

NOTICE SUR LA CARTE PÉDOLOGIQUE  
DE RECONNAISSANCE AU 1/200.000<sup>e</sup>

Feuille N° 12

MITSINJO-MAJUNGA

par

P. SÉGALEN

SOMMAIRE

INTRODUCTION . . . . .	94
CHAPITRE I. — 1. La région . . . . .	94
2. Les facteurs de la pédogénèse . . . . .	95
CHAPITRE II. — Les sols. Classification . . . . .	106
I. — <i>Les sols évolués sur place</i>	
Les sols latéritiques . . . . .	108
Les sols ferrugineux tropicaux . . . . .	111
Les sols calcimorphes . . . . .	128
Les sols hydromorphes . . . . .	131
Les sols podzoliques . . . . .	141
II. — <i>Les sols peu ou pas évolués sur place</i>	
1° Les sols d'apport	
Les sols alluviaux non salés . . . . .	142
Les sols alluviaux salés . . . . .	149
Les sols de mangrove . . . . .	150
Les sols de Tan . . . . .	151
Les colluvions . . . . .	151
Les sols dunaires . . . . .	151
2° Les sols d'ablation . . . . .	152
III. — <i>Conclusions</i> . . . . .	152
CHAPITRE III. — A. Utilisation actuelle des sols . . . . .	153
B. Possibilités offertes par les sols . . . . .	156
C. Conclusions . . . . .	157
ANNEXES	
Méthodes analytiques utilisées . . . . .	158
BIBLIOGRAPHIE . . . . .	159

## INTRODUCTION

Le secteur étudié appartient à cette partie de Madagascar connue sous le nom de « Boina ». Les premières explorations ont été effectuées dès 1892 par E. GAUTHIER (1) qui, dès 1898, put donner un atlas du Boina où étaient figurées, encore qu'assez schématiquement, les principales caractéristiques physiques et géologiques de la région. En 1898, le pharmacien PRINCE (2) parcourt la région comprise entre Katsepe et la Sambao (fleuve situé à l'Ouest de la zone étudiée). Machecourt fit une partie de l'exploration avec lui et poursuivit seul jusqu'à Sitampiky. De nouvelles précisions furent apportées en 1904 à la suite des voyages du Rev. BARON et de MOUNEYRES (3). En 1918, PERRIER DE LA BATHIE (10) publie une carte au 1/500.000<sup>e</sup> des affleurements géologiques de la Basse Betsiboka ; en 1922, BARRABÉ (4) étudie une grande partie de l'Ouest de Madagascar. A partir de 1931, BESAIRIE (5, 6, 7) et HOURQ (8) publient les cartes géologiques au 1/200.000<sup>e</sup> de Majunga, Marovoay et Soalala ; en 1951, DE ST-OURS (11) celle de Mitsinjo-Namakia. En 1950, Cl. MOUREAUX (20) étudie les sols du périmètre forestier de Marohoga au Sud-Est de Majunga. C'est au cours de l'année 1952 que nous avons pu étudier les sols du secteur qui s'étend approximativement entre 15°30 et 16°30 de latitude Sud et 45°30 et 46°15 de longitude Est (Fig. 1).

Outre les documents précités, nous avons pu utiliser pour ce travail les cartes au 1/200.000<sup>e</sup> du Service des Mines pour la région s'étendant de Soalala à Katsepe, et la carte au 1/100.000<sup>e</sup> du Service Géographique de Madagascar pour Majunga. L'examen des photographies aériennes de l'ensemble du secteur a été des plus profitable tant pour la planimétrie que pour la fixation de certaines limites de sols difficiles à établir sur le terrain.

## Chapitre I

## 1. — LA RÉGION. — TRAITS GÉNÉRAUX

La région étudiée est située sur la côte Nord-Ouest de Madagascar à l'Ouest de Majunga. Sa limite Est passe à une trentaine de kilomètres de Majunga, sa limite Ouest à une vingtaine de kilomètres à l'Ouest de Soalala. La limite Sud traverse le plateau de l'Antanimena au Sud du lac Kinkony. La limite Nord est constituée par le rivage du canal de Mozambique, découpé par de nombreuses baies dont celles de Marambitsy Boina et Bombetoka.

Trois rivières importantes traversent le secteur étudié du Sud vers le Nord : Andranomavo, Mahavavy du Sud et Betsiboka.

L'altitude de la région est peu importante (250 m au plateau de l'Antanimena), le relief se présente sous un aspect relativement simple, par suite

de la disposition monoclinale des couches géologiques. Celles-ci pendent régulièrement vers le Nord sous un angle très faible ( $1^{\circ}$ ). Un certain nombre d'entre elles présentent vers le Sud des cuestas souvent élevées d'une cinquantaine de mètres, isolant des lacs dont le plus important est le Kinkony.

Pratiquement toute l'activité humaine est concentrée dans les vallées, ou à proximité de celles-ci. Dans le delta de la Mahavavy (Namakia) est

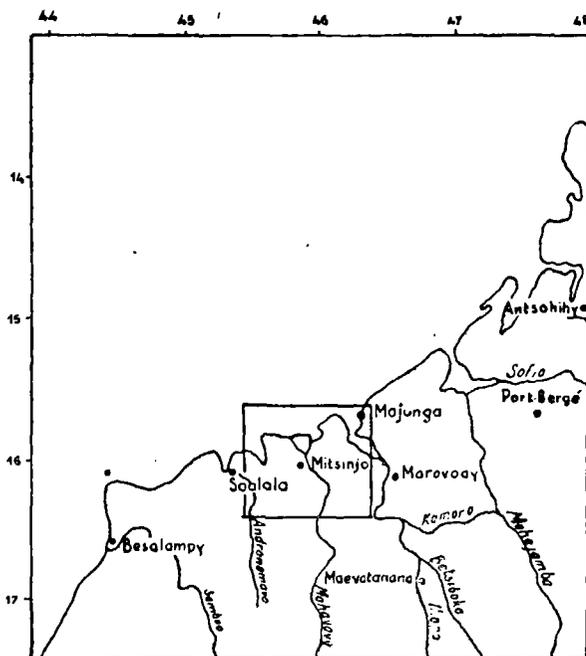


FIG. 1. — Emplacement de la zone prospectée. Échelle 1/6.200.000 environ.

établi un gros centre agricole et industriel (culture de la canne à sucre et fabrication du sucre).

Administrativement, la feuille appartient à quatre districts : Majunga au Nord-Ouest, Marovoay au Sud-Ouest, Mitsinjo au Centre et Soalala à l'Ouest.

## 2. — LES FACTEURS DE LA PÉDOGÉNÈSE

a. — *Les Roches* qui ont donné naissance aux sols sont en gros au nombre de cinq : basalte, calcaires divers tendres ou durs, grès, sables, matériaux alluviaux variés. Les marnes figurent sur les cartes géologiques mais ne jouent ici aucun rôle dans la formation des sols. Il n'y a ni roche métamorphique, ni roche plutonique.

Le basalte occupe toute la partie Sud de la feuille et constitue le plateau de l'Antanimena. Ce basalte est interstratifié entre des sédiments datés de l'Albien et du Sénonien. Leur âge exact ne peut être fixé avec plus de précision. D'après LACROIX (9), il s'agit de basalte présentant tous les intermédiaires entre les hyalobasaltes et les basaltes doléritiques. Les gisements de calcédoine et de zéolithes y sont très fréquents. En plusieurs endroits, on trouve des indices de cuivre (11).

Les calcaires occupent une zone assez vaste en bordure de la mer et constituent une bande parallèle à la côte. Les affleurements sont datés du Maestrichtien et de l'Eocène inférieur. Il s'agit de calcaires durs : à entroques ou nummulites, ou tendres : crayeux.

Les grès constituent une bande entre les basaltes et les calcaires. Ils sont datés du Sénonien inférieur et présentent une grande variété lithologique sur des épaisseurs assez faibles. Il s'agit d'argiles presque pures, de sables argileux, de sables et assez rarement de grès bien consolidés. L'érosion est très active sur cette formation, surtout dans la partie Est de la feuille ; vers l'Ouest ces grès ont été partiellement recouverts par des sables.

Les sables, rapportés parfois au Pliocène, recouvrent de vastes zones au Nord et au Centre de la feuille. Ils ont donné naissance à des sols très profonds rouges ou jaunes, et sont connus sur les cartes géologiques sous l'appellation de « carapace sableuse » ou « sables roux ».

Signalons l'existence de roches siliceuses ressemblant à de la meulière et particulièrement abondantes dans l'Ouest de la feuille. Elles n'ont pas donné naissance à des sols.

Les matériaux alluviaux sont très variables suivant la nature des terrains traversés par les cours d'eau qui les ont déposés. Les alluvions micacées ont été déposées par les fleuves provenant des hauts plateaux : Mahavavy, Betsiboka. Les rivières qui n'ont traversé que des terrains sédimentaires déposent des alluvions calcaires, argileuses, sableuses, etc...

b. — *La Topographie.* Par suite de la disposition monoclinale des couches géologiques, l'écoulement des eaux est généralement bien assuré et le drainage, dans la plupart des cas, est bon. Cependant, dans certains bas-fonds d'origine alluviale, l'écoulement des eaux se fait difficilement. On y verra se développer des sols hydromorphes, en particulier sur les bords de la plaine alluviale de la Mahavavy.

c. — *Le Climat* de l'ensemble de la feuille est celui de la côte Ouest (13) caractérisé par :

— une forte saison des pluies pendant laquelle les précipitations sont de l'ordre de 1,5 m tombant de façon massive en 80 jours environ. La température est élevée, 27 à 28° ;

— une longue saison sèche avec une pluviométrie de 0,1 à 0,2 m et une température moyenne de 25°.

L'examen des données climatiques permet de distinguer deux régions :



A

Plateau de l'Antanimena. Forêt primaire et prairie à *Hyparrhenia rufa* avec *Acridocarpus excelsus*.

B

Vue générale sur le plateau de l'Antanimena au Sud de Bekipay. Feu dans la prairie à *Hyparrhenia rufa* avec *Hyphaene shatan*.



C

Érosion sur le plateau d'Antanimena. Touffes d'*Aristida rufescens*.



l'une côtière, centrée autour de Majunga ; l'autre intérieure, dont on peut prendre le type à Marovoay (légèrement au Sud-Est de la feuille).

A Majunga, la pluviométrie atteint en moyenne 1700 mm tombant de novembre à mars. La température moyenne est de 27°7. En saison sèche (avril à octobre), la pluviométrie est pratiquement nulle et la température moyenne est de 26°4. Les mois les plus chauds (28°1 à 28°3) sont avril et octobre, soit au début et à la fin de la saison sèche.

L'humidité relative est : à 3 h 30 G.M.T., 83  
 10 h 30 » 43  
 13 h 30 » 51

En dehors des postes pluviométriques de Katsepe et Mitsinjo, il n'y a pas d'autre station météorologique que celle de Majunga sur l'ensemble de la feuille. Cependant l'examen des données des stations voisines (Marovoay, Andranomavo, Soalala, Besalampy) montre que la pluviométrie décroît le long de la mer d'Est en Ouest :

<i>Station</i>	<i>Pluviométrie en mm</i>
Majunga . . . . .	1692
Katsepe . . . . .	1572
Mitsinjo . . . . .	1443
Soalala . . . . .	1302
Besalampy . . . . .	1240

La pluviométrie reste assez constante à quelque distance de la mer :

Marovoay . . . . .	1580 mm
Sitampiky . . . . .	1682 »
Andranomavo . . . . .	1573 »

La température reste assez constante sur l'ensemble de la feuille :

<i>Station</i>	<i>Température</i>
Soalala . . . . .	25°9
Andranomavo . . . . .	25°9
Besalampy . . . . .	26°7
Marovoay . . . . .	27°0
Majunga . . . . .	27°0

Un certain nombre d'indices climatiques ont été calculés :

	<i>Indice de DE MARTONNE</i>	<i>Indice de MEYER</i>	<i>Indice de drainage AUBERT-HÉNIN, en mètres</i>
Majunga . . . . .	45,7	215	0,37
Soalala . . . . .	36,3	167	0,30
Besalampy . . . . .	33,8	157	0,27
Marovoay . . . . .	41,4	141	0,36
Andranomavo . . . . .	43,8	—	0,38

L'indice de MEYER permet de distinguer nettement Majunga des autres stations météorologiques. D'après MOUREAUX et TERCINIER (12) les indices supérieurs à 200 coïncident avec une latéritisation avancée ; les valeurs

inférieures à ce chiffre avec une latéritisation faible ou nulle. Nous verrons que, seule, la région de Majunga présente des sols où le rapport Silice/Alumine est bas.

d. — *La végétation (15, 16)*. Comme dans la plus grande partie du territoire malgache, on peut distinguer la végétation primitive et la végétation secondaire (Fig. 2).

*La végétation primitive* est, soit en équilibre avec le climat et le sol, soit directement influencée par des facteurs tels que eau et sol. La végétation climacique est essentiellement la forêt. On peut distinguer, en conservant les subdivisions de PERRIER DE LA BATHIE (16) la forêt des terrains arénacés, la forêt des sables dunaires côtiers, la forêt des sols argileux (1), la forêt des terrains alluviaux. Ces forêts présentent des compositions floristiques et surtout des faciès assez différents.

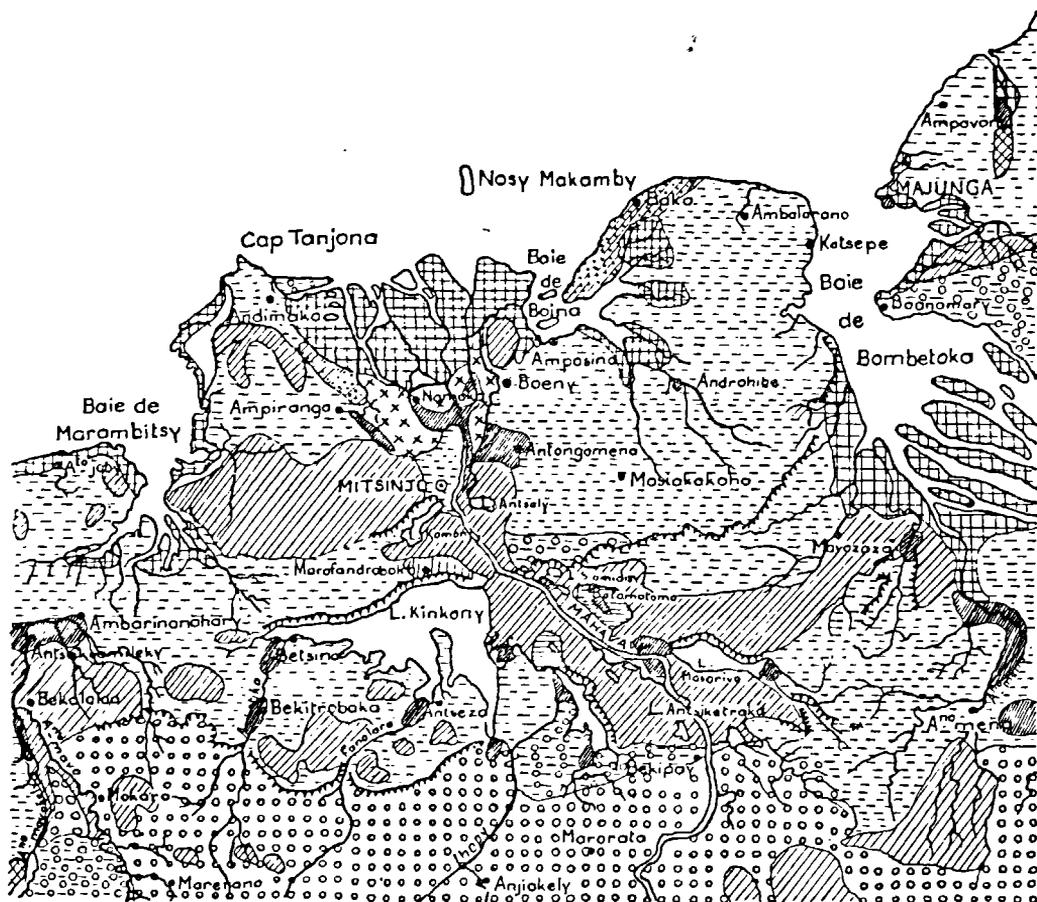
La forêt des terrains arénacés occupe tous les sols dont la texture est sableuse, mais à l'exclusion des dunes côtières. Elle est caractérisée par une assez grande variété d'essences à feuilles caduques. Les arbres sont peu élevés ; les troncs sont droits, mais souvent divisés assez près de la base, les lianes sont très nombreuses et leur abondance rend la pénétration très difficile ; les épiphytes y sont rares, mais non absentes. La composition floristique est difficile à établir. Parmi les espèces souvent rencontrées, notons *Dalbergia spp.*, *Terminalia spp.*, *Stereospermum euphorioides*, *Mascarenhasia sp.*, divers palmiers, etc. Une espèce assez spéciale est le Komanga (*Erythrophleum couminga*) (14). Cette légumineuse qui ne se rencontre que sur les terrains arénacés et dans une aire nettement limitée à l'Ouest et au Sud du lac Kinkony, est un bel arbre au feuillage vert foncé. Ses fleurs sont toxiques et empoisonnent les eaux dans lesquelles elles tombent.

Sur les sables dunaires, la forêt prend un aspect nettement xérophytique. On y voit apparaître des euphorbes arborescentes aphyllées, des aloès, des *Pachypodium* ; les légumineuses y sont abondantes. Ce type de végétation est fréquent autour des localités de Bako, Anjiakely, Ampasina, le long de la mer.

