 50 méq/100 g).

L'acide phosphorique assimilable est très faible.

Les réserves sont fortes en potasse et acide phosphorique.

d) *Vocation*. — La série d'Ambalabe Oucst est déjà presque entièrement mise en culture mais uniquement pendant une saison. Une deuxième récolte de riz y sera possible lorsque la plaine pourra être irriguée.

SÉRIE D'ANALANAMATY (Anm)

a) *Localisation, végétation, drainage*. — Cette série est située dans la partie Est, Sud-Est de la feuille, à l'Est de la Mahajamba (env. 3.000 ha). Elle occupe une région déprimée dans les marnes et argiles au Sud du plateau du Bongolava. Elle supporte des rizières irriguées avec l'eau provenant d'Ampombimananga.

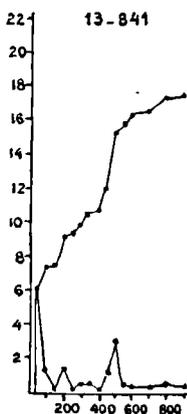


FIG. 21. — Courbe de perte en eau d'une argile extraite du profil 13-84 (Analanamaty).

b) *Morphologie*. — Le profil est le suivant (13-84) :

0-50 cm — Gris-brun clair (D 81, — 10 YR 5/2), avec rares taches de rouille ; argileux, grosses fentes verticales avec prismes massifs.

50-90 cm — Jaune pâle (C 83, — 10 YR 6/4) ; grisâtre avec marbrures, taches rouille abondantes ; argileux, plastique.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques*. — La réaction est acide : pH 5,3 en surface, 4,5 en profondeur. L'argile est très abondante, 65 % en surface avec 15 % de limon. La matière organique atteint 5 % et l'azote 2,3 ‰.

Le complexe absorbant est très bien pourvu en chaux (4,4 ‰) et moyennement en potasse (0,16 ‰).

Les réserves sont particulièrement élevées en potasse. L'acide phosphorique total n'est pas très élevé.

L'argile extraite d'un échantillon prélevé à 85 cm de profondeur a les caractéristiques suivantes :

Composition centésimale :

N°	Résidu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	S/A
13-841	7,05	37,15	22,2	8,8	0,4	7,4	10,4	2,86

La courbe de perte en eau montre un départ d'eau hygroscopique important et un départ d'eau notable à 450°. Ici encore, kaolinite et montmorillonite sont présentes (Fig. 21).

d) *Vocation*. — Les sols de cette série se prêtent bien à la riziculture. La totalité de la superficie n'est toutefois pas cultivée, faute d'eau.

SÉRIE D'ANKARAMANGA (Akg)

a) *Localisation, végétation, drainage*. — Cette série englobe les sols tachetés situés dans la zone marécageuse de la jonction de l'Ambohipiratra avec la Mahajamba, au Sud-Est du plateau de l'Ankarafantsika (env. 2.000 ha). Il s'agit d'une zone déprimée ; partiellement cultivée en rizières et largement en friche avec des peuplements de Matsia (*Sporobolus pyramidalis*). La roche-mère est très hétérogène puisqu'il s'agit de matériaux alluvions arrachés aux marnes, sables et grès.

b) *Morphologie*. — Au Nord d'Ankaramanga sous *Sporobolus pyramidalis* :

0- 5 cm — Rouge ; argileux.

5- 30 cm — Gris à larges taches rouges ; sablo-argileux.

30- 40 cm — Gris ; argileux.

40- 60 cm — Gris à taches rouges ; sablo-argileux.

60- 80 cm — Gris et rouge, sableux.

Dans les rizières d'Ankaramanga (78) on note :

0- 15 cm — Brun-gris foncé (E 61, — 10 YR 5/3) ; argileux ; fentes de retrait en surface.

15- 90 cm — Brun (E 72, — 10 YR 5/3), en réalité gris tacheté de rouge ; argileux.

90-150 cm — Brun-jaune (D 72, — 10 YR 6/3), gris tacheté de rouge ; argileux ; quelques cristaux de gypse.

Dans les rizières de Morafeno (77) on note le profil suivant :

0- 20 cm — Brun-jaune foncé (F 64, — 10 YR 5/2), quelques taches rouges ; argileux compact.

20- 45 cm — Brun-jaune (D 72, — 10 YR 5/4), tacheté de rouge ; argilo-sableux.

45- 70 cm — Brun-jaune clair (D 74, — 10 YR 6/4), taches rouges et noires ; sablo-argileux.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques*. — La réaction est nettement acide (le pH est voisin de 5,0).

La texture est argileuse à argilo-limoneuse.

La matière organique est moyenne (2 à 3 %). L'azote est assez élevé.

Le complexe absorbant est caractérisé par de fortes teneurs en chaux échangeable. Les teneurs en potasse sont moyennes à fortes (0,1 ‰ à 0,6 ‰).

Les réserves sont bonnes en potasse, plutôt faibles en acide phosphorique.

d) *Vocation*. — Le meilleur usage des sols de cette série est la rizière ou le pâturage. Le manque d'eau empêche actuellement leur extension.

Famille des alluvions micacées

SÉRIE D'AMBALABE EST (AbE)

a) *Localisation, végétation, drainage*. — Cette série s'étend à l'Est d'Ambalabe (2.400 ha) ; elle diffère de celle d'Ambalabe Ouest par le fait que le matériau originel est probablement un dépôt de la Mahajamba ou en tous cas un mélange d'alluvions de la Mahajamba et de la Masokoenjy. Les micas sont visibles un peu partout. Elle est nettement plus salée ; la végétation est également différente puisqu'il s'agit d'un peuplement à peu près pur de *Sporobolus pyramidalis*. L'inondation dure toute la saison des pluies.

b) *Morphologie*. — Les profils suivants ont été notés dans la plaine à l'Est d'Ambalabe. Les efflorescences salines sont assez fréquentes et dues à des apports d'eau de mer qui remonte par la rivière de Befanjava. La végétation est à base de *Sporobolus pyramidalis*. Sur les bords de la plaine *Hyphaene shatan* est abondant.

Profil N° 14.

a) A 1 km à l'Est d'Ambalabe :

0- 40 cm — Brun-jaune (E 63, — 10 YR 4/4) ; très argileux ; compact avec des fentes de retrait ; matériau d'origine alluviale légèrement micacé.

40- 60 cm — Brun-jaune (D 63, — 10 YR 5/6) ; apparition de quelques taches jaunes et rouges ; argileux, compact ; quelques trous de racines.

60- 90 cm — Brun (E 72, — 10 YR 5/3), grisâtre avec taches rouille ; argile plastique.

b) A 2 km à l'Ouest, Sud-Ouest de Befanjava :

0- 40 cm — Brun-gris foncé (F 61, — 10 YR 4/2) ; argileux ; très plastique.

40-100 cm — Brun-jaune (D 72, — 10 YR 5/4), gris avec taches rouille ; argileux, plastique.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques*. — La réaction est fortement acide, surtout en profondeur (pH de 5 à 4).

La fraction argile dépasse largement 50 %. La matière organique est

assez variable entre 2 et 4 % en surface. L'azote est faible et le rapport C/N élevé.

Le complexe absorbant est bien pourvu en bases (les teneurs en potasse sont élevées). La capacité d'échange est comprise généralement entre 30 et 40 méq/100 g.

L'acide phosphorique assimilable est très faible. Les réserves en potasse et acide phosphorique sont assez bonnes.

Les teneurs en chlorures sont très élevées : 6 ‰ en surface ; 8 ‰ à 45 cm ; 11 ‰ à 60 cm.

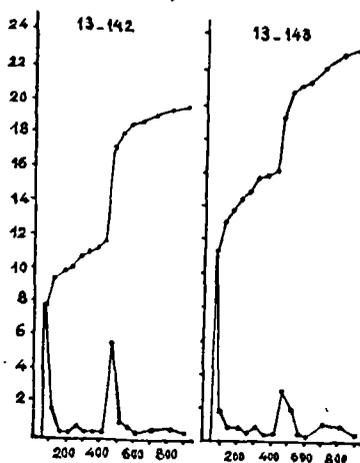


FIG. 22. — Courbe de perte en eau. Argiles extraites du profil 13-14 (Ambalabe-Est).

Deux argiles extraites du profil 13-14 ont les propriétés suivantes :

Composition centésimale :

N°	Résidu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	H ₂ O-	H ₂ O+	S/A
13-142	1,4	38,4	22,3	15,2	0,5	9,6	10,2	2,92
13-143	1,9	41,0	23,4	9,6	0,6	11,0	12,0	2,98

Les courbes de perte en eau sont caractérisées par un fort départ d'eau hygroscopique et un départ important à 450° (Fig 22).

Les courbes d'analyse thermique différentielle présentent des crochets endothermiques importants à 150° et 550° ; un crochet exothermique vers 900-950° (Fig. 23).

Le spectre de rayons X montre que la montmorillonite est présente.

De tous ces résultats on peut déduire les compositions approximatives suivantes :

	13-142	13-143
Kaolinite	env. 50 %	env. 45 %
Montmorillonite	— 25 %	— 45 %
Hydroxydes libres	— 15 %	— 10 %

d) *Vocation*. — En raison des fortes teneurs en chlorures, les sols de cette série sont, pour l'instant, peu aptes à porter des cultures. Après dessalage par irrigation, la riziculture doit être possible.

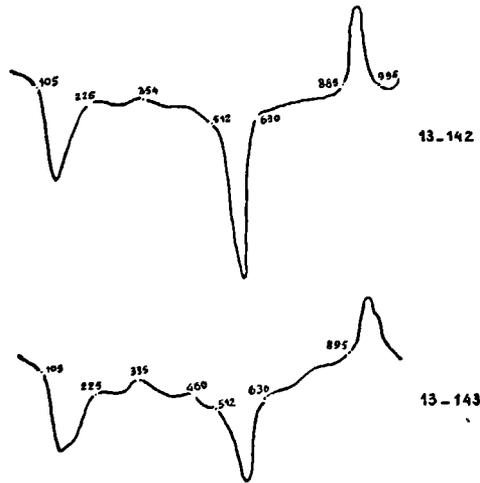


FIG. 23. — Courbes d'analyse thermique différentielle. Argiles extraites du profil 13-14 (Ambalabe-Est).

SÉRIE DE TANANABO (Tnb)

a) *Localisation, végétation, drainage*. — La série de Tananabo est située dans la partie Sud-Ouest de la plaine de la Basse Mahajamba (1.400 ha). Elle occupe une plaine assez vaste limitée au Nord par des collines sabluses, au Sud par les alluvions fraîches de la Mahajamba. L'inondation est annuelle et dure environ 5 à 6 mois. La végétation est à base de cypéracées et de *Sporobolus pyramidalis*.

b) *Morphologie*. — Le profil suivant a été noté (13-35) :

0-70 cm — Brun-gris (E 62, — 7,5 YR 5/4), quelques taches rouges et noires ; argileux, structure en miettes.

70-110 cm — Brun-jaune (D 72, — 10 YR 5/4), grisâtre avec trainées et taches jaunes et rouges.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques*. — La réaction est acide. L'argile est la fraction la plus abondante. La matière organique est voisine de 2,5 % ; l'azote de 1 ‰.

Le complexe absorbant est bien pourvu en bases, surtout en magnésium et potasse. La capacité d'échange est comprise entre 30 et 40 méq/100 g.

L'acide phosphorique assimilable est très faible.

Les réserves en chaux, potasse et acide phosphorique sont bonnes.

Les teneurs en chlorures sont assez fortes : 1,1 ‰ en surface, 3,7 ‰ à 80 cm.

d) *Vocation*. — Malgré les teneurs en chlorures notables, ces sols pourraient être utilisés en rizières, s'ils étaient irrigués. Actuellement, ils ne servent qu'à des pâturages extensifs.

SÉRIE DE TSINJOARIVO (Tj)

a) *Localisation, végétation, drainage*. — Entre les alluvions fraîches de la Mahajamba, et la mangrove s'étend une vaste zone très plane, très découpée, s'avancant profondément entre les collines sableuses (5.000 ha). Le matériau qui donne naissance aux sols est constitué d'alluvions de la Mahajamba plus ou moins mêlées d'apports provenant de ruisseaux secondaires qui confluent vers la baie de la Mahajamba. La végétation est un mélange de *Cyperus volodioïdes*, *Sporobolus pyramidalis* et divers joncs. La marée remonte par différents petits bras bordés de palétuviers. Les sols sont périodiquement inondés par des mélanges d'eau de mer et d'eau douce et sont légèrement salés.

b) *Morphologie*. — Le profil observé est le suivant :

0- 10 cm — Petite couche d'alluvion limono-argileuse assez compacte.