La forêt des terrains argileux se rencontre plus particulièrement sur le plateau d'Antanimena entre Mokara et Antanimavo, au Sud de Mataviamalona et d'Andranomena. Comme pour la forêt des terrains arénacés, les espèces sont difficilement identifiables, les arbres sont en général de plus belle venue, les palissandres y sont abondants ; les baobabs (*Adansonia bozy*) sont fréquents au Sud de Mataviamalona.

La forêt des alluvions existe sur les rives de l'Andranomavo et de la Mahavavy, les arbres y sont assez gros, de grande taille et leur feuillage est très étalé. Les principales espèces sont *Tamarindus indica*, *Ficus cocculi-*

(1) PERRIER DE LA BATHIE emploie ici le terme d'argile latéritique. Nous verrons plus loin qu'il convient de donner à ces sols une appellation différente.



CARTE SCHEMATIQUE DE LA VEGETATION

- |                      |                 |  |                                 |
|----------------------|-----------------|--|---------------------------------|
|                      | Forêt des Dunes |  | Mangrove                        |
|                      | Forêt           |  | Savane à <i>Medemia nobilis</i> |
|                      | forêt-Parc      |  | Savane à <i>Hyphaene shatan</i> |
|                      | Marais          |  | Prairie                         |
|                      | Palmeraie       |  | Cultures                        |
| Végétation halophyte |                 |  |                                 |

Fig. 2. — Carte schématique de la végétation. Échelle 1/823.000 environ.

*folia* (var. *Sakalavarum*), *Medemia nobilis*, *Borassus madagascariensis*. Les épiphytes peuvent être nombreuses sur les troncs des tamariniers ; le tapis herbacé est inexistant et les lianes moins nombreuses mais plus vigoureuses que dans les autres types de forêt.

Parmi les types de végétation qui sont influencés par l'eau ou le sel il y a lieu de citer la forêt-galerie, qui se rencontre plus spécialement au voisinage de petits cours d'eau sur le plateau d'Androhibe, le long des affluents du Kinkony, le long de l'Andranomavo (Pl. III, B). Les espèces sont celles qu'on rencontre habituellement le long des rivières de l'Ouest et du Sud : *Cephalanthus spatelliferus*, *Eugenia sp.*

Un certain nombre de zones marécageuses sont peuplées de *Typha angustifolia* ou de *Cyperus volodioïdes*.

A la surface des lacs, les nénuphars sont abondants.

La mangrove occupe toutes les côtes basses et, à la faveur des marées, remonte très profondément dans les embouchures de toutes les rivières : deltas de la Betsiboka, de la Mahavavy, baies de Boïna, de Marambitsy, etc... Les espèces les plus courantes sont *Avicennia officinalis* et *Rhizophora mucronata* avec plus rarement *Carapa obovata* ; la plupart du temps la mangrove constitue un écran assez élevé entre la mer et l'intérieur ; les palétuviers sont exploités comme bois de feu.

Les zones situées en arrière de la mangrove ne sont recouvertes par l'eau de mer que lors des grandes marées. La salinité et l'humidité seront insuffisantes pour assurer le développement des palétuviers. La plupart du temps il n'y poussera rien et le terrain restera nu comme sur les « Tan » du Sénégal (17) (région du Belavenoka) ; quelques espèces halophiles peuvent parfois s'y installer : des salsolacées ou *Cressa cretica*. Les zones salées à l'Est du lac Kinkony sont peuplées également de *Cressa cretica*.

*La végétation secondaire.* Le feu est, ici comme ailleurs, l'agent de transformation de la végétation (Pl. II, A et B). Les forêts sont rongées par des feux de lisière suivant des processus maintes fois étudiés et mis en évidence par PERRIER DE LA BATHIE (16) et HUMBERT (15) en particulier. La plupart des arbres de la forêt sont supprimés définitivement. Seules quelques espèces réussissent à survivre : *Stereospermum euphorioides*, *Acridocarpus excelsus*, *Medemia nobilis*, etc... Dans certains endroits, et en particulier sur l'Antanimena, les palissandres paraissent résister assez bien aux feux et subsistent après plusieurs incendies. Les palmiers, *Medemia nobilis* et *Hyphaene shatan* sont particulièrement résistants, et l'on peut voir de vastes espaces où la seule espèce arborée est l'un ou l'autre de ces palmiers.

Le type de végétation auquel on aboutit sont le plus souvent la savane arborée, moins fréquemment la prairie. Il y a rarement de forme de transition. Outre les arbres cités plus haut, on rencontre *Strychnos spinosa* (sur terrains arénacés) *Zizyphus jujuba*, *Poupartia caffra*. Le tapis de graminées est souvent très dense et bien fourni, mais la pauvreté en espèces est frappante :

*Heteropogon contortus*, *Hypparrhenia rufa*, *Aristida rufescens* occupent la plupart des surfaces. *Bothriochloa glabra* se rencontre dans les lieux humides, *Sorghum halepense* est rare. *Roettelia exaltata* est fréquente sur alluvions.

Trois types de savanes ont été distingués d'après l'arbre dominant.

La savane à *Medemia nobilis* est la plus répandue. Elle occupe tous les sols arénacés ou calcaires du Nord de la feuille. Plus au Sud, elle cède la place à la savane à *Hyphaene shatan* ou *Acridocarpus excelsus*. Généralement les superficies occupées par chaque type sont bien circonscrites et les deux palmiers ne s'interpénètrent que rarement. Il paraît assez difficile de dire, dans l'état actuel de nos connaissances, pourquoi telle région est plus favorable à un palmier plutôt qu'à un autre.

Il est rare que les palmiers soient détruits entièrement par le feu, aussi les surfaces occupées par la prairie sont-elles peuplées de loin en loin par l'une ou l'autre espèce de palmier (plateau de l'Antanimena).

Sur alluvions et sur certains sols dérivés calcaires, on aboutit à un type assez spécial : la forêt-parc caractérisée par des arbres nombreux, mais bien séparés les uns des autres. Ce sont surtout *Tamarindus indica*, *Poupartia caffra* avec quelques palmiers. Le tapis herbacé est assez ras (région de Marofandrobaka, partie occidentale du plateau d'Anaborengy).

Enfin, il faut noter que sur certaines zones alluviales (Andranomavo, Mahavavy, etc...) les palmiers peuvent être particulièrement nombreux et serrés ; on a alors de véritables palmeraies à *Medemia nobilis* ou *Borassus madagascariensis* ; la palmeraie à *Borassus* est bien développée près d'Ambararatabe avec un tapis herbacé de *Sporobolus pyramidalis*. Sous les *Medemia* on a souvent *Ambrosia maritima* (Pl. IV, C).

Dans de nombreux cas la végétation primaire ou secondaire a été supprimée pour faire place aux cultures : riz, canne à sucre, tabac, bananeraies, etc...

e. — *L'hydrographie* joue sur cette feuille un rôle essentiel tant au point de vue de la genèse des sols (alluvions et sols hydromorphes) que de l'économie du pays. Il paraît nécessaire d'apporter quelques détails sur l'origine des cours d'eau et leur comportement. L'ensemble des rivières qui traversent la feuille coulent du Sud vers le Nord. Un certain nombre d'entre elles forment des lacs à différents endroits de leur parcours. Elles se jettent à la mer soit par des deltas soit par des estuaires.

Les principales rivières sont de l'Ouest vers l'Est : l'Andranomavo, la Mahavavy, la Betsiboka.

L'Andranomavo prend sa source à une soixantaine de kilomètres au Sud de la feuille dans le Jurassique moyen. Elle traverse successivement des calcaires et des grès avant de pénétrer dans le secteur étudié. Là, elle prend en écharpe le basalte de l'Antanimena puis traverse toute une série de sédiments sableux avant de venir buter contre la falaise éocène d'Anta-

mandava. Par un coude brusque, elle s'infléchit alors vers l'Ouest pour venir se jeter dans la baie de Baly à Soalala.

Les affluents les plus importants sont, sur la rive Ouest, l'Andranomavokely et, sur la rive Est, l'Androhitsy grossie de l'Ambia.

En amont de Mokara (Pl. III, B) les rives sont assez resserrées ; à partir de cette localité, l'Andranomavo coule au milieu de la plaine alluviale qui s'élargit notablement à Ansakoamileky à son confluent avec l'Androhitsy.

La Mahavavy (1) (Fig. 3) prend sa source sur les hauts-plateaux, un peu au Sud d'Ambatomainty. Elle traverse une succession de terrains sédimentaires allant du Trias au Crétacé puis pénètre dans la zone étudiée au niveau du basalte d'Antanimena. A Bekipay, elle pénètre de nouveau dans les terrains sédimentaires. A partir d'Ambato, le fleuve se divise en plusieurs bras et se jette dans le canal de Mozambique par un delta.

Dès Bekipay, la vallée de la Mahavavy s'élargit et le fleuve coule au milieu d'une vaste plaine alluviale (Pl. III, A). Deux étranglements délimitent trois secteurs alluviaux. Le premier va de Bekipay à Anaborengy ; le deuxième assez petit d'Anaborengy à Ambato ; le troisième, encore très vaste, constitue le delta.

En saison des pluies, la plaine est à peu près complètement inondée sauf la base du delta protégée par des digues. En saison sèche, la Mahavavy coule peu d'eau au milieu d'un vaste lit sableux. Les crues sont inégales et souvent très violentes. Celle de 1943 a été particulièrement importante et a provoqué un ensablement du lit qui rend impossible la navigation des barques d'un tonnage supérieur à celui d'une grosse pirogue.

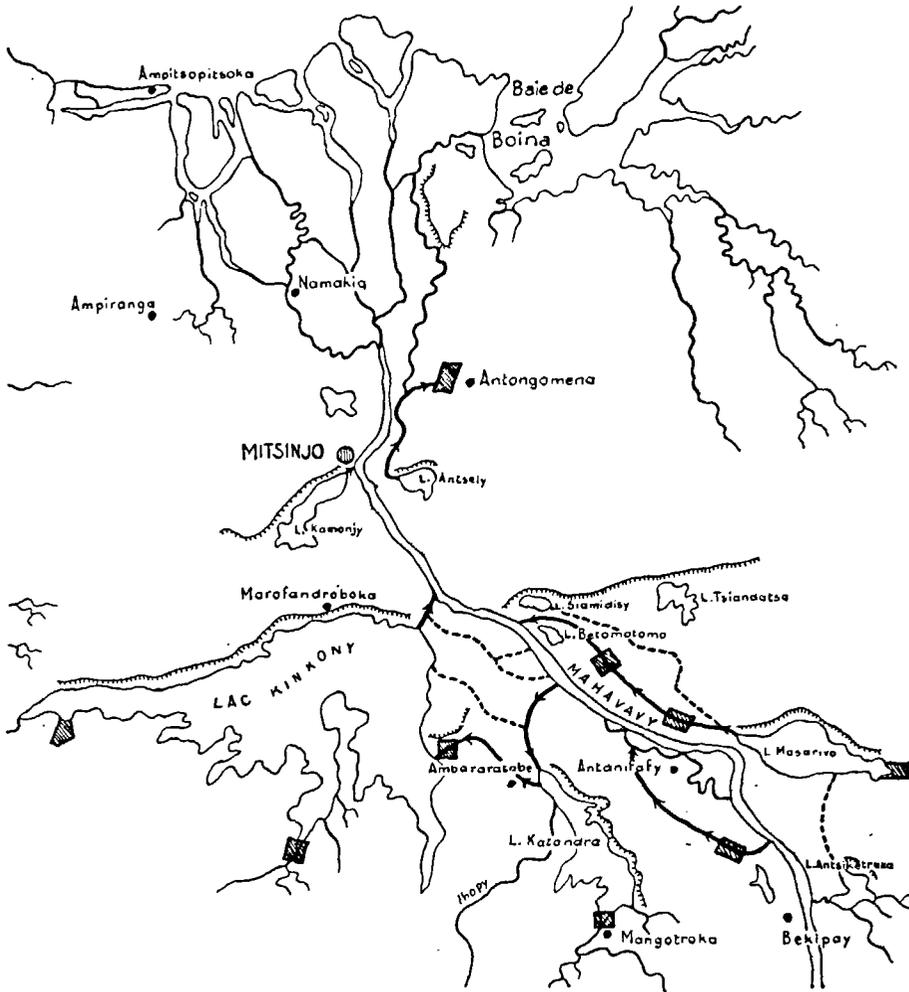
De chaque côté de la Mahavavy et à une certaine distance de celle-ci existent plusieurs lacs d'importance variable : le Kinkony, le Katondro, le Kamonjy à l'Ouest, l'Antsiketraka, le Masarivo, le Tsiandatsa à l'Est. Tous ces lacs sont en communication avec le fleuve.

La Betsiboka est la plus puissante rivière de l'île. Seule sa partie terminale nous intéresse ici. Issue des hauts-plateaux, elle a également traversé les terrains sédimentaires de l'Ouest. La Betsiboka se termine par un immense delta qui, commençant à la hauteur de Marovoay, s'achève près de Mavozaza. Les affluents sont l'Andranomena, le Kandranjy, la Mavozaza sur la rive Ouest ; un seul affluent notable à l'Est : la Marohoga.

Un certain nombre de rivières moins importantes débouchent dans le lac Kinkony et de ce fait sont indirectement tributaires de la Mahavavy, les uns comme l'Ankotika, la Fanalara et l'Andranogona proviennent du plateau de l'Antanimena. L'Ihopy a traversé des terrains calcaires au Sud de l'Antanimena et se déverse dans le lac Katondro, dont les eaux vont au lac Kinkony par l'intermédiaire de la Tsiribihina.

De tous les lacs voisins de la Mahavavy, le Kinkony est de loin le plus

(1) Il s'agit de la Mahavavy du Sud, qu'il ne faut pas confondre avec celle du Nord qui traverse le district d'Ambilobe.



CIRCULATION DE L'EAU EN SAISON SÈCHE DANS LA PLAINE DE LA MAHAVAVY

-  Principaux centres rizicoles irrigués avec l'eau des lacs ou de dérivations de la Mahavavy et des affluents
-  Sens de l'écoulement de l'eau en saison sèche
-  Bras taris en saison sèche

FIG. 3. — Circulation de l'eau en saison sèche dans la vallée de la Mahavavy.  
Échelle au 1,500,000.

important avec une superficie de 130 km<sup>2</sup> environ. C'est le second lac de l'île, après l'Alaotra, et avant l'Ihotry. En gros, il est orienté Est-Ouest et est partagé en deux par la presqu'île d'Antseza. La rive Nord à peu près rectiligne est très abrupte depuis Analalava jusqu'à Bemahazaka. La rive Sud est découpée par des golfes pénétrant vers l'intérieur ; la côte souvent plate est bordée d'innombrables mares. Les trois rivières qui, venant du Sud, y aboutissent forment des plaines alluviales d'importance variable ; sa profondeur est encore mal connue. Quelques sondages effectués par de ST-OURS (11) donnent 3 à 12 mètres. La navigation y est possible avec de grosses pirogues et le trafic entre Antseza et Marofandrobaka est assez important (riz et surtout raphia). La plus grande partie du lac est recouverte de nénuphars qui gênent la circulation (Pl. IV, A).

Le lac communique avec la Mahavavy par le bras du Kotomay. En saison sèche, les eaux du lac se vident dans le fleuve. En saison des pluies, les eaux du fleuve refluent dans le lac ce qui diminue la violence des crues vers l'aval.

Le Katondro est en réalité double ; le Katondro proprement dit vers l'Est et l'Amparihikely vers l'Ouest. Les deux lacs sont séparés par un étranglement dû à l'alluvionnement de la rivière Ihopy. Le Katondro est une belle pièce d'eau où les nénuphars sont relativement peu abondants. Sa superficie est d'environ 15 km<sup>2</sup>. L'Amparikely est relativement petit et couvert de plantes flottantes. Son exutoire est la Tsiribihina qui se déverse dans le Kinkony à Manisakomby.

Sur la rive droite existe toute une série de lacs au pied des reliefs gréseux ou calcaires : Antsiketraka, Masarivo, Tsiandatsa (Pl. IV, B), Siamidisy. Tous ces lacs se remplissent avec l'eau de la Mahavavy en saison des pluies et la restituent en saison sèche. L'exutoire du Masarivo ou Mahavavikely est important du point de vue économique car il permet l'irrigation des rizières d'Ambinda et de Belalanda.

Tous ces lacs paraissent être des lacs de barrage. Il semble assez probable que la plaine alluviale actuelle était autrefois un golfe marin qui a été remblayé par les apports de la Mahavavy qui ont isolé des pièces d'eau d'étendue variable. A l'heure actuelle, la partie centrale de la plaine est certainement plus élevée que les bords. C'est ce qui explique la tendance que présente l'eau du fleuve de quitter son lit mineur pour s'écouler au bord extérieur de la plaine. En effet en saison sèche, on constate que sur la rive gauche, au Nord de Bekipay un petit bras s'écoule vers l'Ouest et permet l'irrigation des rizières dites d'Andranomavo. Il passe ensuite entre deux lignes de collines et rejoint la Mahavavy au Nord-Est de l'Antanifafy. A l'Ouest d'Anjiabe, un bras part vers le Sud et rejoint l'Amparihikely d'où l'eau fera retour à la Mahavavy via la Tsiribihina et le Kinkony. Par contre les eaux du Kinkony et du Kamonjy s'écoulent vers le fleuve en saison sèche.

Sur la rive droite, les eaux du Masarivo s'écoulent parallèlement au fleuve par la Mahavavikely et ne rejoignent celui-ci que près d'Anaborengy.

Le Tsiandatsa se vide également près d'Anaborengy ; le lac d'Antsely se vide vers le Nord et ses eaux permettent les irrigations des rizières d'Antongomena.

Pendant la saison des pluies, tous les lacs se remplissent avec les eaux de la Mahavavy. Le courant s'inverse dans les déversoirs du Kinkony et du Kamonjy ; de St-Ours (11) a calculé qu'ainsi 900 millions de m<sup>3</sup> d'eau étaient soustraits du fleuve.

Le delta est protégé des inondations par des levées de terre qui entourent les cultures de canne à sucre.

La zone des Baiboho (1) est parsemée d'innombrables mares qui s'assèchent plus ou moins pendant la saison sèche (Pl. IV, C).

Le chlore a été dosé dans certain nombre de cours d'eau, de lacs et de marais dans la vallée de la Mahavavy. Les résultats obtenus montrent que les eaux non courantes présentent une salinité 3 à 4 fois supérieure à celle de la Mahavavy. Mais il ne semble pas que, dans la plupart des cas, les eaux puissent être considérées comme salées. Dans un certain nombre d'endroits on rencontre des efflorescences (abords Est du Kinkony, voisinage de l'Amparihikely, du Katondro). Il paraît assez logique de considérer cette salinité du sol comme résultant de l'évaporation d'eaux même très faiblement salées, mais dont l'écoulement est très faible ou nul.

<i>Localisation du prélèvement</i>	<i>Cl en mg par litre</i>
Mahavavy, au confluent du Kotomay . . . . .	5,7
Kotomay . . . . .	13,5
Lac Kinkony à Marofinihena . . . . .	15,6
» à Marofandrobaka . . . . .	15,6
» à Analalava . . . . .	17,0
» à Mangabe . . . . .	12,0
Lac Kamonjy (extrémité Ouest) . . . . .	56,3
Exutoire près de Mitsinjo . . . . .	17,0
Rivière Ankotika . . . . .	10,7
Ihopy à Ambararatabe . . . . .	9,9
Marc près bifurcation Marofandrobaka-Bekipay . . . . .	17,0
» <i>Id.</i> . . . . .	16,3
» près Kamonjy . . . . .	12,0
» près de Kinkony et Tsiribihina . . . . .	13,3

f. — *La Population.* La majorité des habitants du secteur étudié est Sakalava ; à l'Ouest de la Betsiboka on les nomme Sakalava-Marambitsy. Les immigrants sont nombreux et variés. Un peu partout on trouve des Antaimoro (Betsirebaka) surtout près des centres rizicoles. Les Tsimihety provenant en majorité du district de Port-Bergé occupent des régions défavorisées comme les plateaux de l'Antanimena et d'Androhibe. Près du Kinkony, et de la Betsiboka, se trouvent quelques villages Betsimisarakaka. Au bord de la mer (Antsakoamanera, Ampitsopitsoka, Katsepe) vivent de

(1) Baiboho : alluvions.

nombreux Comoriens. Dans les centres importants (Majunga, Namakia) toutes les races sont représentées.

La colonisation européenne est nombreuse à Namakia. Plusieurs colons sont soit agriculteurs (riz et tabac) soit éleveurs, dans différents secteurs de la feuille. En dehors de Majunga, le commerce est aux mains de Grecs ou d'Hindous, qui traitent surtout le riz, le raphia et les peaux.

Les autochtones vivent surtout de l'agriculture, de la pêche, de l'élevage et de la cueillette du raphia.

La culture du riz provoque des migrations saisonnières vers les centres rizicoles de la vallée de la Mahavavy, du Kinkony et d'Ansakoamileky. Il n'est pas rare de trouver en saison sèche un grand nombre de villages totalement abandonnés de leurs habitants pour les terrains de cultures éloignés parfois de plus de vingt kilomètres. Les lacs, les rivières, la mer fournissent des quantités de poissons non négligeables, consommés sur place ou vendus à Majunga. Un appoint de nourriture est fourni par les nénuphars (en période de disette). Chaque village possède un troupeau de bœufs de plusieurs centaines de têtes.

L'agriculture est relativement stable. Chaque année, les mêmes rizières sont mises en cultures. Les quelques parcelles cultivées en manioc sont situées généralement au voisinage des villages. Il n'a pas été vu de tavy dans la zone forestée. Par contre, l'entretien du cheptel provoque la mise à feu annuelle de la zone des savanes. Ceci naturellement entraîne le recul de la forêt et la dégradation du sol.

## Chapitre II

### LES SOLS. — CLASSIFICATION

Les grandes subdivisions suivantes ont été reconnues :

#### I. — *Les sols évolués à profil différencié :*

A. — Les sols latéritiques sont caractérisés par la présence d'alumine libre. Cette alumine libre est mise en évidence par l'analyse chimique : le rapport silice/alumine est inférieur à 2 ; par l'analyse thermique : les courbes différentielles de perte en eau accusent un crochet à 250°, traduisant la présence de gibbsite.

Les sols latéritiques ont été divisés en sols faiblement latéritiques où le rapport silice/alumine est compris entre 1,3 et 1,7, et latéritiques typiques où ce rapport est nettement inférieur à 1,3. Dans les deux cas les sols sont rouges.

B. — Les sols ferrugineux tropicaux. Ni l'analyse chimique, ni l'analyse thermique ne permettent de mettre en évidence la présence d'alumine libre.

La kaolinite paraît souvent présente, mais également d'autres minéraux non identifiables avec les méthodes utilisées ; les mélanges sont assez probables. Des oxydes de fer sont également présents. Les concrétions sont fréquentes dans ces sols.

Ces sols ont été divisés en sols ferrugineux tropicaux typiques et sols ferrugineux tropicaux lessivés.

Les premiers sont subdivisés en sols brun-rouge, rouges et jaunes. Un seul type de sol lessivé a été noté.

C. — Les sols calcimorphes sont caractérisés par la présence de calcaire libre dans le profil ; leur complexe est pratiquement saturé par de la chaux. Ils ont été subdivisés en rendzines et sols brun sur jaune.

D. — Les sols hydromorphes doivent leurs propriétés à une nappe phréatique haute pendant une bonne partie de l'année, par suite d'une position topographique particulière ou un drainage interne défectueux. Ils ont été subdivisés en trois ensembles :

— Le premier est caractérisé par une accumulation notable de matière organique ;

a) les sols marécageux — accumulation de matière organique et gleyification (1) ;

b) les sols « noirs tropicaux » — accumulation de matière organique faible et calcification.

— Le deuxième est caractérisé par la gleyification seule ;

a) sols à « tany manga » sans taches rouges ;

b) sols tachetés (taches rouges sur fond gris).

— Le troisième est caractérisé par la gleyification et le lessivage.

Un seul type a été reconnu avec horizon lessivé de surface et horizon tacheté en profondeur.

E. — Les sols podzolisés.

Deux exemples de podzols ont été reconnus. Ils n'ont qu'une très faible extension, mais leur présence valait d'être signalée.

II. — Une deuxième catégorie présente *peu ou pas d'évolution*. On peut les diviser en sols d'apport et sols d'ablation.

1° Les sols d'apport :

Les sols alluviaux non salés ; baiboho micacés des grands fleuves d'une importance économique considérable ;

Les sols alluviaux salés, au voisinage de la mer les zones salées peuvent être importantes ;

Les sols de mangrove sont des alluvions périodiquement immergées et fortement salées ;

(1) Par « gleyification » nous entendrons le processus défini par ROBINSON sous le nom de « gleying », qui comprend l'ensemble réduction, oxydation, lessivage latéral.

Les sols de tan sont des alluvions fluviales ou marines immergées plus rarement, mais salées. Ils ne supportent aucune végétation ;

Les colluvions sont arrachés aux pentes et déposés à proximité des lieux dont ils proviennent ;

Les sables dunaires blancs ont été déposés par le vent au voisinage de la mer.

## 2° Les sols d'ablation.

Tous les sols squelettiques qui résultent essentiellement de l'érosion. Ils se rencontrent sur toutes les roches-mères.

Chaque sous-groupe a été subdivisé en familles d'après la roche-mère. Les familles subdivisées à leur tour en séries d'après l'épaisseur des horizons, leur texture, structure, l'absence ou la présence de concrétions. Ces séries sont représentées sur la carte par un groupe de deux ou trois lettres. Il est possible qu'une prospection plus détaillée en fasse apparaître un plus grand nombre ; aussi certaines d'entre elles doivent être considérées comme un groupe de séries.

# I. — LES SOLS ÉVOLUÉS SUR PLACE

## A. — Les sols latéritiques

Deux groupes peuvent être distingués suivant les teneurs en alumine libre. Ces deux groupes sont localisés à une distance relativement faible de Majunga, où le climat est nettement plus pluvieux que dans le reste de la feuille.

### 1° GROUPE DES SOLS LATÉRIQUES TYPIQUES

Les sols de ce groupe sont caractérisés par des teneurs élevées en alumine libre. Ils se forment à partir de calcaires relativement durs. Un seul type de profil a été noté appartenant au *sous-groupe des sols latéritiques rouges*, avec une seule famille et une seule série : celle de Sasahia.

#### SÉRIE DE SASAHIA

Elle occupe une aire assez dispersée autour de cette localité sur le plateau d'Androhibe. Des sols identiques ont été notés à l'Est de Majunga et ont été rapportés à cette série. La végétation est surtout la savane à *Hyphaene shatan* avec un tapis herbacé d'*Heteropogon contortus* et *Hyparrhenia rufa*.

La topographie est relativement plane mais le drainage se fait bien.

*Morphologie.* — Le profil typique (50) a été noté sur la route de Mitsinjo à Katsepe, entre les routes menant à Antongomena et Mavozaza.

- 0- 10 cm, Rouge foncé à tendance brunâtre faible (H 34 — 2,5 YR 3/6) (1) ; limoneux à limono-argileux ; grumeleux, très meuble ;
- 10- 70 cm, Rouge à rouge foncé (J 38 — 2,5 YR 3/6) ; tache fortement les doigts ; limono-argileux ; très meuble, grumeleux, concrétions noires petites peu abondantes ;
- à 70 cm, Passage très brutal à la roche-mère calcaire.

*Propriétés générales du sol.* — L'argile est relativement peu abondante en surface ; vers 50 cm., elle est assez abondante et décroît ensuite à l'approche de la roche-mère.

Le sol ne contient pas de calcaire.

La réaction est légèrement acide dans tout le profil.

La matière organique est assez forte en surface, 3,8 % bien que l'horizon humifère ne soit pour ainsi dire pas accusé. Elle décroît assez lentement avec la profondeur. La teneur en azote atteint 1,5 ‰ en surface ; elle est inférieure à 1 ‰ en profondeur. Le rapport C/N, de 14 en surface, descend au-dessous de 7 en profondeur.

Le complexe absorbant est caractérisé par une capacité d'échange de 16 méq/100 gr en surface et décroît peu avec la profondeur.

La chaux et la magnésie échangeables varient peu dans tout le profil (1,4 et 0,8 ‰ respectivement). La potasse, moyenne en surface, décroît assez vite au-dessous de l'horizon humifère. Le degré de saturation est de l'ordre de 70 %.

L'attaque du sol par le réactif triacide donne des teneurs en silice et alumine telles que le rapport S/A est vois'n de 1,0.

Les argiles ont été également attaquées au réactif triacide, et la capacité d'échange déterminée. Leur composition et capacité d'échange sont les suivantes :

N°	Résidu	CE							S/A	méq/100 gr
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	CE		
501	1,2	17,6	34,2	20,0	1,2	19,7	3,7	0,87	19,9	
502	0,6	19,6	31,0	24,0	1,2	17,5	3,2	1,07	7,7	

Les courbes de perte en eau établies pour les argiles donnent des départs faibles d'eau hygroscopique, des départs importants à 250° et 450°. Il y a lieu de penser que les minéraux constitutifs de l'argile sont de la gibbsite et de la kaolinite (Fig. 4).

Les concrétions sont petites (2 à 3 mm) rondes et de couleur rouge sombre.

(1) Dans la définition des couleurs, le premier groupe de lettres et chiffres correspond au code CAILLEUX et TAYLOR, le second au « Munsell Color Chart ».

Leur analyse donne les résultats suivants :

N°	Résidu	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	F <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	S/A	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
501	7,3	11,8	20,7	34,4	0,9	16,3	0,75	0,96
502	6,0	11,8	27,1	30,4	0,7	17,0	0,73	0,84

*Utilisation.* — La série de Sasahia ne porte que des pâturages extensifs.

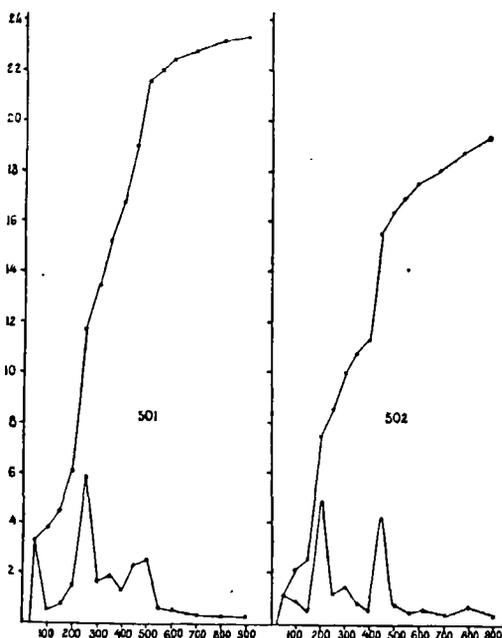


FIG. 1. — Courbes de perte en eau. Argiles extraites du profil 12-50 (série de Sasahia).

## 2<sup>o</sup> GROUPE DES SOLS FAIBLEMENT LATÉRITIQUES

Les sols présentant un rapport silice/alumine voisin de 1,5 ont été décrits par MOUREAUX (20) près de Marohoga. Il s'agit de sols rouges dérivant de grès et riches en concrétions. Rappelons que ces sols sont caractérisés morphologiquement par un horizon rouge de 1 à 2 m, riche en concrétions, passant à un horizon grisâtre à taches ferrugineuses. Du point de vue physico-chimique, l'argile (44 % en surface) décroît lentement avec la profondeur ; le pH est acide (5,5 à 6), les teneurs en matière organique sont faibles ; le complexe absorbant est peu saturé (1,3 ‰ de chaux environ dans tous les horizons). Le rapport silice/alumine est de l'ordre de 1,5 en surface et croît avec la profondeur.

Les concrétions, nombreuses vers 100 cm, ont été analysées et présentent a composition suivante :

N°	Résidu	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	S/A	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
C 106	7,5	15,8	20,8	38,0	1,0	16,85	1,3	1,4

Le rapport silice/alumine des concrétions est assez voisin de celui du sol. Le rapport Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> indique que la concrétion s'est fortement enrichie en fer (le rapport passe de 0,4 dans le sol à 1,4 dans les concrétions).

Ces sols figurent sur la carte sous le nom de série de Marohoga-Nord. Sujets à l'érosion, occupés généralement par la savane à *Acridocarpus excelsus*, ils n'ont aucun intérêt agricole et ne présentent qu'un intérêt pastoral très réduit.

Des sols rouges sur grès ont été notés à l'Ouest de la Betsiboka, ainsi que dans différents endroits de la feuille de Marovoay. La présence d'alumine libre n'a pu être mise en évidence de façon certaine aussi ont-ils été rangés parmi les sols ferrugineux tropicaux.

## B. — Les sols ferrugineux tropicaux

Les deux grands groupes lessivés et typiques ont été distingués. Le premier groupe est peu représenté sur cette feuille. Le deuxième au contraire a une très large extension.

### I. GROUPE DES SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX TYPIQUES

Les sols de ce groupe occupent la majeure partie de la feuille. Ils se sont formés sous le climat défini plus haut pour Marovoay, à partir des roches-mères les plus variées : basalte, grès, sables et calcaires. La végétation primitive est la forêt tropophile des argiles et des terrains arenacés. Cette forêt, en régression par suite des feux, est remplacée très souvent par la savane à palmiers ou la prairie (Pl. I, A et B). La topographie est généralement plane à très plane, mais le drainage est assuré partout.

Le profil présenté par ces sols est relativement simple :

- un horizon humifère peu important et rarement d'épaisseur notable, même sous forêt ;
- un horizon coloré en rouge-brun, rouge ou jaune, de texture variant avec la roche-mère ;
- un horizon d'altération de couleur variable, généralement peu épais ;
- la roche-mère.

Trois sous-groupes caractérisés par des couleurs différentes ont été distingués.

#### a. SOUS-GROUPE ROUGE-BRUN

Le sous-groupe rouge-brun occupe toute la partie Sud de la feuille (plateau d'Antanimena) et un secteur limité au Nord-Ouest.

La roche-mère est le basalte ou le calcaire.

La végétation est la forêt tropophile dont il subsiste de larges étendues surtout dans la partie Sud tandis que vers le Nord, elle est remplacée par la savane à *Medemia nobilis* ou *Hyphaene shatan*.

Le plateau de l'Antanimena est constitué dans le détail par une quantité de petits plateaux secondaires appelés « bongo », aux bords souvent escarpés et séparés par des dépressions drainées par des rivières temporaires. Sur les plateaux, le drainage est bon, tandis que dans les bas-fonds, il est parfois médiocre.

Le profil typique est le suivant :

- un horizon humifère brun-rouge foncé ;
- un horizon brun-rouge à rouge foncé (terre de sienne) parfois très épais ;
- un horizon de passage à la roche-mère ;
- la roche-mère.

A l'intérieur de ce sous-groupe, deux familles ont été distinguées d'après les roches-mères : basalte et calcaire.

#### 1° Famille du basalte

Le plateau de l'Antanimena offre un certain nombre de bonnes coupes où le sol se présente sous un aspect assez simple. La différenciation en séries a été faite d'après l'existence ou l'absence d'horizon humifère notable et de concrétions. La rareté des villages sur le plateau fait qu'il est difficile d'attribuer un nom très détaillé aux séries.