10-100 cm — Gris avec taches rouille assez nombreuses, plastique.

Il n'a pas été fait de prélèvement dans cette série. Par analogie avec les autres séries du même sous-groupe on peut supposer que le pH est acide, la teneur en argile très élevée, la matière organique moyenne et le complexe absorbant bien fourni en bases.

c) *Vocation*. — Ces sols ne sont guère utilisés jusqu'à présent. Quelques rizières existent à la partie amont des plaines (Betohotra, Marolopitra). Elles pourraient être étendues après aménagement des petites rivières qui y aboutissent.

SOUS-GROUPE DES SOLS FAIBLEMENT HYDROMORPHES

Les sols de ce sous-groupe présentent dans leur profil, une différenciation peu accentuée qui paraît due, moins à leur jeunesse qu'à une position topographique particulière. En effet, ils sont situés dans les vallées entre les alluvions fraîches non évoluées et les sols hydromorphes typiques.

La submersion dure moins longtemps que pour ces derniers et la nappe phréatique est plus basse.

Le profil est assez voisin de celui qu'on trouve dans les sols alluviaux, mais à une certaine profondeur (75 à 100 cm) on note des taches et traînées

diffuses et la couleur est rarement grise. Il est parfois cependant difficile de faire un partage strict entre ces sols et ceux du sous-groupe précédent.

Tous les sols dérivant d'alluvions seront classés dans la même famille. Plusieurs séries ont été distinguées :

SÉRIE DE MAROALA (MI)

a) *Localisation, végétation, drainage.* — Cette série s'étend sur les deux rives de la Betsiboka. Une partie est cultivée en rizières, le reste est occupé par des graminées rares et des cypéracées (7.000 ha).

b) *Morphologie.* — Le profil suivant a été noté au Nord de Maroala (13-20) :

0- 20 cm — Brun-gris (E 62, — 7,5 YR 5/4) ; argilo-limoneux, quelques grosses fentes de retrait : très dur, donnant des fragments polyédriques.

20-110 cm — Brun-jaune (D 63, — 10 YR 5/6) ; avec quelques taches rouges et grises assez irrégulières ; argileux ; un peu plastique.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.* — La réaction est acide en surface et devient neutre en profondeur.

Les teneurs en argile et limon sont très élevées.

La matière organique est assez élevée en surface, ainsi que l'azote.

Le complexe absorbant est bien pourvu de bases, la capacité d'échange est moyenne (25 à 35 méq/100 g).

L'acide phosphorique assimilable est très faible.

Les réserves en potasse et acide phosphorique sont assez élevées.

d) *Vocation.* — La série de Maroala n'est pas entièrement mise en valeur faute d'eau d'irrigation.

SÉRIE DE BEKARARA (Bka)

a) *Localisation, végétation, drainage.* — La plaine de Bekarara est située à l'Est de la route Tananarive-Majunga au Nord-Est d'Ankazomborona (1.200 ha). Elle est cultivée en rizières de place en place ; les cypéracées (*Cyperus volodioïdes*) y sont nombreuses ; ainsi que *Medemia nobilis* dans les endroits les plus secs. Les sols dérivent de matériaux arrachés aux grès sénoniens.

b) *Morphologie.* — Le profil noté à 500 m à l'Est de la route Tananarive-Majunga est le suivant (13-60) :

0-80 cm — Brun-gris foncé (F 61, — 10 YR 4/2), avec quelques taches grises et ocres assez rares ; argileux.

Il ne semble pas y avoir de différenciation avec la profondeur ; au Sud du village d'Ambondromamy, un profil analogue a été noté. Il s'agit d'une

argile brune avec quelques taches ocres. Près du village d'Ambodimanga (13-64) on note une argile brune analogue.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.* — La réaction est nettement acide. Le pH est d'environ 5,5 en surface comme en profondeur.

Les teneurs en argile sont élevées : 50 à 63 %. Les teneurs en limon sont comprises entre 15 et 30 %. Les teneurs en sable sont insignifiantes. L'eau hygroscopique est forte.

La matière organique est assez faible (1,5 %) ainsi que l'azote (0,8 ‰). Le rapport C/N est de 10.

Le complexe absorbant est caractérisé par des capacités d'échange voisines de 50 méq/100 g., des teneurs élevées en chaux 2 à 4 ‰ et en magnésie (1 ‰), moyennes en potasse (0,1 à 0,2 ‰). Les teneurs en acide phosphorique assimilable sont très faibles.

Les réserves en potasse et acide phosphorique sont bonnes.

Les teneurs en chlorures sont assez faibles en surface (0,2 ‰) plus élevées en profondeur (0,7 ‰).

d) *Vocation.* — Ces sols lourds, bien pourvus en éléments fertilisants sont à vocation rizicole ou pastorale.

SÉRIE D'AMPARIHY (Apy)

a) *Localisation, végétation.* — Cette série est située dans la plaine de la Basse Mahajamba à faible distance de la rive Ouest du fleuve (1.40 ha). Elle occupe une zone légèrement déprimée cultivée en rizières. Le sol dérive d'alluvions de la Mahajamba.

b) *Morphologie.* — Le profil est le suivant (13-33) :

0-10 cm — Brun (E 72, — 10 YR 5/3) ; fentes de retrait en surface ; argileux, dur.

10-60 cm — Brun-jaune (D 63, — 10 YR 5/6) ; limono-argileux, nuci-forme ; début d'individualisation du fer en taches diffuses.

60-90 cm — Brun, quelques taches rouges déjà nettement visibles ; nuci-forme.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.* — La réaction est acide (pH 4,8).

Les fractions argile et limon sont supérieures à 30 %. La matière organique est assez élevée (5 %) ainsi que l'azote (3 %).

Le complexe absorbant est bien fourni en bases, surtout en chaux et magnésie ; les teneurs en potasse sont assez faibles. La capacité d'échange est de l'ordre de 35 méq/100 g.

Les réserves en chaux sont moyennes ; les teneurs en potasse et acide phosphorique sont bonnes.

Les teneurs en chlorures sont assez fortes en surface (0,7 ‰).

d) *Vocation*. — Les sols de cette série normalement irrigables et de texture assez lourde sont de bons sols à riz.

SÉRIE DE BEVARY (Bvy)

a) *Localisation, végétation, drainage*. — Cette série est située à l'Ouest du lac Bevary dans le coin Sud-Est de la feuille (1.200 ha). Il s'agit d'une plaine légèrement mamelonnée, occupée par une prairie où domine *Hyparrhenia rufa*. Le sol renferme des micas; il dérive donc très certainement d'alluvions déposées autrefois par la rivière Kimangoro.

b) *Morphologie*. — Le profil est le suivant (87) :

0- 5 cm — Brun-gris foncé (F 61, — 10 YR 4/2); limoneux, grumeleux.

5-60 cm — Brun-jaune (3 63, — 10 YR 5/4); sablo-limoneux avec des taches noires éparses.

Au-dessous — Sable micacé particulière.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques*. — La réaction est acide. La matière organique est forte en surface (9 %) ainsi que l'azote (3,4 ‰). Le complexe absorbant est bien pourvu en chaux et magnésie.

La potasse est faible. Les réserves sont bonnes en potasse et acide phosphorique.

d) *Vocation*. — Ces sols assez légers pourraient être utilisés à des cultures variées ou à des pâturages.

SÉRIE DE BEMAILAKA

Dans la partie Sud de la feuille, de petites rivières comme celles de Bemailaka, Tsilakanina, etc... sont bordées d'alluvions qui sont plus ou moins cultivées en rizières (quelques centaines d'hectares).

Voici un profil noté près de Bemailaka :

0-30 cm — Brun avec quelques taches rougeâtres et grises; argilo-limoneux.

50-80 cm — Sable grossier brunâtre avec quelques taches rouille et grises.

Ce type de sol est susceptible de porter de bonnes rizières.

3. — Groupe des sols hydromorphes lessivés

SÉRIE D'ANTANAMBAO (Ath)

a) *Localisation, végétation, drainage*. — En bordure Sud de la dépression d'Analanamaty, à proximité du village d'Antanambao, les sols ferrugineux rouges se terminent en pente très douce vers la plaine. Ils ont été aménagés en rizières de saison des pluies et par conséquent, sont soumis à l'immersion pendant plusieurs mois par an. Le sol présente à sa partie supérieure un horizon grisâtre assez clair avec à la base des taches rouges assez nombreuses.

Au-dessous, sur un mètre environ, on trouve un horizon rouge dont la partie supérieure est nettement enrichie en argile et fer.

b) *Morphologie.* — Voici le profil noté près d'Antanambao :

0- 20 cm — Brun-jaune (D 72, — 10 YR 5/2) ; sablo-argileux, assez compact.

20- 45 cm — Grisâtre à jaunâtre avec des taches rouges devenant de plus en plus nombreuses et plus larges vers le bas ; quelques petites concrétions noires ; sablo-argileux.

45- 90 cm — Jaune rouge (D 56, — 5 YR 5/6) ; argilo-sableux.

90-190 cm — Rouge-jaune (E 58, — 5 YR 5/8) ; argilo-sableux.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.* — La réaction reste acide dans tout le profil. Le pH augmente légèrement avec la profondeur (5,3 à 5,7).

Les teneurs en argile passent de 22,6 % en surface à 40 % à 90 cm, pour décroître légèrement ensuite.

La matière organique et l'azote sont faibles en surface. Les teneurs en bases échangeables sont faibles mais varient dans le même sens que l'argile, mais les différences sont moins importantes.

d) *Vocation.* — Cette série ne peut guère être utilisée qu'à la riziculture ou au pâturage.

4. — Groupe des sols à cuirasse ferrugineuse de mare (matsaborivato)

Sur les grands plateaux qui portent des sols ferrugineux tropicaux rouge ou rouge sombre, le drainage est normalement assuré, et le réseau hydrographique est assez profondément implanté. De place en place, cependant, l'on rencontre des mares entourées parfois de cuirasses ferrugineuses. Ces cuirasses sont limitées à un liseré autour de ces mares. Elles ont environ un mètre d'épaisseur ; leur couleur est rouge sombre à noir bleuté ; leur aspect est franchement caverneux ; très localement on rencontre des pisolites soudés par un ciment ferrugineux.

Ces cuirasses ont la composition suivante :

N°	Résidu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	H ₂ O ⁺
13-1002	16,9	5,8	2,0	60,0	3,0	11,3
13-1006	4,2	2,8	17,6	52,0	4,0	19,3

L'échantillon 1002 a été prélevé près d'Ankinaka, le 1006 le long de la route de la Mahajamba à Port-Bergé.

LES SOLS A PROFIL COMPLEXE

Un certain nombre de sols hydromorphes au profil bien différencié ont été recouverts par une couche de matériaux alluviaux frais, de texture

variable, et susceptible de modifier notablement, dans certains cas, la rentabilité des cultures.

Trois types de profils ont été reconnus :

SÉRIE D'AMBOROMALANDY (Abl)

a) *Localisation, végétation, drainage.* — Au Nord-Ouest du carrefour Majunga, Port-Bergé et Tananarive, sous rizière, les sols primitivement du sous-groupe tacheté ont été recouverts par une couche d'argile brunâtre provenant de l'érosion des collines situées au Nord de la plaine.

b) *Morphologie.* — Le profil noté est le suivant (13-47) (concession Philippe) :

0- 5 cm — Gris foncé (F 81, — 5 Y 4/2) ; argileux avec de larges fentes de retrait.

5- 40 cm — Brun-jaune foncé (F 64, — 10 YR 4/3) ; argileux.

40-110 cm — Brun-olive (F 74, — 10 YR 4/4), mais en réalité gris avec d'abondantes taches rouges ; argileux.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.* — La réaction est très acide avec pH très bas (4,4 en surface, 4,2 en profondeur).

L'analyse mécanique fait apparaître des teneurs en argile supérieures à 60 %, en surface comme en profondeur ; les teneurs en sables sont très faibles.

La matière organique est de 3,5 % en surface, l'azote est de 1,2 ‰.