#### SÉRIE D'ANTANIMENA 1

La série d'Antanimena 1 est caractérisée essentiellement par la présence d'un horizon de surface assez riche en matière organique par suite d'une végétation forestière (Est et Sud de Mokara, Sud de Mataviamalona).

*Morphologie.* — Le profil typique (8) a été noté sur la piste de Mokara à Betsakoka à environ 5 km de Mokara. L'érosion s'exerçant peu sous forêt, il est rare d'avoir des coupes très profondes.

- 0-40 cm, Brun-rouge foncé (H 22 ; — 5 YR 3/4) ; argilo-limoneux ; grumeleux assez meuble ; on passe insensiblement à
- 40-100 cm, Rouge foncé (H 34 ; — 2,5 YR/3/4) ; argilo-limoneux, plus compact et plus frais ; structure nuciforme. Le fond du profil n'est pas visible.

Entre Mokara et Antanimavo, bien que toujours sous forêt, un puissant lavaka montre un profil analogue. L'horizon rouge foncé est très épais (10 m au moins) et la roche-mère n'est pas atteinte. La structure sur les bords assez difficiles à examiner, paraît nuciforme à tendance polyédrique. Il semble donc qu'une autre caractéristique importante de cette série est la grande épaisseur de l'horizon rouge.



A

Plaine alluviale de la Mahavavy, vue du plateau d'Anaborengy.



B

L'Andranomavo en amont de Mokara.



C

Cap Tanjona. Calcaire miocène recouvert de «Sables Roux».

*Propriétés générales du sol.* — L'argile et le limon sont abondants partout, sans variation notable dans le profil.

La réaction est neutre en surface et très faiblement acide en profondeur.

La matière organique est assez élevée en surface (de l'ordre de 8 %), ainsi que l'azote (4 ‰). En profondeur, matière organique et azote décroissent assez vite. Le rapport C/N est voisin de 10 en surface et descend très vite avec la profondeur.

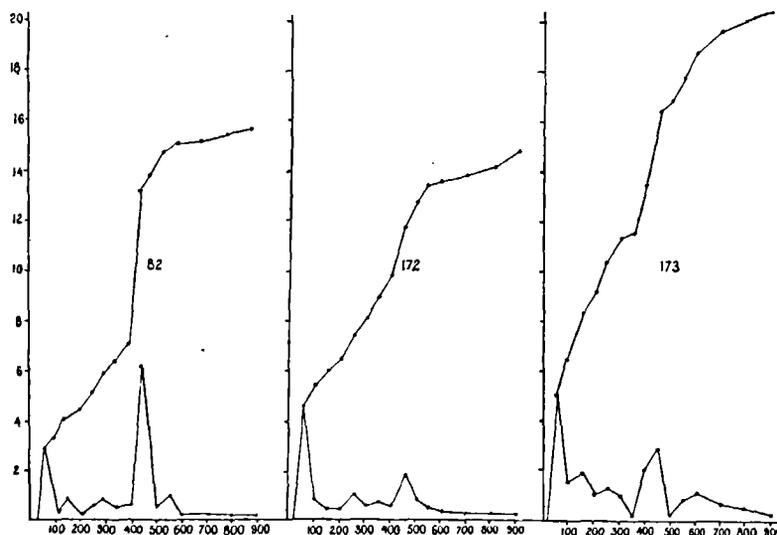


Fig. 5. — Courbes de perte en eau. Argiles extraites des profils 12-8 (série Antanimena 1) et 12-17 (série Ampandrabe).

Le complexe absorbant est caractérisé dans l'horizon humifère par une capacité d'échange assez élevée, des teneurs en chaux et magnésie fortes, moyennes en potasse. En profondeur des teneurs en chaux et magnésie moyennes, faibles en potasse. L'acide phosphorique assimilable est très faible.

L'analyse au réactif triacide montre que le sol s'attaque presque entièrement et que les teneurs en silice et alumine sont telles que le rapport silice/alumine est très voisin de 2.

L'argile extraite d'un horizon rouge foncé présente les caractéristiques suivantes :

N°	Résidu	CE							
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	S/A	még/100 gr
82	0,6	34,1	29,0	20,8	1,0	3,25	12,2	1,99	8,0

La courbe de perte en eau ne présente pas de départ d'eau à 250°. A 150° le départ d'eau est important. La présence de kaolinite paraît donc très probable (Fig. 5).

L'ensemble de la série d'Antanimena 1 est occupé par la forêt qui renferme quelques belles essences. Cette forêt recule devant les feux (Pl. II, A). Ce sol, par ses teneurs intéressantes en éléments fertilisants pourrait porter quelques cultures (telles que le coton). Mais il semble bien préférable de maintenir le couvert forestier qui assure la protection des rizières du Sud du Lac Kinkony.

#### SÉRIE D'ANTANIMENA 2

La série d'Antanimena 2 est occupée par la savane à *Medemia nobilis* ou *Acridocarpus excelsus*, ou la prairie à *Hyparrhenia rufa*. Parfois *Dalbergia greveana* existe en pieds nombreux.

Le sol assez sujet à l'érosion est nettement moins épais que dans la série précédente. L'horizon humifère est quasi-inexistant.

*Morphologie.* — Le profil typique (20) est celui noté à 3 km au Nord-Ouest d'Andrafiabe sur le rebord d'un petit plateau sous une végétation d'*Acridocarpus excelsus* et *Hyparrhenia rufa* avec de rares touffes d'*Aristida rufescens*.

0-100 cm, Brun-rouge foncé (H 44 — 5 YR 4/3 à H 14 — 2,5 YR 3/4); argileux; grumeleux à nuciforme, quelques fentes verticales;

100-170 cm, Brun-rouge (F 24 2,5 YR 4/4); argileux; plus compact que précédemment, structure nuciforme;

170-200 cm, Brun-clair (C 61 — 10 YR 6/3); roche pourrie débutant très brutalement, quelques taches rougeâtres par endroits, l'altération s'effectue suivant les lignes inclinées plus ou moins parallèles englobant des boules de petite taille, s'altérant en écailles.

Un profil semblable est visible près de Mokara, l'épaisseur du sol est plus faible (60 cm). Le basalte altéré est bien visible au-dessus et se présente sous la forme de petits blocs arrondis s'altérant en écailles concentriques.

*Propriétés générales du sol.* — Le pH est faiblement acide 6,3 à 6,6. Les teneurs en argile sont particulièrement élevées 60 % environ et se maintiennent dans tout le profil. La réaction est faiblement acide dans l'horizon brun-rouge et devient neutre au voisinage de la roche altérée.

La matière organique est de l'ordre de 3 % en surface et décroît vite avec la profondeur. L'azote est proche de 1,5 ‰ en surface et décroît avec la profondeur. Le rapport C/N de 12,6 en surface descend à 4,5.

Le complexe absorbant présente des capacités d'échange assez fortes

dans tout le profil 20 à 30 méq/100 g. Cependant le degré de saturation ne dépasse guère 50 %. La chaux et la magnésie échangeables sont assez élevées (2 et 1 ‰). La potasse est très faible. L'acide phosphorique assimilable est également très faible sauf à proximité de la roche altérée.

L'attaque triacide du sol donne pour le rapport silice/alumine des valeurs très voisines de 2. Les courbes de déshydratation effectuées sur le sol (Fig. 6) indiquent des teneurs en eau hygroscopique assez élevées, mais pas de départ sensible à 250°. Par contre à 450° le départ d'eau est important. Peut-être

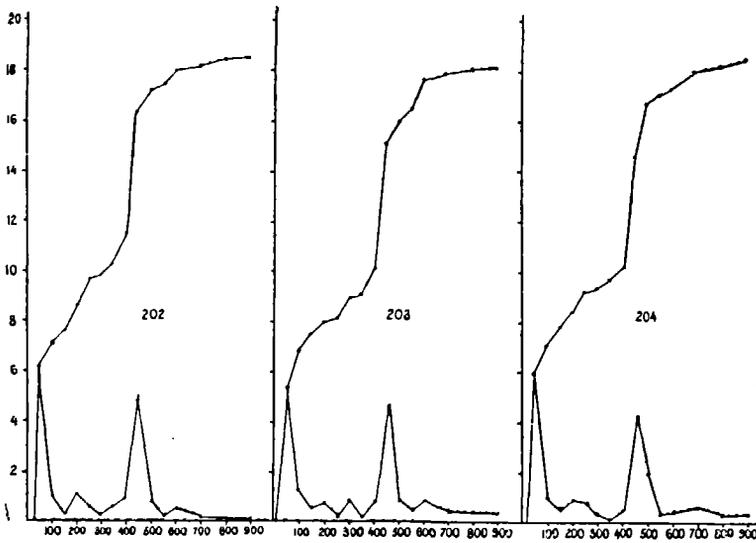


FIG. 6. — Courbes de perte en eau. Sols profil 12-20 (série Antanimena 2).

est-on en présence ici d'une argile de type halloysitique ou tout au moins d'un mélange halloysite-kaolinite.

### SÉRIE D'ANTANIMENA 3

La série d'Antanimena 3 est assez semblable à la précédente : même végétation de savane à palmiers et faiblesse de l'horizon humifère. La différence essentielle provient de la présence de concrétions violacées à rougeâtres dans l'horizon rouge-foncé. Par érosion de la partie supérieure du sol, les concrétions peuvent être abondantes en surface et, par l'effet du ruissellement, se rassembler en des points bas. Ces concrétions ne sont jamais cimentées et, en aucun point du plateau, il n'a été vu de cuirasse.

*Morphologie.* — Le profil typique (54) a été noté à 2 km au Sud de Mata-viamalona sous une savane à *Hyphaene shatan* et *Dalbergia greveana*.

0- 20 cm, Brun-rouge foncé (J 26, — 5 YR 4/6) ; argileux à argilo-limoneux ; grumeleux à nuciforme ;  
 20-200 cm, Rouge foncé (J 38, — 2,5 YR 3/6) argileux à argilo-limoneux ; assez compact, de texture polyédrique. Les concrétions sont réparties dans tout cet horizon.

*Propriétés générales du sol.* — Les teneurs en argile sont encore fortes, mais moindres que pour les sols précédents ; la réaction est plus acide. La matière organique et l'azote sont également plus faibles.

Le complexe absorbant présente encore des teneurs élevées en magnésie.

L'attaque triacide donne des rapports silice-alumine voisins de 1,9. La courbe de perte en eau établie pour le sol indique un très faible crochet vers 200° et un très fort à 450°. La présence de kaolinite est très probable. Les concrétions ont été attaquées par le réactif triacide. Leur composition est la suivante :

N°	Résidu	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	S/A	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
541	17,1	10,8	9,1	46,4	0,6	13,5	2,0	3,8
542	6,7	13,6	17,2	51,2	0,6	11,3	1,3	2,2
543	1,9	12,0	13,6	58,4	0,6	14,4	1,6	3,2

Ces résultats montrent qu'il y a eu un enrichissement notable en fer, puisque le rapport Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> est passé de 0,7, dans le sol à 2,2 et plus dans les concrétions.

*Utilisation.* — Cette série est assez peu étendue et discontinue. Elle ne sert qu'à des pâturages où les graminées sont denses et élevées, surtout dans les endroits frais.

## 2° Famille du calcaire

### SÉRIE D'AMPANDRABE

La famille du calcaire est représentée par la série d'Ampandrabe, située au Nord de la localité du même nom. Il s'agit d'une zone plane occupée essentiellement par une prairie très haute à base d'*Hyparrhenia rufa*.

*Morphologie.* — Le profil de ce sol est assez analogue, dans ses grandes lignes, à ceux de l'Antanimena bien que l'horizon humifère soit mieux marqué et que l'ensemble du sol ait une teinte plus foncée. Le profil décrit (17) a été noté à 2 km au Nord du village d'Ampandrabe, sous une prairie à *Hyparrhenia rufa* très dense.

0- 20 cm, Brun-gris très foncé (J 61 — 10 YR 3/2) ; argileux compact polyédrique, pas de fentes de retrait ; des racines descendent jusqu'à 15 cm environ ; passant graduellement à :

20- 30 cm, Brun foncé (J 62, — 10 YR 3/2) ; argileux, compact ;  
 30- 65 cm, Brun foncé (H 64, — 10 YR 3/4) ; argileux, compact polyédrique ;

à 65 cm, Le calcaire apparaît très brutalement. Le sol ne contient aucune trace de calcaire. A faible distance le sol a une teinte nettement rougeâtre.

*Propriétés générales du sol.* — Les teneurs en argile voisines de 40 % sont constantes dans tout le profil.

La réaction du sol est acide (6,1 à 6,3).

La matière organique est assez abondante en surface (jusqu'à 13 %) mais la teneur en azote est relativement faible 2,5 ‰. Les teneurs décroissent lentement avec la profondeur. Ces fortes teneurs sont anormales pour la région et paraissent pouvoir être attribuées à une situation topographique un peu basse.

Le complexe absorbant est caractérisé par une capacité d'échange élevée qu'on doit pouvoir attribuer aux fortes teneurs en matière organique. Le degré de saturation est voisin de 50 %. Les bases échangeables sont surtout la chaux (jusqu'à 1,8 ‰ en surface) et la magnésie. Les teneurs en potasse sont bonnes. L'acide phosphorique assimilable est très faible.

L'attaque triacide donne pour le rapport silice/alumine des valeurs comprises entre 1,8 et 2,0.

Les argiles ont la composition et les propriétés suivantes :

N°	Résidu	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	S/A	CE
									még/100 gr
172	17,4	30,9	15,3	13,6	1,2	5,6	12,8	3,43	52,5
173	0,2	36,4	20,0	13,6	1,0	6,4	18,1	2,95	33,9

Les courbes de déshydratation ont été établies sur l'argile (Fig. 5), vu les fortes teneurs en matière organique du sol. Ces courbes sont caractérisées par une eau hygroscopique assez forte (de l'ordre de 5 %) ; une montée lente mais régulière de 100 à 400° ; un crochet à 450° moins accentué que précédemment. Il est possible que l'on soit en présence d'un mélange de kaolinite et d'un autre minéral non identifiable par ce procédé. La capacité d'échange élevée semble également en faveur d'un mélange.

#### b. SOUS-GROUPE DES SOLS ROUGES

Le sous-groupe des sols rouges présente une grande extension dans la partie centrale et Nord de la feuille (Cap Tanjona, Katsepe et Nord-Est de Majunga).

La végétation primitive est la forêt tropophile des terrains arénacés. Les arbres sont plus serrés et plus minces que dans l'Antanimena, les lianes sont assez nombreuses. La roche-mère est le grès du Sénonien inférieur ou

une formation continentale sableuse, ce qui permet de distinguer deux familles. Le profil relativement simple (essentiellement un horizon rouge) est d'épaisseur variable. Il peut être très épais.

### 1° Famille des grès

La famille des grès s'étend depuis Ansakoamileky jusqu'à la Betsiboka en passant par le Sud du lac Kinkony. Deux séries ont été distinguées : celles d'Ankotika et d'Ambondro.

#### SÉRIE D'ANKOTIKA

La série d'Ankotika occupe une zone à peu près plane à l'Ouest de la feuille. La végétation est une savane à *Medemia nobilis* ou des boisements intermédiaires entre la forêt et la savane avec *Stereospermum euphorioides*, *Tamarindus indica*, *Erythrophleum couminga*, localement *Ravenala madagascariensis*. Le tapis de graminées est à base d'*Aristida rufescens*. La roche-mère est un grès souvent argileux avec parfois des fragments de feldspaths altérés.

*Morphologie.* — Le profil typique (14) a été noté près du village d'Ankotika.

- 0- 40 cm, Brun-rouge à brun foncé (F 54, — 1,5 YR 4/5) ; sablo-argileux ; compact donnant blocs polyédriques à nuciformes, quelques gros grains de quartz et concrétions ;
- 40- 70 cm, Brun-rouge horizon identique au précédent, mais concrétions rondes abondantes (F 54, — 1,5 YR 4/5) ;
- 70-110 cm, Rouge avec taches beiges (E 54, — 1,5 YR 4/4) ; sablo-argileux, passant insensiblement à beige à taches rouges ;
- 110-180 cm, Gris avec taches rouges (D 52, — 1,54 YR 6/4) ; beaucoup plus compact que précédemment.

Entre Ansakoamileky et Ambia on note un profil assez analogue ; l'horizon rouge est moins bien individualisé et l'on passe directement de l'horizon humifère brun-rouge à l'horizon rouge à taches grises.

*Propriétés générales du sol.* — La fraction argile est voisine de 30 % en surface. Elle décroît légèrement avec la profondeur.

Le pH est franchement acide en surface et remonte légèrement avec la profondeur. La matière organique est faible ainsi que l'azote. Le rapport C/N inférieur à 8.

La capacité d'échange est faible. Le degré de saturation voisin de 30 %. Les différentes bases échangeables sont toutes faibles. L'attaque du sol au réactif triacide donne des rapports silice/alumine voisins de 2.