Le complexe absorbant est caractérisé par de très fortes teneurs en chaux (7,1 ‰ en surface à 4 ‰ en profondeur. La magnésie et la potasse sont également élevées (1,1 ‰ et 0,3 ‰ respectivement).

d) *Vocation.* — Ce type de sol convient bien à la riziculture.

SÉRIE D'ANTANIMASAKA (Ask)

a) *Localisation, végétation, drainage.* — Les sols marécageux de Manaratsandry ont été recouverts par les alluvions de la rivière d'Ampijoroa. La totalité du sol est cultivée en rizière.

b) *Morphologie.* — Le profil est le suivant, noté entre Ampijoroa et Antanimasaka (13-27) :

0- 5 cm — Brun foncé (F 54, — 7,5 YR 4/5) ; argileux, assez plastique.

5-60 cm — Brun-rouge (F 52, — 5 YR 4/3) ; argileux, assez plastique.

60-80 cm — Gris-noir bleuté (Série Manaratsandry).

Le partage des deux sols est nettement visible à 60 cm.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.* — Les propriétés de la partie supérieure du sol sont sensiblement celles de la série d'Ampijoroa : réaction moyennement acide (6,0) ; argile et limon assez élevés (30 à 40 % dans chaque fraction) ; complexe absorbant bien pourvu en chaux et magnésie.

d) *Vocation.* — Ces sols conviennent bien à la riziculture.

SÉRIE DE LA KARAMBAO (Kb)

a) *Localisation, végétation, drainage.* — La vallée de la Karambao est située dans la partie Sud-Est de la plaine de Marovoay. Les sols que l'on rencontre dans cette vallée se retrouvent également en bordure d'autres petits ruisseaux de la partie Sud de la plaine. Ils sont cultivés en rizière ou laissés en friche.

b) *Morphologie.* — Le profil est caractérisé par 2 parties : une couche sableuse ou sablo-argileuse rouge plus ou moins épaisse recouvrant un sol généralement hydromorphe tacheté.

Le profil de la vallée de la Karambao près de Manakana est le suivant (13-61) :

0-20 cm — Brun-jaune foncé (F 63, — 10 YR 4/3) ; sablo-argileux.

20-60 cm — Gris avec taches rouille.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.* — La réaction est acide. La texture est à tendance assez sableuse. Le complexe absorbant est assez pauvre en bases.

d) *Vocation.* — Ces sols conviennent plutôt aux pâturages qu'au riz.

SÉRIE DE MAROHOGA-PÉPINIÈRE (Mp)

C. MOUREAUX (18), dans son étude sur le périmètre forestier de Marohoga a décrit un sol où l'on distingue :

0-30 cm — Sable blanc à grisâtre reposant sur :

30-40 cm — Argile gris-brun de structure polyédrique.

Les racines des arbres traversent avec une certaine difficulté ce niveau argileux.

IV. — LES SOLS CALCIMORPHES

Les sols calcimorphes devraient normalement être représentés par les sols « brun sur jaune » dérivant de marnes ou marno-calcaires. Le profil entier comprend :

— un horizon brun-jaunâtre, argileux, de structure polyédrique, surmontant :

— un horizon jaunâtre argileux à concrétions calcaires.

Les marnes de la dépression de Tsaramandroso eussent dû donner naissance à de tels sols ; mais l'érosion y est forte par suite de l'imperméabilité de la roche-mère. Aussi de tels profils ne peuvent être observés que de loin en loin.

Par analogie avec la feuille 19 voisine, nous avons rangé la plupart des sols de cette dépression dans la série de Saonja (Sj) qui constitue en quelque sorte une transition entre les sols à profil entier et les marnes squelettiques telles qu'elles affleurent près de Tsaramandroso. La superficie totale est d'environ 18.000 ha.

Cette série, utilisée en pâturages extensifs, pourrait être valablement plantée en arbres.

Complexe de sols. — BA

La région située franchement au Sud-Ouest de la route Tsaramandroso à Ampijoroa voit une imbrication de marnes et de sols rouges sableux. Il est assez probable qu'il s'agit d'un recouvrement des marnes par les sables qui après avoir évolué pour donner un sol ferrugineux tropical rouge ont été tronçonnés par l'érosion. Cet ensemble est figuré par le symbole BA par analogie avec la feuille 19.

B. — SOLS PEU OU PAS ÉVOLUÉS

I. — LES SOLS D'APPORT

1° Les sols alluviaux fluviaux

Les sols alluviaux fluviaux peuvent se décomposer en trois ensembles : les alluvions micacées de la Betsiboka, de la Mahajamba et du Kimangoro ; les alluvions non micacées calcaires ; les alluvions ni micacées, ni calcaires.

a) LES ALLUVIONS MICACÉES

Les alluvions micacées de la feuille ont été déposées par deux grands fleuves : la Betsiboka et la Mahajamba. Ce dernier reçoit un affluent important : le Kimangoro, qui dépose également des alluvions micacées. A peu près à la latitude du village d'Andranolava se produit la capture de la Mahajamba par un affluent du Kamoro. Les alluvions déposées par le Kamoro sont de même origine que celles de la Mahajamba. Elles ont été par conséquent figurées de la même façon sur la carte. Aucune alluvion n'est calcaire.

Les alluvions micacées de la Betsiboka

La Betsiboka qui a été grossie à Ambato-Boéni des eaux du Kamoro pénètre dans la feuille une première fois près de Bealanana, puis une deuxième fois près d'Ambararata. La vallée est assez encaissée lors de la traversée du plateau d'Antanimena qu'elle scinde en deux et ne s'élargit qu'aux approches de la plaine de Marovoay. A partir de cette localité, commence le delta occupé par la mangrove.

La pente générale de la plaine alluviale est très faible et celle-ci est envahie chaque année par les eaux des crues.

La végétation primitive a disparu à peu près partout sauf vers Marovoay où existent des boisements de Pandanus. Le reste est cultivé (rizières ou cultures vivrières diverses : arachides, bananiers, etc...).

Les alluvions de la Betsiboka sont de couleur brun clair ou rougeâtre

non calcaires. Elles ont été divisées en deux séries principales d'après la texture.

SÉRIE D'ANKABOKA (Akb)

a) *Localisation, végétation, topographie.* — La Betsiboka dépose entre Maroala et Ankaboka des alluvions de texture fortement argileuse. Ces sols se rencontrent à quelque distance des bords du fleuve. Ils sont très plats et cultivés en rizières. Sur la rive Est du fleuve, en aval de Marovoay la plaine jusqu'à Miadana est formée du même sol ; le manque d'eau empêche d'y installer des rizières. Leur étendue est d'environ 8.700 ha.

b) *Morphologie.* — Au Nord-Ouest de Manaratsandry on trouve le profil suivant (21) :

0-15 cm — Brun-jaune foncé (F 64, — 10 YR 4/3) ; argileux, très dur, compact polyédrique, fentes de retrait.

15-75 cm — Brun-jaune (D 63, — 10 YR 5/6) ; argileux ; polyédrique à faible tendance nuciforme, micacé.

Au Nord d'Ankaboka sous rizières (23) :

L'horizon humifère est inexistant, le sol est homogène sur plus de 50 cm. La couleur est brun-jaune (D 63, — 10 YR 5/6) à brun jaune clair (D 74, — 10 YR 5/6) ; la texture argileuse ; la structure polyédrique. En surface quelques fentes de retrait.

A Maroala, sous rizières (42) on a :

0-10 cm — Brun (D 64, — 10 YR 6/6) ; argilo-limoneux ; quelques fentes de retrait, polyédrique ; finement micacé.

10-60 cm — Brun-jaune (D 63, — 10 YR 5/6) ; argileux ; structure polyédrique.

En fait, ce profil se révélera être plus limoneux qu'argileux mais l'aspect macroscopique est le même que précédemment.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.* — Le pH est assez variable ; mais il est nettement acide en surface (4,2 à 5,1) ; faiblement acide en profondeur.

Les teneurs en argile sont fortes : plus de 50 % avec des teneurs en limon voisines de 30 %.

La matière organique varie entre 2 et 4 %, l'azote entre 1,0 et 1,7 ‰. Le rapport C/N est compris entre 8 et 12.

La matière organique est variable. Le complexe absorbant est caractérisé par une capacité d'échange voisine de 30 méq/100 g en surface, légèrement plus faible en profondeur. La chaux échangeable est comprise entre 1 et 2 ‰, la magnésie entre 0,7 et 1,2 ‰. La potasse échangeable est bonne : 0,2 à 0,6 ‰ en surface.

L'acide phosphorique assimilable est très faible.

Les réserves en chaux et en potasse et acide phosphorique sont bonnes. Les teneurs en chlorures sont généralement assez élevées (0,8 à 3 ‰).

d) *Vocation*. — Ces sols bien pourvus en éléments fertilisants sont très lourds. Malgré des teneurs en chlorures assez fortes, ils constituent de bons sols à riz. Ils pourraient également être utilisés comme pâturages. L'utilisation des sols de la rive Est de la Betsiboka est liée à l'irrigation.

SÉRIE DE BEKAPILO (Bkp)

a) *Localisation, végétation, drainage*. — Ces sols ne sont bien développés que dans la boucle de Bekapilo. Ailleurs, ils ne forment qu'un liseré étroit le long du fleuve. Ils sont généralement cultivés ou occupés par des *Ficus cocculifolia*, des *Phragmites mauritianus*. L'inondation les recouvre annuellement mais semble-t-il assez peu de temps. Leur étendue est d'environ 3.000 ha.

b) *Morphologie*. — Dans la plaine de Bekapilo (N° 13-63) sous culture d'arachide et tabac, le profil est assez homogène du point de vue texture (limoneux) et structure (grumeleux à particulaire). Le sol est fortement micacé. La couleur varie légèrement : brun vif (E 68, — 7,5 YR 5/7) en surface ; brun-jaune (D 63, — 10 YR 5/6) en profondeur.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques*. — Le pH est acide (5,8 en surface, 6,3 en profondeur).

La fraction limon est très forte 50 % environ ; 13 à 20 % d'argile et le reste en sable fin.

Les teneurs en chaux échangeable sont bonnes, un peu faibles en potasse.

Les chlorures sont très faibles : 0,02 à 0,08 ‰.

d) *Vocation*. — Ces sols ont une bonne structure physique, sont bien pourvus en éléments fertilisants. Ils peuvent porter des rizières, mais conviendraient particulièrement à des cultures de contre-saison : arachide, par exemple, et tabac.

Les alluvions de la Mahajamba

La Mahajamba, qui traverse toute la partie Est de la feuille, dépose des alluvions micacées le long de ses rives, mais de façon très inégale. Près de la zone de capture dans la pointe de Morafeno et jusqu'au plateau de l'Ankarafantsika, les alluvions ont une étendue assez importante. Entre Ampatoka et Tsaramaso, les alluvions sont réduites à une mince bande très inégale. A partir de Tsaramaso, les alluvions prennent une ampleur considérable et peuvent se diviser alors en deux branches : l'une dirigée vers Ambalabe, l'autre vers Tsinjomitondraka.

La végétation primitive ne subsiste que le long du fleuve avec la forêt d'alluvions à base de *Ficus cocculifolia* et *Tamarindus indica*. Une grande

partie de cette forêt a été défrichée pour faire place aux cultures : tabac, arachide et manioc.

On peut distinguer trois séries différenciées par la texture. Les alluvions argileuses avec la série d'Ankorafabe, les alluvions limoneuses avec la série d'Adabokely, et les alluvions tantôt limoneuses, tantôt sableuses fines avec la série de Morafeno.

SÉRIE DE ANKORAFABE (Afb)

a) *Localisation, végétation, drainage.* — Cette série occupe une zone allongée Nord-Sud à l'Ouest des cultures de manioc de la société de la Mahajamba (900 ha). Elle est envahie périodiquement par les eaux. En saison sèche, c'est une zone très plane peuplée uniquement de *Sporobolus pyramidalis*. Les cultures y sont rares. Les efflorescences salines sont occasionnelles mais non négligeables.

b) *Morphologie.* — Plaine d'Ankorafabe (13-36) : Végétation herbacée de *Sporobolus pyramidalis*. Le profil est simple. Il n'y a pas d'horizon humifère bien différencié. Le sol est brun-jaune (E 63, — 10 YR 4/4), argileux, dur, sec, avec des fentes de retrait importantes sur les dix premiers centimètres ; la structure est grossièrement polyédrique et se résoud en blocs durs aux arêtes aiguës.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.* — La réaction est acide avec un pH compris entre 5,5 et 6,0.

L'argile et le limon sont voisins de 40 % avec un peu de sable fin. La matière organique et l'azote sont assez faibles.

Le complexe absorbant est caractérisé par une capacité d'échange voisine de 30 méq/100 g. La chaux échangeable est inférieure à 2 ‰. La magnésic est voisine de 1 ‰. La potasse est très élevée (jusqu'à 1 ‰).

L'acide phosphorique assimilable est très faible.

Les réserves en chaux, potasse et acide phosphorique sont bonnes. Les chlorures sont élevés : 6 ‰ en surface, 7,6 ‰ en profondeur.

d) *Vocation.* — Ces sols ne sont pas utilisés à l'heure actuelle. Si l'irrigation était possible, ils pourraient constituer de bons sols à riz après dessalage.

SÉRIE D'ADABOKELY (Adk)

a) *Localisation, végétation, drainage.* — Cette série occupe une assez grande étendue dans le delta de la Mahajamba (12.000 ha). C'est typiquement le baïboa à manioc. Il doit être protégé des inondations par des digues.

b) *Morphologie.* — Les profils suivants ont été notés :

Au N-N.W de Befanjava (n° 13-16) sous une savane très ouverte de

Zizyphus jujuba et *Hyphaene shatan* avec tapis d'Ahipisaka (*Stenotaphrum sp.*) :

0- 5 cm — Olive (F 83, — 2,5 Y 4/4) ; argilo-limoneux ; compact.

5-45 cm — Brun-jaune (E 64, — 10 YR 5/6) ; micacé ; argilo-limoneux ; meuble.

45-75 cm — Brun-jaune (E 63, — 10 YR 4/4) ; très micacé ; un peu plus sableux que précédemment.

Au Nord d'Ambalabe, au Nord de la rivière Befanjava sous boisement d'*Hyphaene shatan* (N° 13-18) :

0-15 cm — Gris foncé (F 81, — 5 Y 4/2) ; limono-argileux ; dur et compact.

15-75 cm — Brun jaune (D 63, — 10 YR 5/6) ; micacé ; limono-argileux, un peu sableux vers 80 cm.

Dans des champs de manioc (13-37 et 13-38), des profils identiques ont été notés.

Un horizon humifère brun foncé d'une vingtaine de centimètres surmonte l'alluvion brune ou brun-jaune micacé, limono-argileuse.

A Andohamboay sur la rive Est (13-39) un profil analogue a été noté.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.* — La réaction est assez variable. En général, le pH est voisin de 6,0 en surface et de 7,0 en profondeur. Le limon est la fraction fine dominante avec des teneurs comprises entre 20 et 40 %. L'argile varie entre 10 et 30 %. Le sable, surtout fin, est constitué de quartz et micas.

La matière organique est abondante avec des teneurs moyennes de 7 %. L'azote est compris entre 2 et 4 ‰. Le rapport C/N est compris entre 10 et 14.

Le complexe absorbant est caractérisé par une capacité d'échange voisine de 30 méq/100 g. en surface. Elle est naturellement plus faible en profondeur. La chaux et la magnésie sont assez abondantes (1 à 2 ‰ ; 0,6 à 1,0 ‰). La potasse est presque toujours forte (0,2 à 0,9 ‰).

Les réserves sont bonnes en potasse et acide phosphorique. Les teneurs en chlorures, sans être très élevées (0,2 à 0,8 ‰) ne sont pas négligeables.

d) *Vocation.* — Ces sols constituent, par leur texture, leurs bonnes teneurs en éléments fertilisants, d'excellents sols de culture. Ils conviennent bien au manioc.

SÉRIE DE MORAFENO (Mf)

a) *Localisation, végétation et drainage.* — Cette série s'étend au voisinage de la zone de capture de la Mahajamba et occupe environ 6.000 ha. Elle est caractérisée par une sédimentation moins régulière qu'à Adabokely. Les lits limoneux alternent avec des lits franchement sableux, sur des épais-



A. — Coupe de sol ferrugineux tropical jaune (Série de Tanambao 1).
La bêche indique l'horizon riche en concrétions.



B. — Vue sur les rizières de Manaratsandry.

seurs relativement faibles. Cette série porte souvent de grands arbres (*Terminalia mantaly*, *Ficus cocculifolia* var. *sakalavarum*). Les cultures de tabac et d'arachides y sont fréquentes. Les inondations recouvrent les sols mais pendant peu de temps.

b) *Morphologie*. — Les profils notés dans le « bec » de Morafeno peuvent se ramener au suivant (11-88), relevé sous boisement de *Terminalia mantaly* :

0-30 cm — Brun-gris (F 62, — 10 YR 4/3) ; limoneux, meuble ; lamellaire.

30-60 cm — Brun-jaune (E 63, — 10 YR 4/4) ; sableux, très micacé ; particulière.

60-90 cm — Brun clair (D 54, — 7,5 YR 5/4) ; limoneux ; lamellaire.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques*. — La réaction est légèrement acide. Le pH est compris entre 6,5 et 7,0.

La granulométrie est très variable. Le limon qui est la fraction fine la plus abondante, varie de 4 à 44 %. L'argile varie entre 2 et 17 %. Le sable fin est supérieur au sable grossier.

La matière organique est comprise entre 2 et 5 %, l'azote entre 1,6 et 2,4 ‰. Le rapport C/N est voisin de 10.

Les bases échangeables varient avec les teneurs en éléments fins. En surface la chaux est voisine de 2 ‰. La magnésie de 0,6 ‰, la potasse par contre est faible.

Les réserves en potasse et acide phosphorique sont bonnes. Les teneurs en chlorures sont faibles.

d) *Vocation*. — Ces sols conviennent à certaines cultures telles que arachide et tabac. Mais plutôt arachide, car seulement la partie superficielle est explorée. Ils sont moins favorables au tabac à cause du sable qui peut exister en fortes quantités.

SÉRIE DU KIMANGORO (Kmg)

La rivière Kimangoro est bordée d'alluvions micacées brunes, très limoneuses et très meubles (environ 3.000 ha). Elles sont en grande partie cultivées en tabac ; le reste sert de pâturages brûlés en fin de saison sèche. Les graminées sont *Hyparrhenia rufa* avec quelques *Phragmites mauritanus*.

b) *Morphologie*. — Le profil 13-86 a été observé à l'Est de Labandy ; il est très peu différencié. Sur une épaisseur de 1 m, on note que la couleur est brun-jaune (D 63, — 10 YR 6/4 à E 64, — 7,5 YR 5/6) ; la texture est limoneuse et la structure lamellaire.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques*. — Le sol est caractérisé par un pH acide (5,5 à 6,0), environ 40 % de limon et 35 % d'argile, des teneurs en bases échangeables assez faibles, surtout en potasse ; des teneurs en chlorures voisines de 0,1 ‰.

d) *Vocation*. — Ces alluvions sont essentiellement des sols à vocation agricole et conviennent au tabac et aux arachides.

Les alluvions non micacées calcaires

Les alluvions non micacées sont déposées par des rivières ne provenant pas des hauts plateaux cristallins, mais dont les sources se situent dans les régions gréseuses, basaltiques ou calcaires.

SÉRIE DE MAHAMAVO (Mhv)

a) *Localisation, végétation, drainage*. — La seule rivière dont les alluvions soient calcaires est la Mahamavo qui prend sa source dans le grès sénonien et traverse ensuite le plateau calcaire de Mahamavo. Entre Ambalakida et Betsako, la largeur de la plaine alluviale n'est pas très importante. A partir de ce village jusqu'à Ankilahila, la plaine s'élargit notablement. La superficie totale est d'environ 4.800 ha. Ces alluvions donnent lieu à quelques cultures : maïs, arachide, manioc. Les surfaces non cultivées sont occupées par des arbustes ou des graminées dont *Th. meda quadrivalvis* et *Rottbellia exaltata*.

b) *Morphologie*. — Le profil suivant a été noté sous une plantation de maïs à proximité d'Ankonkabo (13-4) :

0-30 cm — Gris-brun clair (D 81, — 2,5 YR 6/2) ; limono-sableux, quelques petites fentes de retrait en surface ; calcaire.

30-90 cm — Gris très clair (B 81, — 2,5 Y 7/2) ; sable calcaire ; particulaire.

Deux autres profils analogues ont été notés. Cependant localement l'horizon argileux de surface peut manquer et le sable calcaire affleure directement.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques*. — Le pH est nettement alcalin : 8,4 en surface ; 8,8 en profondeur.

En surface, le limon est assez abondant avec une forte proportion de sables. Par contre, au-dessous de 30 cm, il n'y a pratiquement que du sable.

La magnésie et la potasse échangeables sont élevées en surface ; faibles en profondeur.

L'acide phosphorique assimilable est très faible.

A cette série peuvent être rattachées des alluvions limoneuses et fortement calcaires qui bordent la rivière Anjangona, issues de la région de Marohoga. Elles ont été étudiées et analysées par C. MOUREAUX dans son étude sur le périmètre forestier de Marohoga. Rappelons que leurs propriétés sont les suivantes : la réaction est nettement alcaline. Les teneurs en limon et sable fin sont fortes, avec plus de 2 % de matière organique. L'azote est supérieur à 1 ‰. Le rapport C/N est voisin de 12. La capacité d'échange est de l'ordre de 45 méq/100 g. Les teneurs en potasse sont moyennes. L'acide phosphorique assimilable est faible.

Les alluvions ni micacées ni calcaires

Au Sud du plateau calcaire d'Anjohibe, la Mahamavo est bordée par une mince bande d'alluvions limono-sableuses non calcaires. Ces alluvions présentent un profil très voisin de celui des alluvions précédentes mais sont entièrement dépourvues de calcaire.

Les alluvions bordant certaines rivières issues de régions basaltiques se distinguent des précédentes par leur absence de calcaire, leur couleur brune et leur texture généralement plus lourde.

SÉRIE D'AMPIJOROA (Apj)

a) *Localisation, végétation, drainage.* — Cette série borde la partie Sud de la plaine de Manaratsandry au débouché d'une rivière descendant du plateau de l'Antanimena. Son étendue est de 400 ha. Elle est entièrement plantée en sisal. Le drainage y est bon.

b) *Morphologie.* — A la faveur de coupes, le long de la rivière, on a pu noter ce qui suit :

L'épaisseur totale du sol doit être environ 3 mètres d'après les coupes visibles au bord de la rivière qui coule sur le basalte rocheux. L'ensemble est assez homogène mais la stratification est bien visible.

Dans une parcelle cultivée en sisal et récemment défrichée (13-10) on peut noter qu'il n'y a pas d'horizon humifère notable et que la couleur est soit brun-rouge (F 52, — 5 Y 4/3), soit brun foncé (H 52, — 7,5 YR 3/2).

La texture est sablo-argileuse et la structure nuciforme à grumeleuse. Le sol est assez dur en surface et beaucoup plus meuble en profondeur.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.* — La réaction est acide en surface (pH = 6,0) et tend vers la neutralité en profondeur (pH = 6,7).

L'analyse mécanique fait apparaître de fortes variations dans la granulométrie, variations qu'on peut attribuer à la sédimentation : 44 % d'argile en surface et 16 % de limon contre 13 et 14 % en profondeur.

La matière organique est de 3 % en surface avec 2 ‰ d'azote. Le rapport C/N est de 9,5.

Le complexe absorbant est caractérisé en surface par une capacité d'échange de 44 méq/100 g et de fortes teneurs en chaux (4,6 ‰). En profondeur la capacité d'échange n'est plus que de 35 méq/100 g mais la chaux est restée importante ainsi que la magnésie. La potasse échangeable est faible.

Les réserves en potasse et acide phosphorique sont moyennes.

d) La *vocation* de cette série est nettement agricole.

SÉRIE D'ANKOBY (Akb)

a) *Localisation, végétation, drainage.* — La série d'Ankoby est constituée d'alluvions déposées par une petite rivière qui descend du plateau situé

au Nord de cette localité. Elle est assez peu étendue (une centaine d'ha) et n'est cultivée en riz que pendant la saison des pluies. Le drainage paraît se faire assez difficilement.

b) *Morphologie*. — Le profil noté dans la vallée d'Ankoby est le suivant (13-81) :

0-20 cm — Brun-jaune foncé (F 63, — 10 YR 4/3) ; grossièrement polyédrique, grosses mottes très dures ; argileux.