Les argiles ont la composition et les propriétés suivantes :

N°	Résidu	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	S/A	CE
									még/100 gr
141	0,8	35,2	24,9	16,8	1,4	3,8	16,8	2,40	24,5
142	1,5	39,0	24,7	12,2	0,8	12,7	12,7	2,67	28,7
143	1,0	42,8	24,7	9,6	0,5	12,9	12,9	2,90	31,5

Les courbes de déshydratation ont été établies sur les argiles (Fig. 7). Les crochets à 450° sont bien accentués. Les crochets à 250° sont pratiquement

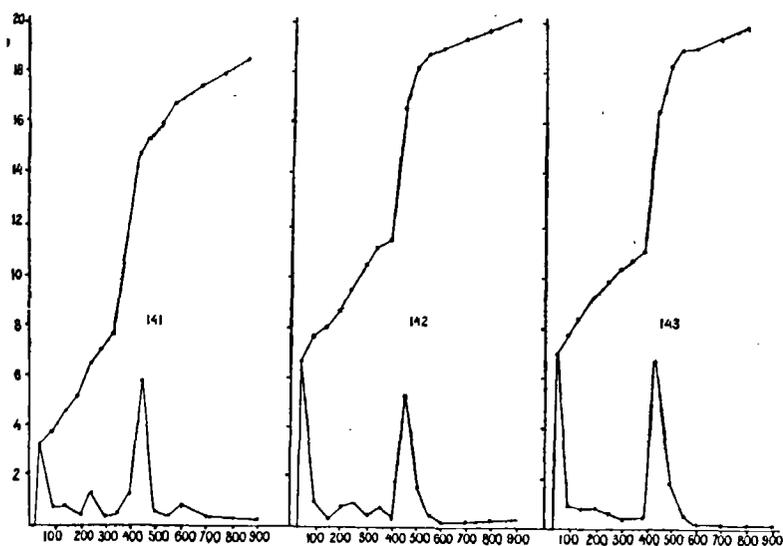


FIG. 7. — Courbes de perte en eau. Argiles extraites du profil 12-14 (série d'Ankotika).

inexistants sauf pour l'échantillon de surface où il est très faiblement marqué. La capacité d'échange est relativement élevée et comprise entre 24 et 32 még/100 g. d'argile.

Il est difficile de préciser ici la nature exacte de l'argile.

*Utilisation.* — Ces sols sont brûlés annuellement et ne servent à aucune culture. Les pâturages qu'ils offrent sont très médiocres. L'érosion y est assez active.

#### SÉRIE D'AMBONDRO

La série d'Ambondro est assez analogue du point de vue morphologique à celle d'Ankotika. La roche-mère est assez hétérogène. Les lits argileux ou

argilo-sableux sont assez fréquents. L'érosion est très intense et le sol est réduit à l'état de compartiments séparés par des colluvions de toute nature, ce qui fait qu'en toute rigueur, cette série constitue plutôt un complexe.

### 2° Famille des sables

La famille des sables est connue à Madagascar sous le nom de « Sables roux ». Il s'agit de sols rouges profonds, de granulométrie assez régulière dans tout le profil. Trois séries ont été distinguées d'après la texture.

#### SÉRIE DE BELAKOKA

La série de Belakoka présente une granulométrie fine et régulière, et peut être considérée comme le type normal. La topographie est plane avec une légère pente vers le Nord. Le drainage se fait normalement. La végétation est soit la forêt, soit la savane. Les arbres sont généralement *Medemia nobilis*, *Poupartia caffra*, *Strychnos spinosa*, *Acridocarpus excelsus*. Les graminées *Hyparrhenia rufa*, *Heteropogon contortus*.

*Morphologie.* — Des coupes entières sont assez difficiles à voir car la base est généralement enfouie sous les éboulis. Dans quelques lavaka on peut noter le profil suivant (21).

0- 15 cm, Gris-rouge foncé (F 21, — 5 YR 4/2) ; sablo-argileux, compact mais bien pénétré par les racines, nuciforme, grains de quartz petits et roulés ;

15- 80 cm, Rouge faible (H 26, — 10 R 4/3) ; sablo-argileux ; même structure compacte ; garde la trace des coups de bêche, tache les doigts ;

Même aspect sur plusieurs mètres. La plupart des coupes donnent un profil analogue ; les couleurs sont soit rouge foncé (H 38, — 5 YR 5/4), soit rouge-jaune (F 46, — 5 YR 4/4). Le bas des coupes est le plus souvent caché par des éboulis ; cependant, parfois on peut noter un horizon plus clair devenant plus riche en cailloux roulés ; il peut exister de véritables galets de quartz entremêlés de sables grossiers.

Au Cap Tanjona (Pl. III, C) on peut noter une bonne coupe de sables roux, au-dessus des sédiments miocènes. PERRIER DE LA BATHIE (10) donne la coupe suivante :

1. — Horizon de plus en plus rouge en approchant de la surface (15 m).
2. — 15 m. Sables maculés de rouge avec concrétions de grès ferrugineux.
3. — Calcaires gréseux.

Une coupe identique a été décrite par PERRIER DE LA BATHIE dans l'île de Nosy Makamba au large du delta de la Mahavavy.

*Propriétés générales du sol.* — La fraction sableuse est nettement la plus importante avec jusqu'à 20 % d'argile et très peu de limon.

Le pH est légèrement acide (6,2 à 6,5).

La matière organique est faible et ne dépasse guère 1,5 %. L'azote est également faible et ne dépasse pas 1 ‰. Le rapport C/N est voisin de 10 en surface et décroît avec la profondeur.

Le complexe absorbant est caractérisé par une capacité d'échange très faible par suite des faibles teneurs en argile et matière organique. La chaux échangeable est généralement de l'ordre de 1 ‰ en surface et décroît sensiblement en profondeur. Les teneurs en magnésie et potasse échangeables sont faibles à très faibles. L'acide phosphorique assimilable est très faible.

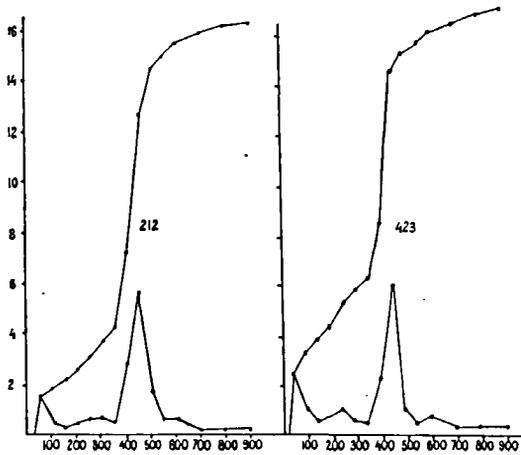


FIG. 8. — Courbes de perte en eau. Argiles extraites des profils 12-21 et 12-12 (série de Belakoka).

L'attaque par le réactif triacide a été effectuée sur la fraction argile par suite des trop fortes teneurs en sable. Les valeurs obtenues pour le rapport silice/alumine sont très voisines de 2,0. La capacité d'échange est très variable.

N°	Résidu	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	S/A	CE méq/100 gr
451	1,6	34,7	29,4	10,4	0,25	4,8	16,2	2,0	—
423	0,2	34,2	32,1	14,4	0,6	3,2	13,5	1,8	9,9
212	0,2	38,7	33,1	10,4	0,3	1,9	14,1	2,0	35,5

Les courbes de perte en eau (Fig. 8) sur ces argiles donnent un très fort crochet à 450°; pas de crochet à 250°. L'eau hygroscopique est faible dans deux cas sur trois. La présence de kaolinite paraît à peu près certaine.

*Utilisation.* — Aucune culture n'est pratiquée sur ce sol qui sert de support à des pâturages assez quelconques parcourus par les feux chaque année. Il y aurait intérêt à y maintenir un taux de boisement assez élevé car l'érosion y est importante, tant en nappe qu'en lavaka. Cette érosion provoque l'ensablement progressif des rizières d'Antseza et Ankarobato en particulier.

#### SÉRIE DE BEKALALAO

Cette série représente un sol assez analogue au précédent. Les grains de quartz y sont beaucoup plus grossiers et les cailloutis y sont fréquents. La structure est à tendance particulière et des concrétions s'y rencontrent parfois.

Cette série est bien visible près de la rivière Andranomavo où elle est encore protégée par la forêt assez dense. Il y a tout intérêt à maintenir celle-ci car le sol est certainement très érodable.

#### SÉRIE DE KATSEPE

Cette série est caractérisée par une abondance de gros galets de quartz bien visibles sur les pentes qui bordent à l'Ouest la baie de Bombetoka et même assez loin vers l'intérieur. La déforestation est à peu près complète et la valeur du sol très limitée.

#### c. SOUS-GROUPE DES SOLS JAUNES

Le sous-groupe des sols jaunes occupe en gros la moitié Nord de la feuille depuis le lac Kinkony jusqu'à la mer. La végétation primitive a disparu à peu près partout. Ces sols supportent le plus souvent une savane à *Medemia nobilis* ou à *Hyphaene shatan* avec un tapis herbacé où domine *Hyparrhenia rufa* et *Heteropogon contortus*.

La topographie est assez plane avec une pente générale vers le Nord. Le drainage s'effectue normalement.

Les roches-mères sont au nombre de trois : sables, basalte et calcaire qui donneront trois familles de sols.

Le profil peut être schématisé par :

- un horizon organique assez net, épais de 20 cm environ ;
- un horizon jaune d'épaisseur très variable, de 1 à 10 mètres. Alors que la présence de concrétions est assez rare dans les deux sous-groupes précédents, elle est de règle dans ce sous-groupe ;
- la roche-mère.

#### 1° Famille du basalte

#### SÉRIE D'ANDREFANBOANY

L'étendue de cette série est assez faible. Elle n'a été rencontrée qu'entre Marerano et Antanimavo (Pl. II, C) et au Sud d'Andrefanboany.

La végétation est la savane à *Medemia nobilis* avec fréquemment des palissandres, *Acridocarpus excelsus*. Les graminées sont *Hyparrhenia rufa* et *Aristida rufescens*.

*Morphologie.* — Pro fil noté au Sud d'Andrefanboany (25) :

0-150 cm, Brun-jaune (E 63, — 10 YR 5/4) ; argilo-limoneux, fentes verticales jusqu'à 100 cm ; nuciforme ; concrétions rondes très nombreuses ;

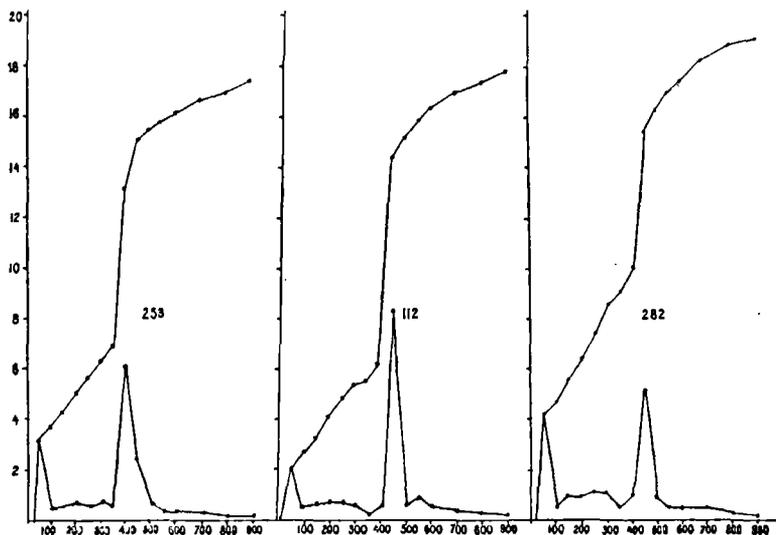


FIG. 9. — Courbes de perte en eau. Argiles extraites des profils 12-25 (série de Andrefanboany), 12-11 et 12-28 (série de Bedory).

150-200 cm, Brun-jaune tacheté de rouge ; texture et structure identiques ; concrétions moins nombreuses ;

200-250 cm, Rouge-jaune (F 64 5, — YR 5/4) ; texture et structure identiques.

La roche-mère n'est pas visible dans la coupe.

*Propriétés générales du sol.* — L'acidité est moyenne à faible. L'argile et le limon sont abondants. La matière organique est faible à la fois en surface et en profondeur. L'azote est assez élevé et les rapports C/N assez bas. Le complexe absorbant est assez bas (15 à 16 méq/100 g). La chaux échangeable est supérieure à 1 ‰ en surface et décroît avec la profondeur ; magnésie et potasse sont faibles.

L'attaque du sol au réactif triacide donne des valeurs du rapport silice/alumine compris entre 1,8 et 1,9.

Une argile extraite de ce sol a été étudiée. Son analyse est la suivante :

N°	Résidu	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	S/A	CE még/100 gr
253	0,7	35,7	28,0	20,0	0,8	3,6	13,0	2,1	48,7

La courbe de perte en eau a été établie. Elle est caractérisée par un faible crochet à 50° et un très fort départ d'eau à 450°. La présence de kaolinite est très probable (Fig. 9).

Les concrétions extraites de ce profil ont été analysées. Leur composition est la suivante :

N°	Résidu	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	S/A	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
251	11,9	18,1	17,8	30,4	2,4	18,4	1,7	1,3
252	6,1	15,8	15,5	49,6	0,6	13,3	1,7	2,4
253	14,1	12,4	10,4	52,0	0,3	12,5	2,0	3,7

Ces résultats montrent surtout qu'il se produit un important enrichissement en fer. Le rapport Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> augmente considérablement dans les concrétions.

*Utilisation.* — Cette série, peu étendue, n'a guère d'importance pratique. Elle est utilisée en pâturages uniquement.

## 2° Famille des sables

Elle constitue un ensemble assez homogène que l'on peut grouper sous une série unique, celle de Bedory.

### SÉRIE DE BEDORY

Elle occupe l'ensemble de la partie Nord de la feuille depuis Bedory jusqu'au-delà de Majunga.

La forêt primitive est ici encore en régression devant la savane à palmiers, *Medemia nobilis* en particulier, avec *Hyparrhenia rufa* et *Heteropogon contortus*. La topographie est plane à faiblement ondulée. Les mares y sont fréquentes. La roche-mère est un sable assez limoneux qui doit pouvoir être rapporté au Pliocène continental. L'altération y est très profonde et la roche-mère intacte n'a pu être retrouvée.

*Morphologie.* — La coupe suivante a été observée à Bedory (N.O. de la feuille) (11).

0- 15 cm, Brun (E 72, — 10 YR 5/3); légèrement humifère; sablo-limoneux à tendance particulière.

15-115 cm, Jaune pâle (C 74, — 10 YR 6/4); sablo-limoneux; nuci-forme peu cohérent; concrétions rouges assez abondantes et bien réparties.

Près du village de Tananabo (28) (Sud-Ouest du lac Kinkony) on a :  
 0-110 cm, Brun-jaune (D 53, — 7,5 YR 5/4) ; sablo-limoneux, concrétions abondantes ;  
 110-150 cm, Brun vif (E 56, — 7,5 YR 5/6) ; sablo-limoneux mais le sable grossier est très abondant, concrétions ;  
 150-200 cm, Rouge-jaune (F 40, — 5 YR 5/4) ; sablo-limoneux à concrétions ;  
 au-dessous de 200 cm, Argile violacée du Sémonien.

*Propriétés générales du sol.* — L'acidité est franche à forte. Les teneurs en argile et limon sont nettement plus élevées que pour les sols rouges sableux. Les sables fins prédominent sur les sables grossiers. Les teneurs en matière organique ainsi qu'en azote sont faibles. Le rapport C/N est de l'ordre de 11. Le complexe absorbant présente des valeurs de la capacité d'échange plus élevées que celles des sols rouges. La chaux, la magnésie et la potasse échangeables sont faibles à très faibles (les chiffres élevés trouvés à Tananabo doivent être attribués à la proximité du village).

L'attaque du sol par le réactif triacide fourni pour le rapport silice/alumine des chiffres très voisins de 2,0.

L'analyse d'argiles extraites de ces sols a donné les résultats suivants :

N°	Résidu	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	S/A	CE méq/100 gr
112	0,4	35,2	34,4	7,2	0,7	2,2	15,2	1,74	12,2
113	0,6	37,7	31,6	11,2	0,4	2,8	14,7	2,02	12,0
282	1,1	31,4	26,5	19,2	1,1	4,7	14,4	2,01	22,7

Les courbes de perte en eau établies pour ces argiles montrent une eau hygroscopique faible et un gros départ d'eau à 450°. La présence de kaolinite est très probable (Fig. 9).

Un certain nombre de concrétions extraites de ces sols ont donné les compositions suivantes :

N°	Résidu	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	S/A	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
111	32,8	13,8	15,7	20,0	0,2	13,8	1,5	0,9
112	34,4	10,3	12,2	28,8	—	11,4	1,4	1,8
281	41,6	6,5	5,2	37,6	0,2	8,9	2,1	5,4
283	36,4	6,8	5,0	44,8	0,1	7,65	2,3	6,7

*Utilisation.* — La seule culture pratiquée sur ces sols est celle du manioc car les racines s'y développent bien. L'ensemble de la série sert de pâturages extensifs ; les mares servant de points d'eau pendant une partie de la saison sèche.

## 3° Famille du calcaire

Elle constitue également un ensemble homogène où il n'a pas paru utile de créer de subdivisions. Une seule série : celle d'Anaborengy.

## SÉRIE D'ANABORENGY

Elle s'étend depuis la Mahavavy jusqu'à la Betsiboka. La végétation primaire a encore ici à peu près complètement disparu et elle est remplacée par différents types de savane à *Medemia nobilis*, *Hyphaene shatan*, *Poupartia caffra*, *Foetidia retusa*. On y rencontre des formations plus serrées, véritables forêts-parc où abondent *Poupartia caffra* et *Tamarindus indica*.

La topographie est en pente douce vers le Nord. Les rivières y sont peu nombreuses et peu encaissées.

*Morphologie.* — Coupe notée sur le plateau qui domine Anaborengy (38) :

0- 10 cm, Brun foncé (J 62, — 10 YR 3/4) ; argileux ; grumeleux avec quelques grosses mottes, assez meuble.

10- 80 cm, Brun-jaune (E 63, — 10 YR 5/4) ; argileux ; très compact avec grosses fentes verticales et horizontales, très dur, donnant des blocs anguleux ; petites concrétions ; non calcaire.