20-80 cm — Brun-gris (F 62, — 7,5 YR 4/4) ; nuciforme, plus humide ; argileux.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques*. — La réaction est acide ; les teneurs en argiles sont élevées (plus de 50 %). La matière organique est assez forte ; le complexe absorbant est riche en chaux et magnésie, pauvre en potasse. La capacité d'échange est supérieure à 30 méq/100 g. L'acide phosphorique assimilable est très faible.

d) *Vocation*. — Un tel sol, par ses fortes teneurs en argile ne peut servir qu'à la riziculture ou aux pâturages.

2° Les sols de mangrove

La mangrove occupe sur cette feuille comme sur la feuille voisine (Mitsinjo-Majunga) des étendues considérables. Elle envahit tous les estuaires en particulier ceux de la Betsiboka et de la Mahajamba. Les sols ne sont « vaseux » qu'à proximité des bras par où remontent les marées. En dehors de ces bras, le sol est une alluvion généralement micacée qui ressemble, au sel près, aux alluvions des rivières.

La seule ressource que présentent ces sols est le bois de palétuviers. Il serait possible d'envisager d'installer des cocoteraies dans certaines zones protégées des marées par des digues.

3° Les sables blancs

Des sables blancs occupent de très vastes espaces dans la forêt de l'Ankarafantsika et au Sud du Bongolava où ils occupent des zones planes ou faiblement ondulées. Ces sables sont bien arrondis et le plus souvent mats.

La végétation par suite de la grande perméabilité du sable y prend un caractère nettement xérophytique. Les genres tels que *Aloe*, *Pachypodium*, *Harpagophyton*, etc..., fréquents dans l'extrême Sud, sont abondants ici.

Le microclimat qui règne sur ces sables est certainement beaucoup plus chaud et sec que ne le laisseraient prévoir les valeurs climatiques de la station voisine de Tsaramandroso.

Ces sables constituent :

SÉRIE D'ANKARAFANTSIKA 2 (Akf2)

a) *Localisation, drainage.* — Son étendue est d'environ 87.000 ha. Le drainage y est pratiquement immédiat.

b) *Morphologie.* — L'observation de profils dans ces sables est rendue particulièrement difficile par les éboulements qui se produisent dès que l'on creuse la moindre excavation. Voici ce qui a pu être noté à l'Est d'Ampijoroa sur le plateau qui domine le lac (13-99) et sous forêt assez basse mais dense :

0- 5 cm — Brun très pâle (A 62, — 10 YR 8/3); feutrage de racines, débris végétaux divers : brindilles, feuilles mortes ; sableux ; particulière.

55-150 cm et au-dessous — Blanc (A 41, — 10 YR 8/2) ; pas de racines ; sableux ; particulière.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.* — La réaction franchement acide en surface, devient presque neutre en profondeur ; la matière organique est assez abondante dans les cinq premiers centimètres du sol (jusqu'à 5 %). Elle est pratiquement nulle en profondeur.

La granulométrie est caractérisée par des teneurs en sables très élevées (surtout grossiers). La couche humifère de surface n'est pas dépourvue de bases (chaux plus de 1 ‰, potasse 0,3 ‰). La capacité d'échange de 8 méq/100 g en surface s'abaisse fortement avec la profondeur.

Les difficultés d'excavations ont empêché de voir s'il pouvait se développer un sol podzolique sur de tels sables. Il se pourrait que l'on ait ici des sols analogues à ceux d'Ankaranka (21).

d) *Vocation.* — Ces sols sont occupés dans le secteur d'Ampijoroa, par une forêt qu'il y a tout intérêt à maintenir. Plus à l'Est, vers Bevazaha, le lac Tsimaloto, le plateau de Kalambahy, la couverture végétale est à base de xérophytes. Ces sables, qui sont compris dans une réserve forestière et dans la réserve naturelle intégrale N° 7, sont assurés contre une dégradation qui aurait des répercussions fâcheuses sur la plaine de Marovoay.

En bordure de la mer dans la région d'Ampasimariny, le sable dunaire occupe d'assez vastes espaces. Ce sable ne porte qu'une végétation clairsemée et n'est pratiquement d'aucune utilité.

4° Les colluvions.

Les colluvions de textures diverses existent en différents points, en général au pied de certains plateaux comme aux environs d'Ampombimananga. Au pied du plateau de l'Ankarafantsika on a une zone d'éboulis sableux sur laquelle la route de Majunga à Tananarive a du mal à s'implanter. Au pied du Bongolava, vers Ampombimananga, une vaste zone de sable a été déposée par un ruisseau important.

II. — LES SOLS D'ABLATION

Les sols ferrugineux tropicaux et calcimorphes sont sujets à une érosion intense, si bien que sur de grands espaces, le profil a été tronqué et l'on ne voit guère affleurer que la zone d'altération tachetée — le remblayage entre de petits témoins est important. La végétation est le plus souvent une savane à *Hyphaene shalan*, avec une strate herbacée où domine *Heteropogon contortus*.

Il ne s'agit pas ici de véritables sols squelettiques mais plutôt de sols semi-squelettiques.

Ils ont été classés en trois séries :

— celle de SAONJA analogue à celle décrite par C. MOUREAUX (19) dans la notice de la feuille de Maevatanana, résulte du tronçonnement de sols calcimorphes brun sur jaune.

— celles de BESEVA (19) résulte de l'action de l'érosion sur des sols ferrugineux tropicaux rouges dérivés de grès.

— celle de BETAOLA résulte de l'action de l'érosion sur les sols ferrugineux tropicaux jaunes de la série de Tanambao-1.

Les sols squelettiques vrais concernent le basalte, le calcaire, le grès (région de Berivotra entre Majunga et Marovoay ; région d'Andasibe, entre Ambalakida et les grottes). Les marnes et argiles méritent une mention spéciale. A l'Est de la Mahajamba, ce sont surtout des argiles qui affleurent dans la vaste dépression qui s'étend au Sud du Bongolava. Il est bien difficile, malgré une végétation herbacée assez dense d'y déceler la moindre amorce de profil.

Près de Tsaramandroso, la marne gypseuse grise qui affleure est pratiquement indifférenciée. Dans certains cas, cependant, un horizon humifère prend naissance.

Voici deux profils qui ont été observés dans le poste forestier de Tsaramandroso :

1. — Au sommet d'une colline arrondie (13-113). Pratiquement pas de profil. Marne gypseuse grise à brun pâle, quelques fentes verticales rares.

2. — A proximité d'un bas-fond de quelques mètres de côté, on note (13-114) :

0- 5 cm — Très noir ; argileux ; grenu.

5- 30 cm — Noir ; argileux ; grossièrement prismatique, donnant des morceaux polyédriques.

30-100 cm — Gris, quelques taches ocre ; argile gypseuse ; lamellaire.

Il s'agit ici d'un sol hydromorphe où l'accumulation de la matière organique est déjà importante.

La comparaison de quelques propriétés de ces sols :

N°	Profondeur	pH	N ‰	Cap. Ech.
13-113	Surface	8,0	0,9	30,3
13-114	,	6,7	1,0	49,8

montre qu'en bas-fond le pH est devenu légèrement acide. La matière organique a quadruplé et la capacité d'échange fortement augmenté.

MISE EN VALEUR

GÉNÉRALITÉS

Différentes régions de la feuille 13 voient une activité agricole particulièrement importante. Cet état de chose nous paraît dû à la coexistence de plusieurs facteurs favorables :

a) les sols de la feuille sont très variés, mais ceux appartenant au sous-ordre hydromorphe et aux alluvions sont abondamment représentés.

Les sols hydromorphes sont des sols lourds, bien pourvus en éléments fertilisants ainsi qu'en matière organique et azote. Ils occupent des zones basses et planes où l'irrigation est facile.

Les alluvions des fleuves sont, tantôt fortement argileuses et lourdes, tantôt limoneuses et légères. Elles se prêtent à une gamme de cultures assez étendue.

b) L'irrigation est rendue possible par l'existence de sources de rivières, dont le débit d'étiage est encore important. L'eau est mise à la disposition des riziculteurs soit par dérivation, soit par pompage.

c) L'existence d'une population agricole particulièrement douée pour la riziculture. Dès 1904, MORICEAU (4) signale que les plaines de Marovoay sont peuplées en majorité de Betsileo et de Zafimanely de la côte Est. A l'heure actuelle, les Betsileo sont les plus nombreux dans toutes les zones rizicoles de Marovoay, Ambalabe, etc... Les Merina, les Betsirebaka sont nombreux également. Dans les autres zones agricoles (manioc, tabac) la main-d'œuvre est surtout fournie par les peuples du Sud (Antandroy).

d) La proximité d'un grand port : celui de Majunga, fréquenté par tous les navires desservant Madagascar et d'une baie abritée, celle de la Mahajamba où les cargos peuvent mouiller.

Les relations commerciales sont facilitées par suite de l'existence :

— d'une grande voie fluviale : la Betsiboka qui permet le transport économique du riz par chalands ;

— d'un grand axe routier Tananarive-Majunga en voie d'amélioration

constante et qui sera d'ici quelques années complètement remis en état et goudronné ;

— d'axes routiers secondaires, encore médiocres d'ailleurs, tels que Marovoay-Port-Bergé et Tsaramandroso-Morafeno. La première sert surtout à l'heure actuelle à l'évacuation du tabac produit par le district de Port-Bergé. La seconde met en relation Marovoay et Majunga avec la région agricole du Kimangoro et la zone de capture où les produits à évacuer sont tabac et arachides.

UTILISATION ACTUELLE DES SOLS

A côté de zones cultivées presque intensivement, existent de vastes territoires quasi-désertiques : la région au Nord d'une ligne Marovoay-Ambalabe, l'Est de Tsinjomitondraka, l'Ankarafantsika. On y trouve des sols squelettiques, des sables purs, ou des sols ferrugineux tropicaux dont un grand nombre sont impropres aux cultures : la forêt occupe à l'heure actuelle environ 2.200 km² soit 10,3 % de la surface totale de la feuille et 12,6 % de tous les sols. Elle est répartie en 8 ensembles dont le plus important est celui de l'Ankarafantsika, prolongé au Nord-Ouest par la forêt du Bongo-Lava (au total 1.064 km²). Des zones forestières de moindre étendue existent aux extrémités Nord-Ouest et Nord-Est. Elles présentent rarement, sauf l'Ankarafantsika, des étendues considérables d'un seul tenant, mais plutôt des îlots plus ou moins vastes, séparés par des zones de savane ou de prairie. Le Service des Eaux et Forêts possède deux postes de reboisement, l'un à Marohoga, l'autre à Tsaramandroso.

Les sols occupés par la forêt sont essentiellement ferrugineux tropicaux, rouges ou jaunes, de texture sableuse : ainsi que les sables blancs.

Le bétail est abondant avec environ 120.000 bœufs recensés. Son domaine est la savane et la prairie, conquises par le défrichement et surtout par le feu sur la forêt. 6.000 km² et 64 % de tous les sols, soit environ 55 % de la feuille servent de terrain de parcours aux troupeaux. Il n'est pas possible de dire que tout ce territoire soit de vocation pastorale. Les feux annuels, s'ils assurent le renouvellement des graminées, sont aussi à l'origine de l'érosion qui, par endroits, prend des proportions considérables.

L'agriculture reste la base de l'activité du pays. Cinq plantes sont cultivées qui, par ordre d'importance, sont : le riz, le manioc, le tabac, l'arachide, le sisal. On peut dire que le riz est la culture majeure de la feuille. La riziculture est pratiquée en grand dans les zones de Marovoay et Manaratsandry. Les principaux autres centres sont Ambalabe, les vallées du Sud de l'Ankarafantsika, la plaine d'Analamaty. Enfin, plusieurs autres petites plaines d'importance secondaire sont plantées en riz.

R. DUFOURNET (13), dans « Entreprises et Produits de Madagascar », a donné un aperçu général de la culture du riz dans la province de Majunga en insistant sur la plaine de Marovoay : nous lui ferons de larges emprunts.

Trois récoltes de riz sont effectuées annuellement dans ce secteur. Ces récoltes ont reçu des noms particuliers : « vary asara » en saison des pluies, « vary atiatra » en intersaison et « vary jebly » en saison sèche. Il va de soi que la même parcelle ne fournit pas trois récoltes mais deux au plus. L'un ou l'autre de ces riz est planté suivant les possibilités d'irrigation d'une surface déterminée. Les deux récoltes les plus importantes sont le vary asara qui utilise l'eau de pluie et surtout le vary jebly qui utilise l'eau d'irrigation en saison sèche.