80- 90 cm, Jaune pâle (B 72, — 10 YR 7/4) ; argilo-calcaire.

à 90 cm, Calcaire.

Une autre coupe a été observée près du carrefour Ambinany-Marofandrokaka-Mitsinjo (49) :

0- 10 cm, Brun-olive (F 72, — 2,5 Y 4/3) ; argileux.

10-110 cm, Jaune-olive (D 76, — 2,5 Y 6/6) ; argileux, compact, fentes verticales ; concrétions abondantes.

*Propriétés générales du sol.* — Les teneurs en limon et argiles sont fortes (60 % au total). Le pH est neutre en surface, décroît légèrement puis devient alcalin au contact de la roche-mère. La matière organique est assez élevée (3 à 5 % env. en surface) ainsi que l'azote. Elle décroît assez vite avec la profondeur.

Le complexe absorbant est caractérisé par une capacité d'échange élevé, des teneurs en chaux, magnésie échangeables fortes. La potasse est moyenne. L'attaque triacide montre que le rapport silice/alumine est de l'ordre de 2,2.

L'analyse d'argiles extraites d'un de ces sols (12-38) donne les résultats suivants :

N°	Résidu	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	S/A	CE
									még/100 gr
381	0,1	34,9	29,1	12,8	1,2	7,2	16,6	2,04	50
382	0,5	35,2	26,3	13,6	1,1	7,2	19,2	2,27	31
383	0,3	34,4	24,0	14,4	0,7	6,2	17,0	2,41	32

Les courbes de perte en eau n'ont pas un type bien défini. La courbe monte régulièrement jusqu'à 400°. Le crochet à 450° est net cependant ; il est possible qu'il s'agisse d'un mélange (Fig. 10).

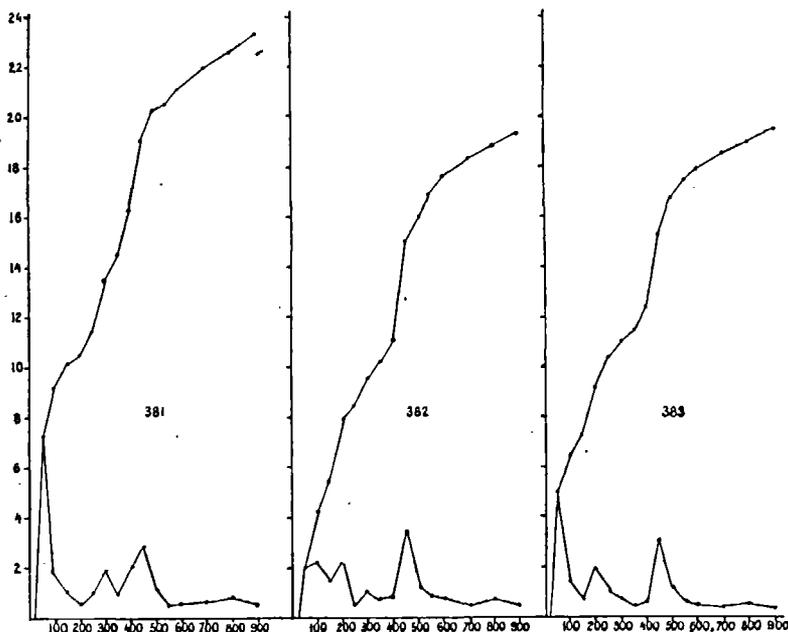


Fig. 10. — Courbes de perte en eau. Argiles extraites du profil 12-38 (série d'Anaborengy).

Les concrétions du profil 12-49 ont la composition suivante :

N°	Résidu	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O+	S/A	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
492	23,8	9,3	7,4	44,8	0	13,7	2,1	4,5
493	26,5	7,0	5,8	44,8	0	14,1	2,1	5,6

Ces résultats montrent que les concrétions sont surtout ferrugineuses.

*Utilisation.* — Malgré des teneurs en éléments fertilisants élevées, ce sol n'est pas cultivé par suite de sa trop forte compacité. S'il pouvait être irrigué, ce qui n'est pas le cas, il pourrait porter de bonnes rizières. Le sol est utilisé uniquement en pâturages extensifs.

## II. GROUPE DES SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX LESSIVÉS

Un certain nombre de sols présentent, dans leur profil, des caractères permettant de les ranger dans un groupe différent. La partie supérieure du

profil de couleur grise à beige, est nettement appauvrie en fer et en argile. La roche-mère est constituée par un matériau assez perméable, sable ou grès. La végétation est la forêt tropophile ou la savane arborée. Ces sols lessivés avoisinent les sols rouges ; mais ceci n'autorise pas à dire que les sols rouges sont des sols lessivés dont l'horizon gris aurait été enlevé par l'érosion.

Un seul sous-groupe : gris sur rouge a été reconnu caractérisé par le profil suivant :

— un horizon organique de 10 à 15 cm où la matière organique n'est pas très bien décomposée ;

— un horizon gris de 20 à 30 cm, sablo-argileux, assez ferme ;

— un horizon rouge de 50 à 100 cm, plus argileux, compact ;

— un horizon grisâtre tacheté de rouge ;

— la roche-mère.

Une famille a été distinguée sur sable avec la série d'Antseza qui paraît résulter du lessivage de la partie supérieure des sols rouges de Belakoka. L'horizon gris est assez épais et subit des remaniements par l'érosion.

*Utilisation.* — Tous ces sols sont facilement érodables et ne peuvent subsister que sous forêt. La déforestation aura pour effet de faire disparaître les deux horizons supérieurs et d'entraîner le sable vers les zones plus basses. Ces zones sont à maintenir boisées.

*Complexe de sols.* — Dans deux endroits : à l'Ouest de Mitsinjo et entre Ambararatabe et Tananabo, il n'a pas été possible de limiter les sols des séries de Belakoka et Bedory qui sont fortement intriqués. Ils figurent sur la carte sous la rubrique « sols complexes ».

### C. — Les sols calcimorphes

Les sols calcimorphes décrits ci-dessous doivent l'ensemble de leurs propriétés à une roche-mère calcaire. Ils sont caractérisés par la présence de carbonates libres dans le profil ; le complexe est à peu près complètement saturé par la chaux avec un pH neutre à alcalin. Le minéral argileux appartient ici à la famille de la montmorillonite ou un mélange de montmorillonite et d'un autre minéral.

Deux groupes ont été distingués : le groupe des rendzines et celui des sols brun sur jaune.

#### GRUPE DES RENDZINES

Le groupe des rendzines est typiquement représenté près de Mitsinjo à l'Est de la Mahavavy. La végétation est une forêt tropophile assez bien conservée qui permet le maintien du sol. Sans la forêt, le sol serait vite érodé, vu sa faible épaisseur et sa structure grenue.



A

Le lac Kinkony vu de  
la rive Nord.



B

Le lac Tsiandatsa.



C

Mare dans les alluvions  
de la Mahavavy. Au  
fond la palmeraie à  
*Medemia nobilis* ; au  
premier plan *Ambrosia  
maritima*.

Le profil est celui des rendzines typiques.

— un horizon de 30 cm ; grenu, noir, avec fragments calcaires ;

— la roche-mère calcaire.

Ils figurent sur la carte sous la rubrique « série d'Ambato ».

#### GROUPE DES SOLS BRUN SUR JAUNE

Ce groupe est représenté en deux endroits : dans la plaine de Misoriiky et près de Marerano (Sud-Ouest de la feuille). Les sols occupent des surfaces planes à faiblement mamelonnées. La végétation est intermédiaire entre la savane et la prairie.

Le profil est caractérisé par :

— un horizon humifère assez bien marqué, épais de 30 cm environ ;

— un horizon beige à tendance verdâtre avec des concrétions calcaires ou gypseuses en profondeur ;

— la roche-mère.

Deux séries ont été distinguées : Misoriiky et Marerano.

#### SÉRIE DE MISORIKY

Occupe une plaine entre l'Andranomavo et l'Andranomavokely à l'Ouest de Mokara. Il s'agit d'une zone assez plane où les trous, dus à la dissolution du calcaire et du gypse, sont fréquents. La végétation est une savane très ouverte à *Poupartia caffra* et à *Tamarindus indica*. La strate herbacée est constituée par *Hyparrhenia rufa*.

*Morphologie.* — Le profil noté est le suivant (7) :

0- 10 cm, Gris foncé (F 81, — 2,5 Y 4/2) ; limoneux, polyédrique, non calcaire ;

10- 50 cm, Brun-gris (E 81, — 2,5 Y 5/2) ; limoneux ; polyédrique ; grosses fentes verticales ; quelques petits grains calcaires ;

50-120 cm, Olive (E 84, — 5 Y 5/3) ; limono-argileux, compact et un peu plastique ; calcaire en petits grains assez abondants.

*Propriétés du sol.* — La réaction est de plus en plus alcaline avec la profondeur. La fraction limon est la plus forte avec l'argile. La matière organique est voisine de 2 %, l'azote assez bas avec un rapport C/N assez élevé. Le complexe absorbant est très riche en chaux ; la potasse échangeable est assez faible ; la capacité d'échange supérieure à 30 méq/100 gr. L'acide phosphorique assimilable est très faible. L'attaque du sol au réactif triacide donne un rapport silice/alumine supérieur ou égal à 3.

*Utilisation.* — Les sols de cette série sont utilisés en pâturages extensifs ; lorsque l'irrigation est possible, ils peuvent supporter des rizières.

## SÉRIE DE MARERANO

Cette série dérive directement d'un calcaire assez tendre. La topographie est assez mamelonnée, le drainage paraît s'y effectuer normalement. La végétation est une prairie.

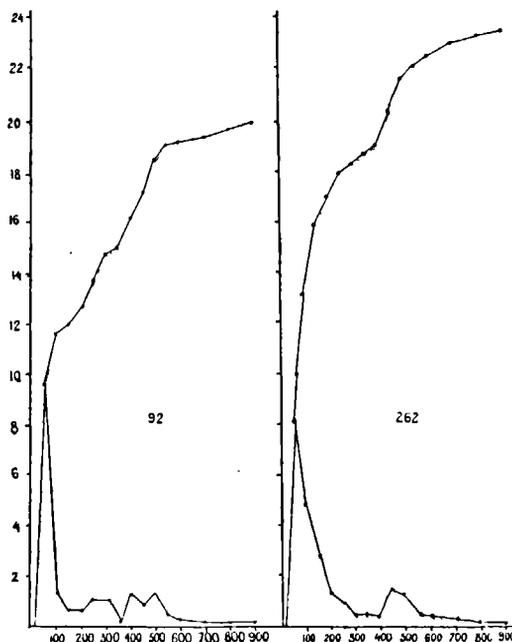


FIG. 11. — Courbes de perte en eau. Argiles extraites du profil 12-9 (série de Maréano) et 12-26 (série de Andiribe).

Le profil est le suivant (9) :

- 0- 50 cm, Brun-olive (F 74, — 2,5 Y 4/4) ; limono-argileux, polyédrique, grosses fentes verticales ;
- 50- 80 cm, Brun-olive, identique au précédent mais avec de nombreuses concrétions calcaires ;
- 80-100 cm, Jaune pâle (B 82, — 5 Y 8/4) ; limono-argileux, compact avec très nombreuses concrétions calcaires ;
- au-dessous de 100 cm, Calcaire.

*Propriétés du sol.* — La réaction est alcaline et le pH augmente avec la profondeur (7,3 à 8,0).

Les fractions argile et limon sont à peu près équivalentes. La matière organique et l'azote sont peu élevées ; le rapport C/N est assez fort. Le con-

plexe absorbant est à peu près saturé en chaux ; la potasse échangeable est faible ; la capacité d'échange est voisine de 40 méq/100 en surface. L'acide phosphorique assimilable est très faible. L'attaque au réactif triacide donne un rapport silice/alumine compris entre 2,8 et 3,1. L'argile a été extraite du prélèvement 92 effectué à 35 cm. Elle a la composition et les propriétés suivantes :

N°	Résidu	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	CE	
								S/A	még/100 gr
92	1,3	36,7	19,2	21,6	0,1	11,6	10,1	3,2	36,75

La courbe de perte en eau est caractérisée par un gros départ d'eau à 50°, et une absence de crochet à 450°. L'allure générale de la courbe rappelle celle de la montmorillonite (Fig. 11).

*Utilisation.* — La seule utilisation est en pâturages.

#### D. — Les sols hydromorphes

Les sols hydromorphes sont variés et bien représentés sur la feuille. Ils occupent presque toujours des zones déprimées.

##### 1. — LES SOLS MARÉCAGEUX

Les sols marécageux se rencontrent dans les régions basses où l'immersion se produit pendant plusieurs mois par an. La végétation est caractérisée par l'abondance de *Typha angustifolia* et *Cyperus volodioïdes*.

Le profil est caractérisé par :

— une accumulation notable de matière organique assez bien décomposée reposant sur :

— un horizon gris ou gris tacheté de rouge.

Trois familles ont été distinguées suivant que le sol est formé à partir de calcaire, sable ou argile sableuse.

##### 1° Famille du calcaire

###### SÉRIE D'ANDRANOMAVOKELY

Le marais d'Andranomavokely est situé dans le coin Sud-Ouest de la feuille ; la végétation est essentiellement à base de *Typha angustifolia*. Une partie du marais se vide en saison sèche et peut être cultivée en rizières.

Le profil suivant a été noté (4) :

- 0- 30 cm, Gris très foncé (J 90, — 5 Y 3/1) ; argilo-limoneux ; polyédrique en gros blocs anguleux très durs ; un peu calcaire ;
- 30- 50 cm, Gris (D 90, — 2,5 Y 5/2) ; argilo-limoneux ; compact frais ; assez calcaire ;
- 50- 80 cm, Blanc (A 90, — 10 YR 8/1) ; calcaire à peu près pur, tendre.

*Propriétés générales du sol.* — La réaction est de plus en plus alcaline avec la profondeur. L'argile et le limon sont assez abondants. La matière organique est de l'ordre de 6 %, l'azote est assez bas, et le rapport C/N élevé. Le complexe absorbant présente une capacité d'échange assez élevée en surface, décroissant assez vite avec la profondeur. La chaux n'a pas été dosée. La magnésie est assez forte mais la potasse est très faible. Les éléments totaux (potasse et acide phosphorique) ne sont pas en très fortes quantités. Les sels solubles, chlorures et sulfates, sont très peu abondants.

*Utilisation.* — Ces sols supportent quelques rizières. Si le drainage était amélioré, la surface cultivée pourrait être beaucoup plus importante.

### 2<sup>o</sup> Famille des sables

#### SÉRIE DE BAKO

La localité de Bako est située à l'Est de la baie de Boina et occupe une dépression orientée N.E-S.O entre deux lignes de dunes. Les mares y sont nombreuses. La végétation est à base de cypéracées. Le profil suivant a été noté (46) au Sud-Ouest de Bako :

- 0- 30 cm, Gris (E 90, — 2,5 Y 5/2); fortement humifère tachant les doigts; limono-sableux; grumeleux fin;
- 30- 90 cm, Gris clair (C 81, — 2,5 Y 6/2); sable à peu près pur, quelques taches noires vers 40-50 cm; particulière.

*Propriétés du sol.* — La réaction est très acide. En surface, très peu d'argile, 18 % de limon, le reste en sables; en profondeur, on ne trouve que du sable. La matière organique est élevée en surface (10 %) et très faible en profondeur. Le complexe absorbant est caractérisé par une capacité d'échange élevée en surface et très faible en profondeur; la chaux et la magnésie échangeables sont faibles, la potasse est bonne en surface. Les réserves sont bonnes en acide phosphorique.

*Utilisation.* — Rizières en saison des pluies lorsqu'il y a de l'eau qui manque en saison sèche.

### 3<sup>o</sup> Famille argilo-sableuse

#### SÉRIE DE MANGATSA

Le marais de Mangatsa est situé au Nord-Est de Majunga. L'écoulement des eaux vers la mer est très faible. La végétation est à peu près uniquement constituée de *Typha angustifolia*.

Le profil noté près de Mangatsa (58) est le suivant :

- 0- 25 cm, Brun-gris très foncé (J 61, — 10 YR 3/2); argilo-sableux gras au toucher,
- 25- 40 cm, Brun (D 64, — 7,5 YR 4/6); sableux; particulière.
- 40- 75 cm, Jaunâtre avec quelques taches grises.

*Les propriétés du sol* sont les suivantes :

La réaction est acide en surface, alcaline en profondeur.

L'argile est faible en surface, très faible en profondeur.

La matière organique est assez forte en surface (10 % environ) et très faible au-dessous. Bonne teneur en azote, rapport C/N voisin de 12. Le complexe absorbant est élevé en surface, faible en profondeur, fortes teneurs en éléments échangeables dans l'horizon organique. Les réserves sont assez bonnes en potasse et acide phosphorique. Très peu de sels solubles.

*Utilisation.* — Ce marais pourrait porter des rizières si le drainage pouvait être assuré.

La série de MANARATSANDRY est représentée au Sud-Est de la feuille. Elle n'y occupe qu'une très faible étendue alors que sur la feuille voisine (n° 13 Marovoay-Mahajamba) sa superficie est beaucoup plus importante. Cette série sera décrite dans la notice de la feuille 13.

## 2. — SOLS NOIRS TROPICAUX

Certaines zones mal drainées en saison des pluies voient la formation d'argiles noires. En raison de leur position topographique, on s'attendrait à ce que l'écoulement de l'eau soit normal. Cependant il n'en est rien, et d'après les témoignages recueillis, il subsiste sur ces sols pendant une partie de la saison des pluies une tranche d'eau d'environ dix centimètres. La superficie occupée par ces sols est assez restreinte : quelques zones peu étendues dans la forêt de Marohoga vers la localité de Madirobe (près de la Baie de Boina) et près de la rivière Andranosoro (au Sud de la Baie de Marambitsy et à l'Est d'Analalava au Nord du lac Kinkony).

La végétation ne se distingue guère de celle des zones environnantes ; forêt tropophile à Marohoga, savane à palmiers ou prairie de graminées ailleurs.

La roche-mère est toujours calcaire : calcaire franc ou marneux.

Deux séries ont été distinguées suivant que le sol contient ou non du calcaire libre dans le profil.

### SÉRIE DE MAROHOGA

La série de Marohoga occupe différentes zones dans la forêt de Marohoga à peu de distance du poste forestier [MOUREAUX (20)] et le long de la route de Boanamy. La végétation est la forêt ou la prairie.

Le profil suivant a été noté au Nord de la route de Marohoga à Boanamy (57) :

0- 15 cm, Brun-gris très foncé (J 61, — 10 YR 3/2) ; nombreuses racines polyédriques (petits fragments assez durs), limoneux ;

15- 55 cm, Gris très foncé (H 90, — 5 Y 3/1) ; limoneux, rares fentes verticales, compact ;

55- 75 cm, Brun-gris foncé (E 61, — 10 YR 4/2) ; limoneux compact ; au-dessous de 75 cm, le calcaire apparaît.

*Propriétés générales du sol.* — La réaction est légèrement alcaline. Les teneurs en calcaire varient de 10 à 20 %. Le limon est la fraction la mieux représentée (5). La matière organique est de l'ordre de 7 %. L'azote est élevé, et le rapport C/N voisin de 14. Le complexe absorbant est caractérisé par une forte capacité d'échange voisine de 60 méq/100 g dans tout le profil. La magnésie et la potasse échangeables sont assez élevées. L'analyse du sol au réactif triacide montre que le rapport silice/alumine est supérieur à 3,7 en surface ; il décroît légèrement avec la profondeur.

L'argile a été extraite de ce profil. Les trois échantillons obtenus ont la composition et les propriétés suivantes :

N°	Résidu	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	S/A	CE méq/100 gr
571	0,4	41,8	19,4	12,8	0,2	15,2	10,4	3,66	83,3
572	0,2	41,5	18,5	12,0	0,4	15,4	10,6	3,81	83,2
573	1,6	41,3	17,3	11,2	0,5	14,5	14,0	4,05	83,2

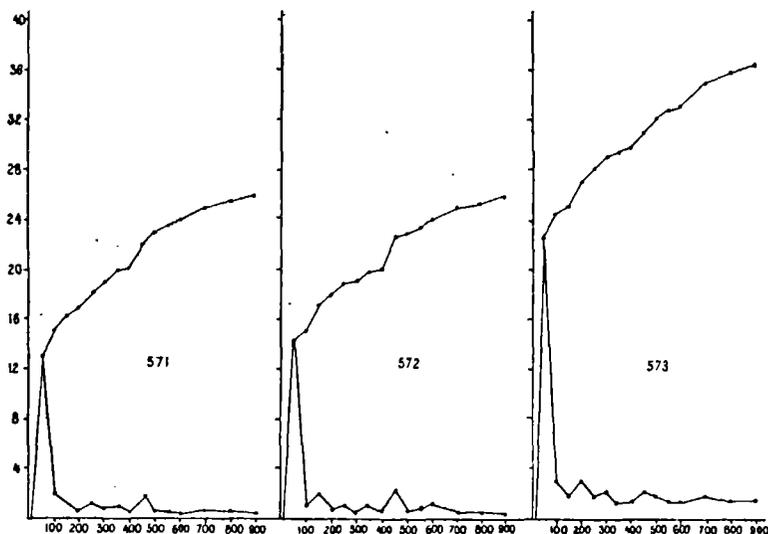


FIG. 12. — Courbes de perte en eau. Argiles extraites du profil 12-57 (série de Marohoga).

(5) La dispersion du sol a été très difficile à obtenir ; sans doute les teneurs en argile sont-elles un peu faibles.

La courbe de perte en eau est caractérisée par un gros départ d'eau hygroscopique et l'absence de crochet à 450°. L'argile paraît pouvoir être rattachée à la famille de la montmorillonite (Fig. 12).

*Utilisation.* — L'utilisation la plus judicieuse paraît le maintien en forêt.

#### SÉRIE D'ANDRANOSORO

Elle a beaucoup de ressemblance avec la précédente. Cependant le calcaire n'y apparaît pas dès le sommet du profil. Le profil suivant (23) a été noté au Nord de la rivière Andranosoro sur un terrain plat. La végétation est une savane à *Medemia nobilis* avec *Hyparrhenia rufa*. A quelque distance commence une forêt à *Terminalia* et *Chrysalidocarpus*.

0- 15 cm, Gris-olive foncé (J 81, — 10 YR 3/1) ; argileux ; grumeleux, à polyédrique ;

15- 50 cm, Olive (F 83, — 10 YR 4/2) ; limoneux ; aucune fente verticale, compact ; quelques rares grains calcaires ;

50- 60 cm, Apparition de calcaire gris clair.

*Propriétés du sol.* — La réaction est neutre en surface et devient alcaline avec la profondeur (6,6 à 8,7).

Le limon est abondant partout. La matière organique est assez élevée (8 %) ainsi que l'azote. Le rapport C/N est cependant encore élevé. Le complexe absorbant est riche en chaux, bien pourvu en magnésie et potasse. La capacité d'échange est voisine de 60 méq/100 gr. L'acide phosphorique assimilable est très faible. L'attaque du sol au réactif triacide indique que le rapport silice/alumine est encore élevé.

### 3. — LES SOLS A « TANY MANGA »

Ils se rencontrent dans des zones basses. Ils sont caractérisés par la présence d'un horizon gris associé ou non à un horizon tacheté.

Deux familles ont été distinguées d'après la roche-mère : basalte et alluvions de la Mahavavy. Ces matériaux se sont transformés sous un régime lacustre, assez probable dans le premier cas, certain dans le deuxième.

#### 1° Famille du basalte

#### SÉRIE D'ANDRIRIBE

Elle est localisée dans la partie Nord de l'Antanimena, où elle occupe une zone déprimée au pied de la cuesta des sols rouges sableux. La végétation est une prairie assez dense à *Hyparrhenia rufa*.

*Morphologie (26).*

- 0- 10 cm, Brun-gris très foncé (J 61, — 10 YB 3/2); moyennement argileux; très meuble, grumeleux assez fin;
- 10- 20 cm, Même couleur, mais structure nuciforme;
- 20- 80 cm, Brun-gris foncé (F 61, — 10 YR 4/2); passant graduellement à brun gris (F 62, — 1,5 YR 4/2); assez argileux, compact avec tendance polyédrique; quelques rares points rouges. Quelques fragments de basalte altérés.

*Propriétés du sol.* — La réaction est nettement acide. La teneur en argile varie entre 20 et 30 %. Le limon est légèrement inférieur. La matière organique est de l'ordre de 3 %, l'azote supérieur à 1 ‰. Le rapport C/N est nettement supérieur à 10. Le complexe absorbant présente de fortes teneurs en chaux et magnésie. Les teneurs en potasse sont moyennes en surface, faibles en profondeur. La capacité d'échange est forte dans tout le profil. L'acide phosphorique assimilable est très faible. Les réserves sont élevées en chaux, potasse et acide phosphorique. L'attaque au réactif triacide montre que le rapport silice/alumine est supérieur à 3.

La courbe de perte en eau effectuée sur l'argile 262 présente un gros départ d'eau hygroscopique avec un faible crochet à 450°. L'argile paraît être du type montmorillonite (Fig. 11).

*Utilisation.* — Ces sols ne servent qu'à des pâturages extensifs qui se prêteraient probablement à une amélioration.

## 2° Famille des alluvions de la Mahavavy

## SÉRIE D'ANKARAOBATO

Cette série occupe l'extrémité Est de la dépression du Masarivo, périodiquement immergée et découverte seulement à la fin de la saison sèche, au moment des plus basses eaux du lac. La végétation est pratiquement nulle.

*Morphologie.* — Le profil suivant a été noté près d'Ankaraobato (34):

- 0- 10 cm, Brun (D 62, — 1,5 YR 5/4); argile dure craquelée avec grosses fentes de retrait; lamellaire;
- 10- 60 cm, Brun très pâle (C 62, — 10 YR 7/3); avec quelques taches rouille; argilo-limoneux;
- 60- 80 cm, Gris-brun clair (D 61, — 10 YR 5/2); un peu bleuté; plastique.

*Propriétés du sol.* — La réaction est fortement acide (4,7 à 5,0). La matière organique est assez faible. Le complexe absorbant est bien pourvu en chaux et magnésie, ainsi qu'en potasse. La capacité d'échange est élevée (60 à 50 méq/100 g). L'acide phosphorique assimilable est très faible. Les réserves en potasse et acide phosphorique sont élevées.

*Utilisation.* — Lorsque l'irrigation est possible, la seule utilisation est la riziculture.

#### 4. — LES SOLS A TACHES ROUGES

Le fer est réduit et mis en mouvement à chaque saison des pluies. Il migre par les canalicules laissés par les racines. A chaque saison sèche, l'air pénètre par ces trous et réoxyde le fer. La teinte du fond du sol est grisâtre et les taches rouges réparties un peu partout. Ces sols se rencontrent dans certains fonds de vallées périodiquement immergés soit par les crues soit par la riziculture, lorsque l'alluvionnement est peu intense. La roche-mère peut être soit argileuse (c'est le cas le plus fréquent), soit argilo-limoneuse.

Le profil que l'on rencontre généralement est le suivant :

— une couche assez mince d'alluvions très récentes ou un horizon humifère peu épais ;

— un horizon grisâtre avec des taches rouges.

Quatre séries ont été distinguées :

##### SÉRIE D'AMPIRANGA

Cette série occupe une vaste zone à l'Est et à l'Ouest du delta de la Mahavavy. Il s'agit d'une région basse périodiquement inondée et cultivée en riz lorsqu'il y a de l'eau en saison sèche. La roche-mère est constituée par les alluvions micacées de la Mahavavy.

*Morphologie.* — Le profil noté dans la plaine d'Ampiranga (44) est le suivant :

0- 30 cm, Gris-brun clair (D 81, — 2,5 Y 6/2) ; avec quelques taches rouges diffuses ; argileux ; grosses fentes de retrait ; compact et dur ;

30- 90 cm, Gris clair (C 81, — 2,5 Y 6/2) ; avec taches rouille ; argile plastique.

*Propriétés du sol.* — La réaction est fortement acide. La fraction argile est forte (plus de 44 %). La matière organique n'est pas très élevée. Le complexe absorbant est bien fourni en bases, surtout en potasse. Le complexe absorbant est voisin de 40 méq/100 g. Les réserves en chaux et acide phosphorique sont élevées, très élevées en potasse.

*Utilisation.* — Ces sols fournissent de bonnes rizières.

##### SÉRIE DE MAVOZAZA

Cette série occupe une partie de la vallée située à proximité du village du même nom. Le matériau ayant donné naissance au sol est sablo-argileux et provient des plateaux gréseux voisins. La moyenne partie de cette vallée est cultivée en rizières.

*Morphologie.* — Le profil noté dans la vallée de Mavozaza (48) est le suivant :

- 0- 35 cm, Brun-gris foncé (E 61, — 10 YR 5/1) ; argileux, dur, avec grosses fentes de retrait verticales ; quelques taches rouges ;
- 35- 80 cm, Brun-gris (E 81, — 2,5 Y 5/2) ; avec des taches rouges ; sablo-argileux, frais, à tendance nuciforme.

*Propriétés du sol.* — La réaction est acide. Les teneurs en argile décroissent avec la profondeur. La matière organique est assez élevée, ainsi que le rapport C/N. Le complexe absorbant est bien pourvu en bases, en particulier en potasse ; la capacité d'échange est voisine de 40 méq/100 g. Les réserves en potasse sont bonnes, ainsi qu'en acide phosphorique.

*Utilisation.* — La riziculture est seule possible.

#### SÉRIE DE KINKONY-OUEST

La série s'étend à l'Ouest du lac Kinkony où elle occupe une zone basse périodiquement envahie par les eaux du lac. Elle est occupée par un très beau peuplement de *Medemia nobilis* avec, au pied, un tapis d'*Ambrosia maritima*. Le matériau dont provient le sol est une alluvion dont l'origine est à rechercher dans les formations gréseuses environnantes.

*Morphologie.* — Le profil suivant (15) a été noté à l'Ouest d'Antongomena à l'extrémité occidentale du lac Kinkony qui doit être périodiquement submergée par les eaux.

- 0- 15 cm, Brun-gris foncé (E 61, — 10 YR 5/1) ; sablo-argileux ; dur et compact donnant fragments nuciformes ;
- 15- 75 cm, Gris-brun clair (D 61, — 10 YR 5/2) avec taches rouges ; le long d'anciennes traces de racines ; très dur et compact.

*Propriétés du sol.* — La réaction est acide. Les sables et l'argile sont les fractions dominantes. La matière organique est assez basse (près de 2 %). Le complexe absorbant est moyennement pourvu en bases. La capacité d'échange est voisine de 20 méq/100 g. Les réserves en chaux, potasse et acide phosphorique sont moyennes.

*Utilisation.* — Ce sol n'est guère utilisé qu'en pâturages. Il pourrait porter des rizières si l'irrigation était possible.

#### SÉRIE DE BEMARIVO

La série de Bemarivo comprend un certain nombre de petites vallées et une plaine assez étendue à l'Est-Sud-Est de la feuille. Toute cette zone est cultivée en rizières. Le matériau original est probablement un mélange d'alluvions de la Betsiboka et de l'Andranomena.

*Morphologie.* — Les profils suivants ont été notés :

- a) Dans la plaine à l'Est de Bemarivo  
 0- 30 cm, Noir à bleuté argileux ;  
 30- 80 cm, Rougeâtre avec taches grises ; argileux ; à tendance nuciforme.
- b) Au Nord-Ouest de Bemarivo (52)  
 0- 5 cm, Brun-jaune (D 72, — 10 YR 5/4) ; argilo-sableux ; dur ; craquelé et fentes de retrait ;  
 5- 60 cm, Gris brun-clair (D 61, — 10 YR 5/2) avec taches rouille, argileux ; se débitant en petits fragments nuciformes.
- c) Entre Tranogabitika et Bemahoga (53)  
 0- 30 cm, Brun-olive (F 74, — 2,5 Y 4/4) ; argileux ; dur craquelé donnant fragments à bords aigus ;  
 30- 70 cm, Gris à brunâtre ; argileux ; plastique mais donnant petits fragments de forme mal définie.

*Propriétés des sols.* — La réaction est nettement acide. Les teneurs en argile sont très fortes. La matière organique est assez élevée (3 à 9 %). Le complexe absorbant est bien pourvu en bases et la capacité d'échange comprise entre 30 et 40 méq/100 g. L'acide phosphorique assimilable est très faible. Les réserves en éléments fertilisants sont moyennes à bonnes.

*Utilisation.* — Ces sols, faciles à irriguer, portent des rizières.

## 5. — LES SOLS LESSIVÉS GRIS

Ils occupent une certaine superficie à l'Ouest du lac Kinkony de part et d'autre de la route Soalala-Mitsinjo. Ils sont formés à partir de grès du Sénonien inférieur. La végétation est la savane à *Medemia nobilis*. Le terrain est plat ou légèrement en pente vers le Sud. Le drainage superficiel s'effectue de façon convenable ; en profondeur le drainage paraît assez médiocre.

Le profil typique est le suivant :

- un horizon humifère peu marqué, sableux, épais de 5 cm environ,
- un horizon gris sableux particulière de 20 à 50 cm,
- un horizon gris avec quelques taches rouges sablo-argileux,
- passage graduel à la roche-mère.

Les horizons supérieurs sableux sont sujets à l'érosion. Une seule famille a été distinguée avec la série d'Analalava.

### SÉRIE D'ANALALAVA

*Morphologie.* — Les profils suivants ont été notés :

- a) Au Sud de la forêt d'Analalava près du hameau de Bekomanga :  
 0- 45 cm, Gris à brunâtre ; sableux, avec très peu d'argile.

- 45- 80 cm, Jaune à rougeâtre, larges taches rouges mais assez rares ; sablo-argileux ;  
 80-105 cm, Rouge à ocre avec nombreuses taches rouges ; un peu argileux.  
 au-dessous de 105 cm, Gris avec taches rouille éparses ; argilo-sableux.

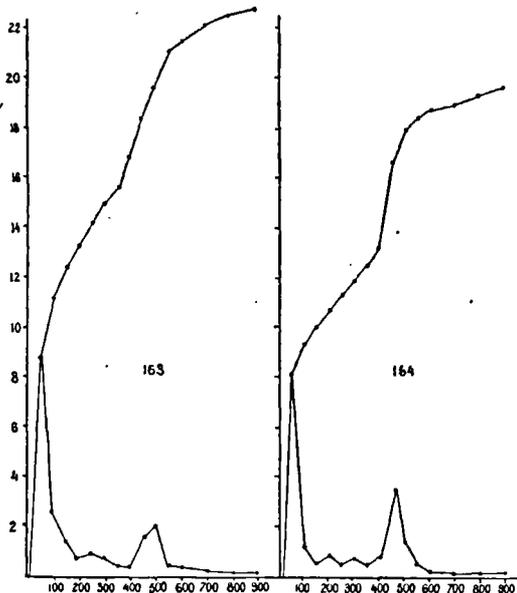


FIG. 13. — Courbe de perte en eau. Argile extraite du profil 12-16 (série de Analalava).