Cette eau d'irrigation est d'origine différente :

a. — Partie Ouest : Manaratsandry : les sources situées à l'extrémité Ouest de la plaine, l'eau de la Betsiboka par pompage.

b. — Partie Est : la rivière Marovoay, barrée déjà à Ampijoroa, est canalisée à partir de Bekalila et divisée en deux bras principaux qui servent à irriguer une grande partie de la plaine. L'extrémité orientale de la plaine est irriguée par l'eau retenue au barrage d'Amboromalandy. Ce réservoir est insuffisant pour assurer toute l'eau nécessaire à l'extrémité Est de la plaine. Aussi a-t-on détourné les eaux de la rivière Karambo qui vont grossir le réservoir d'Amboromalandy.

c. — Plaine d'Ankaboka : cette plaine est irriguée par l'eau de la Betsiboka, prélevée par pompage, et par celle d'un réservoir situé à l'Ouest du village.

d. — La plaine comprise entre Marovoay et la Betsiboka est irriguée par pompage de l'eau de la Marovoay.

A l'heure actuelle, l'eau disponible pour la riziculture est encore insuffisante. D'autre part, dans beaucoup d'endroits le drainage est défectueux. Le service du Génie Rural s'efforce de résoudre ce double problème par la création de nouveaux barrages et le creusement de drains.

Les plaines de Marovoay sont cultivées par quelques sociétés européennes, dont certaines sont importantes, par des colons hindous et par les collectivités malgaches. La mécanisation, qui se heurte à des difficultés sérieuses, est peu poussée, une grande partie des rizières est exploitée par métayage, le reste par des cultivateurs indépendants. D'après DUFURNET, il y a 6.000 métayers et ouvriers et 7.000 riziculteurs autonomes (en 1904 on ne comptait que 5.800 habitants).

Les opérations nécessaires sont les suivantes :

- piétinage des rizières par les bœufs,
- nettoyage à la main,
- installation d'une pépinière,
- repiquage à raison de 3 à 5 brins espacés de 20 à 30 cm,
- récolte qui se fait à la main.

Un hectare de rizière nécessite environ 170 jours de travail.

Les variétés de riz cultivées sont essentiellement au nombre de deux. Le « vary kalila » qui fournit un grain assez petit, mais très apprécié des consommateurs locaux ; le « vary lava » au grain long et translucide, sélec-

tionné à la Station agricole de Marovoay, se répand de plus en plus et fournit un bon riz d'exportation. Au repiquage en touffes tend à se substituer un repiquage en ligne qui permet un meilleur entretien de la rizière et une élimination plus facile des variétés étrangères. La production de paddy n'a fait que croître depuis le début de la mise en valeur des plaines (4) en 1900 : 400 t ; en 1950 : 22.000 t ; en 1952 : 35.000 t. Une grande partie de ce riz est consommée sur place et le reste est exporté. En 1952, 9.300 t ont été exportées via Majunga sur la côte Nord-Ouest (Majunga, Nossi-bé, Ambanja), les Comores, la Réunion et même la France (1.000 t de riz de luxe).

Une bonne partie du riz est traitée dans les deux rizeries de Marovoay (CAIM et Merrali Ballou) ; on y a traité, en 1952, 9.000 tonnes.

Les sols cultivés en rizières sont essentiellement les sols hydromorphes, les alluvions argileuses, pratiquement jamais les alluvions limoneuses ; dans la plaine de Marovoay, les sols marécageux, tachetés, gris, les sols faiblement hydromorphes ; dans la plaine de Manaratsandry, les sols marécageux, et faiblement hydromorphes ; à Ankaboka les alluvions argileuses de la Bet-siboka ; dans certaines vallées du Sud de la plaine, des sols à profil complexe.

Il n'est pas possible de connaître le rendement par type de sol. Pour l'ensemble de la plaine on compte environ 2 t par hectare.

La plaine d'Ambalabe n'est cultivée que dans sa partie Ouest. Le « vary asara » est pratiquement la seule production car l'eau disponible en saison sèche est très faible. Les sols cultivés sont uniquement des sols hydromorphes tachetés.

Au Sud de la forêt de l'Ankarafantsika quelques vallées voient une certaine production de « vary jeby ». L'eau sourd au pied de la falaise gréseuse, au niveau des marnes imperméables. Les sols cultivés sont des alluvions et des sols hydromorphes.

A l'Est de la Mahajamba, la dépression argilo-marneuse est en partie cultivée grâce à l'eau qui sort au pied du plateau du Bongolava près d'Ampombimananga. Cette eau est utilisée successivement par les rizières d'Ampombimananga, d'Analamaty, d'Andramy. Elle n'atteint pas la Mahajamba, en saison sèche. Le riz cultivé est le « vary jeby », les sols sont hydromorphes tachetés.

A l'Est de Tsinjomitondraka, deux plaines irriguées par les rivières Androtra à Betohotra, Besarandra à Marolopotra sont cultivées en « vary jeby ». Les sols sont encore des sols hydromorphes tachetés.

Le manioc est produit seulement dans la plaine de la basse-Mahajamba. Les racines récoltées sont traitées sur place et la fécule extraite est exportée par la baie de la Mahajamba. Les sols cultivés sont uniquement les alluvions limoneuses déposées par le fleuve. Les surfaces emblavées sont protégées des inondations par des levées de terre. Seules sont utilisées les zones à bon drainage c'est-à-dire les bourrelets au voisinage du fleuve et des bras secondaires. Quelques zones basses, d'ailleurs de texture plus lourde et plus humides ne

sont pas cultivées en manioc mais en riz. Le rendement est de 25 tonnes à l'hectare environ.

Le tabac maryland est cultivé dans la vallée du Kimangoro. Ce tabac est planté après la fin de la saison des pluies et récolté à la fin de la saison sèche. Les seuls sols utilisés sont les alluvions limoneuses du Kimangoro et de la Mahajamba à la zone de capture.

L'arachide est plantée en différents endroits de la feuille. Dans la zone de capture de la Mahajamba, sur alluvions ; en différents autres points tels que le plateau d'Ankaramanga, la région à l'Est d'Ankazomborona et le plateau du Bongolava. Sur alluvions, les arachides sont plantées au début de la saison sèche. Dans les autres endroits il s'agit d'arachides de saison des pluies.

Le sisal est planté au Sud de la plaine de Manarantsandry sur les alluvions déposées par une rivière provenant du plateau de l'Antanimena. La fibre est extraite à l'usine d'Ampijoroa. A l'heure actuelle des difficultés s'élèvent par suite des faibles cours du sisal sur le marché mondial.

Différentes autres plantes ont fait ou font l'objet d'études sur le périmètre de la feuille.

Le coton a fait à différentes reprises l'objet d'essais à la station de Marovoay dès 1904. Les variétés Sea Island, Stonesville et Pima ont été essayées. Des difficultés sérieuses ont toujours été dues aux parasites.

Le kapokier (*Ceiba pentandra*) (13) est l'objet d'études à la Station de Marovoay.

Le Ceara (*Manihot glazunovii*) a été planté à Sainte-Marie par un colon, M. Sluzanski. DUCHÊNE et PERRIER DE LA BATHIE (14) font état d'une visite qu'ils firent en 1908 à cette concession et déclarent qu'en dépit des difficultés rencontrées par le planteur, la culture de cet arbre et la méthode de récolte du latex sont au point ; à l'heure actuelle, il ne subsiste plus rien de cette exploitation totalement abandonnée.

POSSIBILITÉS DE MISE EN VALEUR DES SOLS

L'ensemble de la zone prospectée compte au total 10.800 km² sur lesquels 2.200 km² sont en forêt, 330 km² sont cultivés ; le reste, soit 6.000 km² sont livrés aux bœufs. Cette répartition est-elle la meilleure ; c'est-à-dire la répartition des activités rurales, tient-elle compte de la vocation des sols ? La détermination de la vocation des sols ou de l'usage qui leur convient le mieux doit tenir compte d'un assez grand nombre de facteurs dont les plus importants sont :

En ce qui concerne le sol :

- le degré de fertilité,
- la pente, l'érosion actuelle ou potentielle,
- les possibilités d'irrigation.

Les conditions économiques :

- les voies d'évacuation, le prix du transport,
- la proximité ou l'éloignement des centres de consommation ou d'exportation,
- le prix des denrées sur le marché local ou international.

Les arbres, plantes de croissance lente, assurent aux sols une protection contre l'érosion et protègent les régions avoisinantes de l'envahissement par les produits de l'érosion parfois indésirables comme les sables. Ils régularisent les cours d'eau et réduisent les crues et les inondations tout en assurant un débit d'étiage suffisant.

De très vastes zones sont justiciables d'une protection contre le déboisement, d'autres mériteraient qu'on les reboise ou du moins qu'on leur permette de se réembroussailler, en attendant qu'une végétation arborée puisse se réinstaller. Ce sont dans le premier cas, les zones plus ou moins profondément érodées qui avoisinent les plaines cultivées ou dont la mise en valeur peut être envisagée.

Ces zones à protéger sont :

- les collines et les plateaux qui ceignent les plaines de Marovoay. Il s'agit de sols ferrugineux tropicaux rouges ou jaunes, de sols semi-squelettiques ou squelettiques qui résultent du démantèlement des précédents ;
- les collines basses qui entourent, au Sud et à l'Ouest, la plaine d'Am-balabe.

Dans ces zones de protection forestière, il pourra être prévu des zones de pâturages pour les bœufs sur certains endroits plats ou humides. Naturellement le feu devra être proscrit.

Tout ce qui n'est pas forêt ou terrain cultivé « appartient » aux bœufs. D'année en année, le domaine de ces derniers s'accroît. Cependant, il est reconnu que la qualité du bétail diminue de façon régulière et inquiétante. Ceci paraît dû à de multiples causes qu'il ne nous appartient pas d'étudier ici (maladies, vols, etc...) mais en grande partie probablement à la dégradation du sol et des pâturages. L'amélioration du bétail est liée avant tout à l'amélioration des pâturages. Or, le pâturage tel qu'il est conçu par l'éleveur malgache est quelque chose d'assez rudimentaire. Le feu est l'instrument de rénovation le plus facilement accessible et naturellement le plus largement utilisé. Mais pour supprimer cette pratique destructrice de la flore et du sol il est bon de rechercher des zones où un élevage plus rationnel peut être pratiqué : des zones où l'irrigation pourrait assurer une herbe verte en saison sèche, où la fauche pourrait permettre de stocker l'herbe en vue des périodes de disette (la fin de la saison sèche). Simultanément il serait bon d'assurer au bétail la boisson en même temps que la nourriture.

Les régions qui correspondent à ces conditions existent dans la zone étudiée :

a) Prairies irriguées. — Dans un certain nombre de secteurs, une extension de l'irrigation est prévue (Ambalabe, Bekarara, etc...), dans d'autres elle est possible : plaines situées au Nord de la route Tsinjomitondraka-Port-Bergé, plaines situées au Nord de Marovoay, etc... Dans toutes ces plaines constituées de sols hydromorphes lourds, un élevage rationnel pourrait être tenté, à côté de la riziculture. Outre les ressources propres fournies par le bétail, on pourrait concevoir l'utilisation méthodique du fumier systématiquement ignoré du cultivateur de l'Ouest. Il paraît intéressant de signaler les résultats obtenus par P. ROCHE, J. VELLY et B. JOLIET (16) à la Station agronomique du Lac Alaotra sur des alluvions micacées. « Les rendements moyens sur quatre ans accusent un supplément de rendement par rapport au témoin de 1 tonne/ha par an pour le traitement au fumier de ferme. »

b) Prairies non irriguées. — Sur de grands plateaux dépourvus de pierres, aux accidents négligeables, un fauchage mécanique pourrait être pratiqué (plateaux du type Bongolava). A cet élevage pourrait être associé des cultures sèches (arachides par exemple). Ici encore le fumier pourrait être un sérieux adjuvant de l'agriculture ; les fanes des arachides pourraient d'autre part être consommées par le bétail.

Parmi les zones à vocation franchement agricole, nous pouvons en distinguer six principales. Elles sont déjà partiellement mises en valeur ; mais il ne fait pas de doute que des extensions parfois très importantes y soient encore possibles.

a) *Les plaines de Marovoay* sont en grande partie cultivées. Les sols, ainsi que nous l'avons vu précédemment, sont hydromorphes ou alluviaux. Un certain nombre de plaines peuvent encore être mises en valeur.

Les plaines de Miadana et de l'Andranolava sont constituées par les alluvions argileuses de la Betsiboka et des sols hydromorphes tachetés. Ce sont des sols très lourds qui conviennent bien à la riziculture. En saison sèche, il n'y a pratiquement aucune culture sur ces sols. Leur mise en valeur implique une retenue sur l'Andranolava de manière à emmagasiner l'eau tombant en saison des pluies sur le bassin versant de cette rivière ainsi que la lutte contre l'érosion sur ce dernier. Cette absence de végétation arborée serait un facteur favorable pour la mise en valeur du terrain.

La plaine de Bekarara située à l'Est de la route Majunga-Tananarive pourrait également être mise en culture. Les sols sont alluviaux ou légèrement hydromorphes ; ils sont lourds, plats et conviendraient à la riziculture. Une retenue d'eau serait nécessaire dans la partie haute des rivières Maevajofa, Ampatika, Andengamboay, avec protection des rives par un reboisement.

Le « Banja » de la Betsiboka comprend une bande allongée parallèle au fleuve. Il s'agit de sols hydromorphes ou d'alluvions argileuses de la Betsiboka. Ici encore, la seule culture possible est le riz. Le problème qui se pose en

premier lieu est celui de l'eau qui pourrait être résolu par pompage dans le fleuve (après création d'une station analogue à celle de la Société Franco-Malgache à Maroala). On pourrait également envisager une prise d'eau en amont de la plaine.

b) *La Basse Mahajamba*. — La plupart des zones d'alluvions limoneuses fraîches de la Mahajamba sont cultivées en manioc. Ces zones sont situées à proximité du fleuve ou de bras secondaires. Cependant à l'Ouest de la zone plantée en manioc existe une assez vaste surface d'alluvions argileuses et de sols hydromorphes plats très lourds et qui conviendraient à la culture du riz si toutefois l'irrigation pouvait être assurée en saison sèche. Le drainage devra être particulièrement soigné car les sols sont plus ou moins salés.

Sur la rive Est du fleuve et au Nord de Tsinjorano, une vaste plaine de sols hydromorphes pourrait être mise en valeur si l'irrigation était assurée (par pompage dans la Mahajamba, p. ex.). Plus à l'Est, la plaine de la Bekapilo pourrait être mise en culture mais ici l'eau en saison sèche paraît insuffisante. Une retenue devrait être faite en amont de Miadana sur l'Androtra.

c) *La plaine d'Ambalabe Sud* n'est que partiellement cultivée. Les sols très lourds appartiennent au sous-ordre hydromorphe et ne pourront se prêter qu'à la riziculture. La question de l'eau est ici primordiale. Elle manque totalement en saison sèche. Un projet des services gouvernementaux prévoit l'irrigation de cette plaine. L'eau serait fournie par la Mahajamba et prélevée à la hauteur de Mahajambakely. Les efflorescences salines sont nombreuses dans la partie Est de la plaine. Le sel est amené par l'eau de mer qui remonte à chaque marée dans le lit de la Befanjava et, par l'intermédiaire de « kinga » (1), vient envahir partiellement la plaine. Des travaux peu importants, semble-t-il, seraient nécessaires pour empêcher ces remontées d'eau de mer dans la plaine.

Ambalabe Nord. — Une zone d'alluvions de la Mahajamba vient s'enfoncer en coin entre Befanjava et les plantations bordant la Masokoenjy. Cette zone est loin d'être parfaitement plane. Elle est parsemée de mares qui ne sont pas asséchées au début (juin) de la saison sèche ; les îlots de sols ferrugineux tropicaux jaunes sont assez fréquents et à un niveau à peine supérieur (50 cm parfois) à celui des alluvions. La végétation arborée (*Hyphaene shatan*, *Tamarindus indica*, *Poupartia caffra*) est assez dense. Il semble que cette zone soit plus favorable aux pâturages qu'aux cultures qui ne pourraient se faire que sur des zones assez discontinues. Par ailleurs, le sel paraît toujours latent ; aussi les cocotiers paraissent assez indiqués.

d) *La zone de capture*. — Entre la Mahajamba et le Kamoro existe une bande allongée de sols alluviaux qui constituent ce que l'on pourrait appeler le « bec de Morafeno ». Les sols présentent des profils assez hétérogènes

(1) Kinga : petit bras servant généralement de drain.

(alternance de lits limoneux et sableux). Cette zone n'est que partiellement cultivée en arachide et tabac. Il semble qu'on pourrait développer davantage la culture de ces deux plantes, surtout celle de la première, car les sols sont le plus souvent sableux et lui conviendraient, de ce fait, mieux qu'au tabac.

e) *La vallée du Kimangoro* ne figure sur la feuille que dans sa partie Nord et Nord-Ouest, elle se prolonge assez loin encore vers le Sud. Seule son extrémité occidentale est cultivée en tabac. Les sols alluviaux micacés et limoneux semblent lui convenir parfaitement. La partie orientale, constituée des mêmes sols, est actuellement laissée en rizières de saisons des pluies et en pâturages de saison sèche. Il semble que ces alluvions aient une vocation essentiellement agricole, car elles paraissent convenir très bien à la culture du tabac ainsi qu'à celle de l'arachide. L'utilisation des sols de la partie Est de cette vallée nous paraît mériter d'être reconsidérée.

f) *Les plateaux du type Bongolava* constituent des zones dont le fonds de fertilité n'est peut-être pas remarquablement élevé, mais qui ont un double avantage : leur platitude et leur situation proche des voies routières.

On peut distinguer 3 plateaux de type Bongolava.

Le premier entre la Mamboina et la Mahajamba, le second au Sud de Belany et le troisième qui constitue le Bongolava proprement dit. Les deux premiers sont limités vers le Sud par des abrupts assez importants.

La granulométrie est assez variable, depuis sablo-limoneux jusqu'à limoneux. Les éléments échangeables sont variables également. Le plateau du Bongolava proprement dit commence au bord de la Mahajamba et se termine au Nord-Est à proximité de la Sofia. Il est très allongé (une centaine de kilomètres environ) mais large d'une dizaine de kilomètres environ. Il est limité à l'Est par des sables blancs. A l'Ouest par la plaine rocailleuse de la Belomany.

La partie Ouest est très découpée par des petits ruisseaux affluents de la Belomany.

La prairie d'*Aristida rufescens* qui l'occupe presque entièrement est brûlée tous les ans. Le sol est très tassé et compact. Il est très probable que l'érosion en nappe est très active pendant les pluies. L'érosion en lavaka provoque la formation de quelques ravins très profonds et très longs.

Des essais d'arachide ont été tentés sur le plateau en 1952 et 1953. Il semble qu'il soit nécessaire de planter uniquement en bandes de niveau séparées par des bandes d'herbe. D'autre part, il faut reconstituer la structure par une ou même plusieurs années d'engrais verts ou mieux, par l'application de fumier avant de commencer des plantations.

D'autre part, il est possible de trouver sur ce plateau de vastes espaces plans ou presque, à peu près dépourvus de termitières. Il semble qu'il soit possible de faire ici des pâturages améliorés où le fauchage est facilement réalisable. Le problème de l'eau n'est pas difficile à résoudre car les petites

rivières à l'Ouest du plateau ne tarissent pas ; de plus la nappe phréatique ne paraît pas très profonde (10 à 15 mètres).

Enfin, il existe de vastes régions quasi dépeuplées, presque entièrement déboisées, sans plaines, où les cours d'eau sont peu nombreux et distants les uns des autres, constitués de plateaux sableux, de sols fortement érodés ou même squelettiques. Pratiquement, aucune culture rentable n'y est possible, le reboisement y serait difficile et peu profitable. En fait, ils ne peuvent guère servir qu'à des pâturages extensifs en saison des pluies.

CONCLUSIONS

Sur cette feuille, comme sur la feuille voisine de Mitsinjo Majunga, les sols latéritiques n'occupent qu'une faible étendue. Ils sont cantonnés dans la partie Nord de la feuille et paraissent être en relation avec le climat de Majunga d'une part, et avec une roche-mère calcaire d'autre part. Les caractères de la série d'Andasibe Nord peuvent paraître un peu paradoxaux à première vue : en dehors d'un rapport silice/alumine bas, ils présentent un pH légèrement alcalin et de très fortes teneurs en matière organique et bases échangeables.

Ces particularités paraissent dues à une végétation forestière importante. Le sol étant peu profond (1,10 m environ), la roche-mère est facilement atteinte par les racines des arbres qui ramènent en surface, par l'intermédiaire des solutions vasculaires, des quantités assez fortes de bases qui ont pour effet d'élever le pH.

Sous végétation herbacée, par contre, le pH devient acide et les teneurs en bases sont bien moins fortes, quoique encore importantes.

Les sols ferrugineux tropicaux qui dérivent des roches-mères les plus variées sont très largement représentés. Les sols sont rouges, rouge-brun ou jaunes. Certains d'entre eux présentent un horizon lessivé en surface. Des cuirasses ferrugineuses de très faible étendue ont été notées. Les textures sont très variables. Les teneurs en éléments fertilisants et en matière organique sont assez faibles en général. Les argiles contiennent essentiellement de la kaolinite associée avec des hydroxydes de fer (gœthite ou formes mal cristallisées).

Ces sols souvent profonds sont couverts par la forêt ou des formations secondaires allant de la savane à la prairie. Ils sont dégradés par les feux de brousse saisonniers. La plupart d'entre eux se prêtent mal à une mise en valeur agricole : l'érosion est fortement avancée et l'irrigation difficilement réalisable. Si la plupart des sols ont une vocation forestière, certains secteurs pourraient être transformés en pâturages plus rationnels que ceux qui existent actuellement (les plateaux du type Bongolava par exemple).

Les sols hydromorphes présentent une certaine variété : les sols de marais sont très peu étendus ; par contre, les sols marécageux, les sols gris et les

sols tachetés, les sols faiblement hydromorphes sont abondamment représentés. Les sols noirs tropicaux figurent également sur la feuille mais ne représentent que de très faibles surfaces. Leur texture est presque toujours très lourde, les teneurs en éléments fertilisants souvent élevées. L'argile des sols noirs tropicaux est presque entièrement de la montmorillonite. Celle des autres sols hydromorphes est constituée de kaolinite avec des teneurs importantes de montmorillonite. Dans la plaine de Marovoay, des teneurs appréciables en illite ont été trouvées.

Malgré des teneurs en chlorures souvent élevées, ces sols constituent d'excellents sols à riz. La mise en valeur de la totalité de ces sols est liée de façon étroite aux possibilités d'irrigation. Ces sols lourds pourraient servir également de pâturages.

Les sols alluviaux sont déposés par deux grands fleuves : la Betsiboka et la Mahajamba et un certain nombre de rivières secondaires comme le Kimangoro, la Mahamavo, etc...

Les alluvions micacées, généralement acides sont cultivées en manioc, tabac, arachide. Certaines alluvions, plus argileuses, portent des rizières. Certains sols lourds sont inutilisés faute d'eau, d'autres, de texture plus légère, portent des rizières ou des pâturages alors qu'ils mériteraient une meilleure utilisation.

De grandes surfaces de sols sableux blancs supportent une forêt qu'il y a naturellement tout intérêt à maintenir. Enfin, de vastes espaces portent des sols réduits à leur plus simple expression, la roche affleure sur de mornes étendues stériles.

La mise en valeur semble devoir se concentrer dans un certain nombre de régions limitées. Elle est en grande partie fonction des possibilités hydrauliques. Le développement complet de la région de Marovoay est lié à la mise en œuvre de nouvelles ressources en eau fournies soit par la Betsiboka, soit par de petits affluents. La région d'Ambalabe et de la basse Mahajamba dépend pour son développement futur de la domestication de l'eau de la Mahajamba. Les environs de la zone de capture avec la vallée du Kimangoro ont moins besoin d'eau que de voies d'évacuation permanentes pour les produits.

Les récoltes de riz, tabac et arachide, manioc, doivent pouvoir être notablement accrues. D'autres productions pratiquement inexistantes comme celle du coprah devraient pouvoir être créées.

L'élevage doit lui aussi trouver sa place dans le développement de la région, dans une association plus étroite avec l'agriculture. Un certain nombre de sols hydromorphes pourraient être utilisés en pâturages où irrigation et fauchage seraient possibles. D'autres sols comme ceux du Bongolava pourraient voir une association élevage (fauchage seul possible) et cultures sèches (arachide par ex.).

La protection du domaine forestier est une nécessité pour la prospérité de certaines zones agricoles comme celle de Marovoay. Le domaine forestier

devrait d'ailleurs, dans certains cas, être étendu pour éviter l'action de l'érosion et l'envahissement de certaines plaines par du sable.

En un mot, la prospérité de la zone cartographiée est liée à une protection rigoureuse et à l'extension du domaine forestier, à une association étroite de l'élevage et de l'agriculture, et à l'utilisation complète des ressources hydrauliques.

BIBLIOGRAPHIE

RÉGION

1. *Anonyme*, 1953. — Marovoay. — *Bull. Mad.*, 87, 3-7.
2. BOUVIÉ (Cap. de), 1897. — De Marovoay à la Mahajamba. — *N.R.E.* 2, 9, 241-250.
3. MORICEAU (Adm.), 1902. — Rapport de l'Administrateur en Chef des colonies Moriceau à Monsieur le Gouverneur général sur une tournée administrative effectuée dans la partie Nord de la province de Majunga. — *Bull. Econ. Mad.*, II, 155-170 et 257-265.
4. — 1904. — Le District de Marovoay du point de vue économique. — *Bull. Econ. Mad.*, IV, 289-296.

GÉOLOGIE

5. BESAIRIE (H.), 1931 à 1938. — Cartes géologiques au 1/200.000^e avec notices. Feuilles de Majunga, Marovoay, Port-Bergé, Tsinjomitondraka. — Imp. Off. Madagascar, Tananarive.
6. — 1952. — Le Bassin de Majunga. — Trav. Bur. Géol. Serv. Mines, Madagascar, N° 38. Tananarive.
7. BESAIRIE (H.) et LENOBLE (A.), 1937-8. — Carte géologique au 1/200.000^e avec notice de Tsaramandroso. — Imp. Off. Tananarive.
8. PERRIER DE LA BATHIE (H.), 1918-1919. — Les terrains postérieurs au Crétacé moyen de la région de Majunga. — *Bull. Acad. Malg.*, 4, 205-209.
9. ST. OURS (J. de), 1952. — Carte géologique au 1/200.000^e de Tsaratanana, Marovato, avec notice. — Trav. Bur. Géol. Service des Mines de Madagascar, N° 25. Tananarive.

VÉGÉTATION

10. HUMBERT (H.), 1927. — Principaux aspects de la végétation à Madagascar. — *Mém. Acad. Malg.*, V, 79 p., XLI pl.
11. PERRIER DE LA BATHIE (H.), 1921. — La végétation malgache. — Challengel, Paris, 266 p.

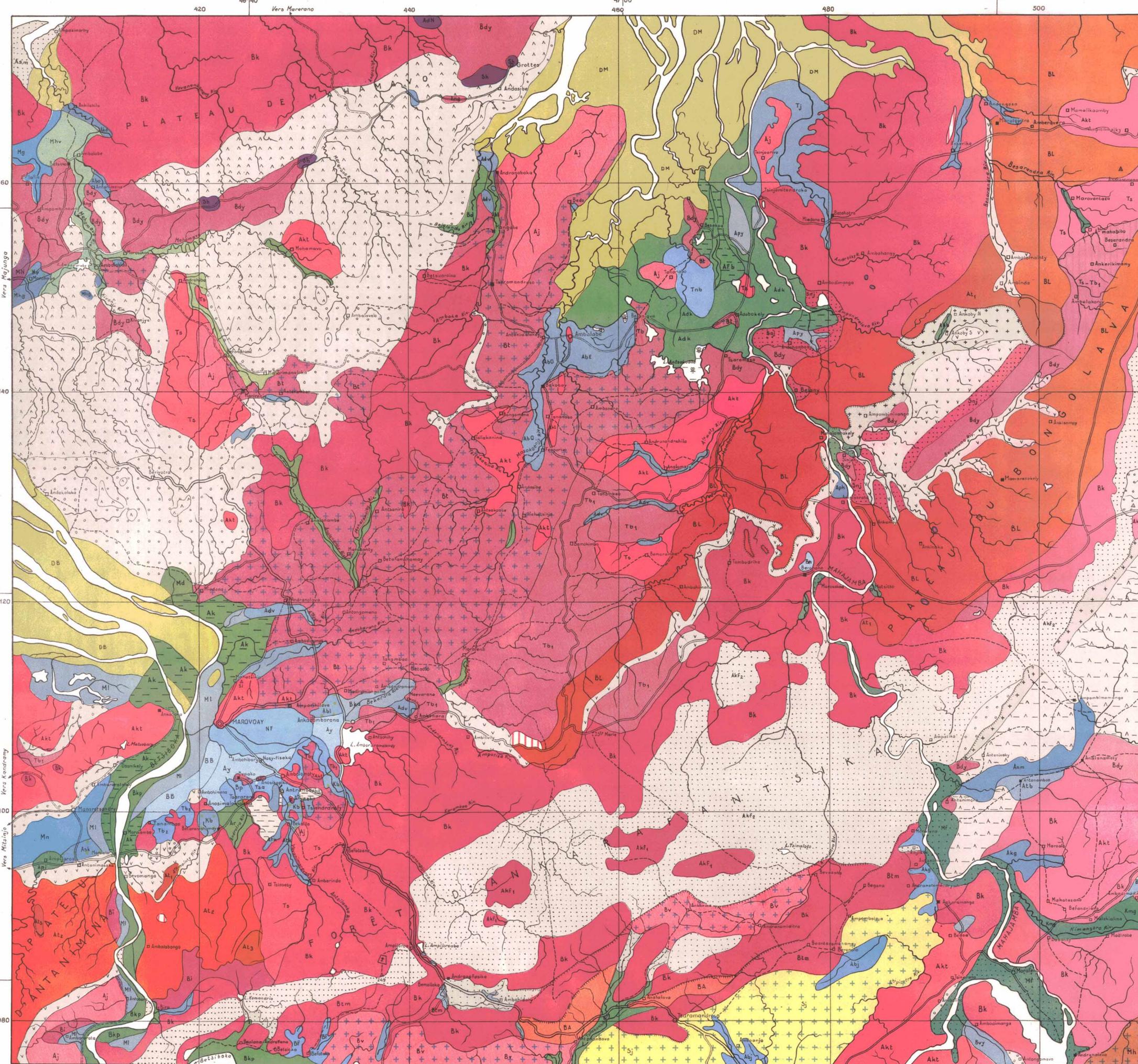
AGRICULTURE

12. CIOLINA (F.), 1946. — Hydraulique agricole et riziculture à Madagascar. — *Rev. Bot. Appl.*, pp. 405-422.
13. DUFURNET (R.), 1952. — La riziculture dans la province de Majunga. — *Entr. et Prod. Madag.*, 11-12, 17-25.
14. MONTAGNAC (R.), 1952. — Le Kapokier. — *C. R. Rech. Agron. Madag.*, 1, 68-74.
15. PERRIER DE LA BATHIE (H.) et DUCHÊNE (G.), 1908. — Le Ceara sur la côte Nord-Ouest de Madagascar. — *Bull. Econ. Madag.*, IX, 113-137.

16. ROCHE (P.), VELLY (J.) et JOLIET (B.), 1953. — Fertilisation du riz sur deux types de sols de la région du Lac Alaotra. — *C. R. Rech. Agron. Madag.*, 2, 55-77.

SOLS

17. DOBELMANN (J. P.), 1952. — Les sols et la flore de la Station agricole de Marovoay. — *C. R. Rech. Agron. Madag.*, 1, 29-35.
18. MOUREAUX (C.), 1950. — Étude des sols du périmètre forestier de Marohoga. — *Mém. Inst. sci. Madag.*, D. II, 123-157.
19. — 1954. — Notice de la carte pédologique de reconnaissance au 1/200.000^e de Maevatanana. — *Mém. Inst. sci. Madag.*, D. VII.
20. MUNTZ (A.) et ROUSSEAUX (E.), 1901. — Étude sur la valeur agricole des terres de Madagascar, 216 p. — Imp. Nat., Paris.
21. SÉGALEN (P.), 1954. — Notice de la carte pédologique de reconnaissance au 1/200.000^e de Mitsinjo-Majunga. — *Mém. Inst. sci. Madag.*, D. VII, 97-160.
22. TERCINIER (G.), 1951. — Rapport de prospection pédologique de la région Maevatanana-Ambato-Boeni. — *Mém. Inst. sci. Madag.*, D. IV, 213-256.
-



LEGENDE

- SOLS EVOLUES**
- I SOLS LATERITIQUES**
- Calcaire Andasibe Nord AdN
 - " Sasahia Sh
 - Grès Marohaga Nord MN
- II SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX**
- Sols rouge-brun**
- Basalte Antanimena 1 At1
 - " Antanimena 2 At2
 - " Antanimena 3 At3
 - Bongolava BL
- Sols rouges**
- Sables Belakoka Bk
 - " Sinjny Snj
 - " Ankarafantsika 1 AkF1
 - Grès Ankatika Akt
 - " Tsiasesy Ts
 - Grès glauqueux Beantaramahamy Btm
 - Gneiss Mahazoma Mh
- Sols jaunes**
- Calcaire Anaborengy Ang
 - Sables Bedory Bdy
 - Grès Tanambao 1 Tb1
 - " Bira Bi
- Sols gris sur rouge**
- Grès Anjajia Aj
- Sols à cuirasse ferrugineuse**
- Association de sols
 - Tb1 et Ts intriqués Tb1-Ts
- III SOLS HYDROMORPHES**
- Sols de marais**
- Antranodakanana Atk
- Sols marécageux**
- Manaratsendry Mn Tanambao 2 Tb2
 - Bepako Bp Tzararano Tsa
 - Ambaro Aba Amboanja Abj
 - Befotaka Bf Ampisaraha Aph
 - Mangatsa Mg
- Sols noirs tropicaux**
- Marohaga Mhg Ambaladika Akd
- Sols gris**
- Banja-Betsiboka BB Abibary Ay
 - Berono Bn
- Sols tachetés**
- Noy Fiska NF A° lava Adv
 - Amalabe Ouest Abd Amalabe Est AbE
 - Tanabao Tnb Tsinjariovo Tj
 - Analanamaty Anm Ankaramanga Akg
- Sols faiblement hydromorphes**
- Maroala MI Bekarara Bka
 - Amparihy Apy Bevary Bvy
 - Bemalika Bmk
- Sols hydromorphes lessivés**
- Antambao Atb
- Cuirasse de mer**
- Sols à profil complexe**
- Amboramalandy Abl Karamba Kb
 - Antanimasaka Ask
 - Marohaga pépinière Mp
- IV SOLS CALCIMORPHES**
- Association mer et sable BA
- SOLS PEU OU PAS EVOLUES**
- A - SOLS D'APPORT**
- Sols alluviaux fluviaux**
- a. Micacés non calcaires
- Betsiboka**
- Argileux Ankabaka Ak
 - Limoneux Bekapilo Bkp
- Mahajamba**
- Argileux Ankarafabe Afb
 - Limoneux Adabokely Adk
 - Couches limon et sable Marafeno Mf
 - Limoneux Kimangoro King
- b. Ni micacés ni calcaires
- Argileux Ampijoroa Apj Argilo-sabl. Androtra Ar
 - Ankoby Akb (A°boka Akb)
 - Limono-Arg. Belalanda Bd Sablo-lim. (Midana Md)
- c. Non micacés calcaires
- Sablo-argileux Mahamavo Mhv
- Sols de Mangrove**
- Delta Betsiboka DB
 - Delta Mahajamba DM
 - Sables blancs d'Ankarafantsika AkF2
 - Sables dunaires d'Ampisarany Asm
- Colluvions**
- Sableux
 - Caillouteux
- B - SOLS D'ABLATION**
- Sols semi-squelettiques profils tronqués**
- Beava Bv
 - Saonjo Sj
 - Betaolo Bt
- SOLS SQUELETTIQUES**
- Basalte Argile
 - Calcaire Marne
 - Basalte et galets de quartz

- SIGNES CONVENTIONNELS**
- Chef lieu de District
 - Canton
 - Village important
 - Village
 - Lieu dit
 - Route d'intérêt général
 - Route saisonnière
 - Piste jeepable
 - Piste
 - ~ Fleuve
 - ~ Rivière
 - Lac
 - Marais
 - ~ Escarpement