- b) Au Nord de la route Mitsinjo-Soalala sur la piste d'Ampandrabe (16) :
- 0- 5 cm, Brun gris foncé (E 61, — 10 YR 5/1) ; sableux ; particulière.
  - 5- 55 cm, Gris-brun clair (D 61, — 10 YR 5/2) ; sableux.
  - 55- 90 cm, Brun-jaune (E 63, — 10 YR 5/4) ; quelques taches rouille assez rares ; sablo-argileux.
  - 90-150 cm, Brun (D 64, — 1,5 YR 6/6) avec taches rouges nombreuses et assez larges.

*Propriétés du sol.* — La réaction neutre en surface, s'acidifie nettement avec la profondeur. L'argile très faible, en surface (3 à 4 %), atteint 35 % en profondeur. La matière organique n'est pas très élevée en surface, ainsi que la capacité d'échange. Les bases échangeables marquent un net accroissement en profondeur. L'acide phosphorique assimilable est très faible. L'argile extraite des deux horizons de profondeur a la composition et les propriétés suivantes :

N°	Résidu	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>r</sup>	S/A	CE
									még/100 gr
163	0,5	41,5	21,7	8,8	0,4	8,6	13,9	3,25	31,1
164	0,5	42,7	25,3	8,0	0,3	9,5	10,0	2,87	48,6

Les courbes de perte en eau sont caractérisées par un gros départ d'eau hygroscopique avec un crochet assez net à 450° (Fig. 13). Il s'agit probablement d'un mélange de montmorillonite et de kaolinite.

### E. — Les sols podzolisés

Deux podzols ont pu être observés sur cette feuille : l'un près d'Ankaranka, l'autre à Madirobe.

#### 1. — PODZOL FERRUGINEUX D'ANKARANKA

Ce sol s'est formé sur un petit plateau immédiatement au Nord d'Ankaranka. La roche-mère est un sable qui recouvre un grès dont il ne semble pas provenir. En effet le sable est à grain assez régulier, alors que dans les grès on trouve fréquemment des cailloux roulés assez gros. La végétation est la forêt des terrains arénacés qui cède la place, par défrichement, à une prairie à *Aristida rufescens*.

Le profil noté est le suivant (5) :

- A<sub>1</sub> 0-60 cm, Brun jaune foncé (F 63, — 7,5 YR 5/4) ; horizon humifère sableux ; particulaire ;
- A<sub>2</sub> 60-130 cm, Jaune pâle (A 82, — 10 YR 7/4) ; sable à peu près pur ; particulaire ;
- A<sub>3</sub> 130-220 cm, Brun très pâle (62, — 10 YR 8/4) ; devenant de plus en plus foncé vers le bas ; sableux ; particulaire ;
- B<sub>1</sub> 220-225 cm, Brun vif (E 56, — 7,5 YR 5/6) ; sablo-argileux ; nuci-forme, assez dur ;
- B<sub>2</sub>C 225-250 cm, Brun jaune (E 66, — 10 YR 6/4) ; sablo-argileux, beaucoup plus meuble qu'au-dessus.

*Propriétés du sol.* — Les horizons A<sub>1</sub> A<sub>2</sub> et A<sub>3</sub>, fortement sableux et non tamponnés, ont un pH presque neutre. B<sub>1</sub> et B<sub>2</sub>C sont légèrement acides. L'argile bien qu'en proportion très faible partout, est légèrement plus élevée en B<sub>1</sub>. La matière organique existe en quantités notables en B<sub>1</sub> avec 1,5 %. Le complexe ne présente qu'une capacité d'échange très faible en A ; en B, elle est nettement plus élevée. Les bases échangeables sont très faibles du haut en bas du profil. Ce sol privé de sa couverture végétale arborée est voué à la destruction par l'érosion.

#### 2. — PODZOL A ALIOS DE MADIROBE

Ce sol est formé à partir de sables côtiers près de la baie de Boina. La végétation est arborée et riche en légumineuses (Tamariniers).

*Morphologie (47).*

- A<sub>1</sub> 0- 30 cm, Gris foncé (F 81, — 2,5 Y 4/2); lacis de racines, sableux ;  
 A<sub>2</sub> 30- 90 cm, Gris très clair (B 90, — 2,5 Y 7/2); sableux ; particulière ;  
 B<sub>1</sub> 90-140 cm, Brun foncé (H 63, — 7,5 YR 4/2); assez dur, sableux ;  
     nuciforme ;  
 B<sub>2</sub> 140-180 cm, Brun-jaune (E 64, — 7,5 YR 5/4); quelques bancs hori-  
     zontaux très durs ;  
 C 180-240 cm, Brun très pâle (C 62, — 10 YR 7/3), sableux, particulière.

*Propriétés du sol.* — Le pH est voisin de 7 dans l'horizon A<sub>2</sub>; devient légèrement acide en B. L'analyse mécanique révèle un peu d'argile en B<sub>2</sub>, alors qu'elle manque partout ailleurs. La matière organique a migré très nettement en profondeur. Il en est de même pour la chaux, la magnésie et la potasse.

## II. — LES SOLS PEU OU PAS ÉVOLUÉS SUR PLACE

## 1. — LES SOLS D'APPORT

## F — Les sols alluviaux fluviaux non salés

## 1. — LES ALLUVIONS MICACÉES CALCAIRES DE LA MAHAVAVY.

La Mahavavy dépose de part et d'autre de son cours, une bande d'alluvions dont la superficie totale peut être estimée en gros à 25.000 ha et qu'on peut subdiviser en trois zones principales : la zone du delta, la zone de Mitsinjo, la zone de Bekipay, d'importance et d'étendue très différentes.

La topographie est plane à très plane et chaque année l'ensemble de la région alluviale est recouverte par les crues. Mais l'eau doit s'évacuer assez vite ou le dépôt être assez abondant, car l'ensemble des sols ne présente guère de signes d'hydromorphie.

La végétation est très variable et les différences paraissent être le fait de l'homme. On peut distinguer :

- la forêt d'alluvions à *Ficus cocculifolia*, *Tamarindus indica*, *Poupartia caffra*, *Medemia nobilis*, etc.
- les palmeraies à *Borassus madagascariensis*, *Medemia nobilis*.
- les cultures : rizières, champs de canne à sucre, de tabac, bananeraies, etc...

Avant de pénétrer dans la zone étudiée, la Mahavavy a traversé une portion importante des hauts-plateaux cristallins, des terrains sédimentaires, gréseux, marneux et calcaires. Ceci explique l'abondance des micas et les teneurs variables mais constantes en calcaire. La couleur des sols n'est jamais rouge mais beige à brun-clair.

Les alluvions de la Mahavavy ont été subdivisées en trois types principaux d'après leur texture : les alluvions limoneuses ou sableuses fines ; les alluvions argileuses et les alluvions sableuses grossières.

#### ALLUVIONS LIMONO-SABLEUSES FINES DE NAMAKIA

Ce type d'alluvion est surtout représenté dans le delta où il est intensivement cultivé en canne à sucre. C'est le type de sol courant de l'ensemble de la plaine alluviale. La végétation est la forêt d'alluvions ou la palmeraie. Les sols sont très meubles ; riches en micas, et légèrement calcaires. La granulométrie est assez variable par suite des conditions de dépôt.

*Morphologie.* — Le profil le plus souvent rencontré est le suivant :

- un horizon brun limoneux assez humifère de 10 à 20 cm ;
- un horizon brun-jaune, limoneux à limono-sableux 50 à 60 cm ;
- un horizon sableux.

La profondeur à laquelle se rencontre cet horizon sableux est très importante pour la culture de la canne.

Les profils suivants ont été relevés :

a. Au Sud du confluent Kotomay-Mahavavy, sous *Ficus cocculifolia*, *Medemia nobilis*, *Pluchea grevei* (24) :

- 0- 10 cm, Brun-jaune (D 63, — 7,5 YR 5/4) ; limono-sableux ; fentes de retrait verticales ; nuciforme à polyédrique ; micacé, calcaire ;
- 10- 40 cm, Brun-jaune, un peu plus sableux ;
- 40- 80 cm, Brun-jaune (E 66, — 10 YR 5/8) ; sablo-limoneux ; particulaire, micacé ; calcaire.

b. Au Nord d'Antanifafy (Rive Ouest de la Mahavavy) à proximité de cultures de tabac, sous forêt de *Ficus cocculifolia* (32) :

- 0- 5 cm, Brun-jaune (E 63, — 10 YR 5/4) ; quelques fentes en surface peu profondes, lamellaire ; limono-sableux, micacé, calcaire ;
- 5- 40 cm, Brun-jaune (E 64, — 7,5 YR 5/4) ; limono-sableux, micacé, calcaire ;
- 40- 90 cm, Brun-jaune (E 66, — 10 YR 5/8) ; limono-sableux, micacé, calcaire.

c. Près d'Antanimalandy (Rive Est de la Mahavavy) près de champ de tabac. Forêt de *Ficus cocculifolia*, Tamariniers, Hazomboro (*Albizia sp.*). Épiphytes fréquentes sur les *Ficus* (36) :

- 0- 20 cm, Brun-gris (F 62, — 10 YR 5/3) ; un peu fendillé en surface, limoneux lamellaire, micacé, calcaire ;
- 20- 60 cm, Brun-jaune (E 64, — 7,5 YR 5/4) ; sableux (fin), micacé, calcaire ;
- 60- 75 cm, Lit de sable très fin,
- 75-100 cm, Brun-jaune (D 63, — 7,5 YR 5/4) ; sablo-limoneux, micacé, calcaire.

- d. Au Sud-Sud-Est d'Anaborengy (Rive Est de la Mahavavy), sous palmeraie (*Medemia nobilis* et *Ambrosia maritima*) (37) :
- 0- 20 cm, Brun-jaune foncé (F 63, — 10 YR 4/3) ; limoneux ; lamellaire, un peu craquelé ;
  - 20- 80 cm, Brun (D 64, — 7,5 YR 6/6) ; limoneux, très meuble à tendance grumeleuse, le tout micacé calcaire.
- e. Domaine de Namakia. Parcelle dite « Haute tension » à 10 m à l'Est d'une route Nord-Sud. Champ de canne à sucre (39) :
- 0- 10 cm, Brun-jaune (E 63, — 10 YR 5/4) ; limoneux à limono-sableux, micacé, calcaire ;
  - 10- 50 cm, Brun-jaune ; limoneux ; micacé ; calcaire ;
  - 50- 70 cm, Brun-jaune (D 63, — 7,5 YR 5/4) ; sableux (fin) micacé, calcaire.
- f. Dépôt de l'année 1951. Bord du fleuve Mahavavy. Bloc très dur, grosses fentes de retrait, dépôt lamellaire (430). Brun-jaune (E 66, — 10 YR 5/8) micacé, calcaire argilo-sableux.

*Propriétés générales des sols.* — La réaction est neutre ou légèrement alcaline. Les teneurs en calcaire sont comprises entre 2 et 8 %. L'analyse mécanique donne pour les horizons supérieurs : argile 10 à 15 %, limon 15 à 25 %.

Le sable grossier est généralement très faible. Dans les horizons profonds sableux, le sable grossier l'emporte très nettement (plus de 70 %). La matière organique varie entre 2 et 3 %. Les teneurs en azote sont comprises entre 1 et 2 ‰. Le rapport C/N est compris entre 10 et 12 en surface. Il s'élève parfois assez brutalement avec la profondeur. Le complexe absorbant est caractérisé par une capacité d'échange assez élevée (de 25 à 35 méq/100 g) pour les horizons supérieurs. Elle descend au-dessous de 10 dans les horizons plus sableux. La chaux échangeable n'a pas été dosée vu les teneurs constantes en calcaire. La magnésie échangeable est de l'ordre de 0,7 ‰. Elle ne dépasse 1 ‰ que rarement. La potasse échangeable n'existe en quantité appréciable que dans les horizons de surface (0,1 à 0,3 ‰). En profondeur elle est toujours inférieure à 0,1 ‰. L'acide phosphorique assimilable est toujours faible et inférieur à 0,1 ‰. Les réserves en bases et acide phosphorique montrent que la potasse est voisine de 1,5 ‰ et l'acide phosphorique de l'ordre de 2 ‰.

Par suite de l'abondance des minéraux frais l'attaque triacide n'a pas été effectuée sur le sol mais sur la fraction argile. Elle a montré que le rapport silice/alumine est de l'ordre de 2.

*Utilisation des sols.* — Les alluvions limoneuses de la Mahavavy constituent les meilleurs sols agricoles de toute la feuille. Ils supportent un certain nombre de cultures : canne à sucre, dans le delta ; tabac et riz dans la zone de Bekipay. Très incomplètement cultivés, ils permettent une extension beaucoup plus grande des cultures après défrichement, et certains aménagements



A

Usine de traitement  
de la canne à sucre.  
Namakia.

B  
Cane-loader en action.  
Namakia.



C

Sol salé dans le delta  
de la Mahavavy.

hydrauliques. A l'heure actuelle, les facteurs limitants sont essentiellement d'ordre économique (transports) et humains (population assez faible).

#### ALLUVIONS ARGILEUSES DE MASARIVO

Les alluvions argileuses de Masarivo ne se rencontrent que sur la rive Est du fleuve au Sud du lac du même nom. Elles ne sont guère cultivées et supportent soit la forêt d'alluvions, soit la palmeraie.

Le profil suivant a été noté près du lac Masarivo (Rive Sud) sous palmeraie de *Medemia nobilis* avec, au pied, *Ambrosia maritima* (35) :

- 0- 5 cm, Brun-jaune (E 63, — 10 YR 5/4) ; limono-argileux, très dur avec larges fentes de retrait, micacé faiblement calcaire ;
- 5- 20 cm, Brun-jaune ; argilo-limoneux compact.
- 20- 60 cm, Brun-jaune (D 63, — 7,5 YR 5/4) ; argilo-limoneux, compact.
- 60- 90 cm, Brun-jaune (E 63, — 10 YR 5/4) ; argilo-limoneux ; tout le bas du profil est micacé et assez calcaire.

Ces sols sont essentiellement plus lourds que les précédents, les teneurs en argile dépassent 25 %, le limon atteint 30 à 40 %. Les teneurs en éléments fertilisants sont bonnes.

*Utilisation.* — Ces sols couverts d'une végétation arborée pourraient porter des rizières, si l'irrigation était possible.

#### ALLUVIONS SABLEUSES D'AMBODIMANGA

Les alluvions sableuses d'Ambodimanga, ne sont heureusement pas très fréquentes. Elles sont déposées par les fortes crues du fleuve, en particulier dans la partie Est du delta.

Au Sud-Est de Mitsinjo le sol est constitué sous une forêt d'alluvions à *Ficus cocculifolia*, *Medemia nobilis*, *Tamarindus indica*, de couches alternantes de sable et de limon, généralement pas très épaisses. Il en résulte une très grande hétérogénéité dans les profils, mais elle est moindre dans les propriétés du sol.

Quatre prélèvements de surface ont été effectués dans un rayon de 50 m. Il en résulte que la couleur est la même (E 63, — 10 YR 5/4) ; brun-jaune. La texture est très sableuse partout avec un peu de limon ; le calcaire varie entre 2 et 7 %. La matière organique entre 0,5 et 1,5 %. Les teneurs en bases et la capacité d'échange varient peu.

Près de la ferme d'Ambodimanga, la couche d'alluvions limoneuses est très faible, le sable apparaît très souvent en surface. Près d'Antanifafy (41) (domaine de Namakia) sur un défrichement récent, le sol paraît homogène sur plus d'un mètre. La surface est brun-jaune foncé (F 64, — 10 YR 4/3), en profondeur brun-jaune (E 63, — 10 YR 5/4). La texture est sableuse (fine) avec un peu de limon.

Ces sols sont cultivables si la couche de sable n'est pas trop proche de la surface.

## 2. — LES ALLUVIONS NON MICACÉES CALCAIRES

Deux rivières déposent des alluvions calcaires : l'Andranomavo et l'Ihopy. Elles prennent naissance toutes deux au Nord de la zone cristalline et traversent des terrains sédimentaires variés dont les principaux sont calcaire et basalte. Les sols dérivés de basalte étant rouges, l'ensemble des alluvions aura une couleur nettement rougeâtre.

## SÉRIE DE L'IHOPY

Bordant la rivière du même nom, ne prend un développement important qu'à la hauteur d'Ambararatabe où les eaux se perdent plus ou moins dans le lac d'Amparihikely avant de se jeter dans le lac Kinkony par l'intermédiaire d'un bras nommé Tsiribihina.

La plaine d'Ambararatabe constitue une étendue assez vaste, occupée par des rizières et une végétation où abondent *Ficus cocculifolia*, *Pluchea grevei*, *Ambrosia maritima*, *Phragmites mauritianus*, etc.

Les profils notés sont les suivants :

## a. En bordure de l'Ihopy à l'Ouest de Tananabo (29) :

0- 40 cm, Brun-rouge (H 43, — 5 YR 4/4) ; limono-sableux ; polyédrique (blocs de 3 à 4 cm de côté) mais onctueux au toucher ; un peu de calcaire.

40- 80 cm, Brun foncé (F 54, — 1,5 YR 4/5) ; limono-sableux ; compact ; calcaire.

## b. Près d'Ambararatabe (30) :

0- 10 cm, Brun-rouge (F 52, — 5 YR 4/3) ; limono-argileux ; grosses fentes verticales, structure polyédrique en assez gros fragments ; calcaire.

10- 90 cm, Brun foncé (F 54, — 7,5 YR 4/5) ; argilo-sableux ; compact ; frais ; un peu calcaire.

*Propriétés générales des sols.* — La réaction est légèrement alcaline. Les teneurs en argile et limon sont assez fortes. La matière organique ne dépasse guère 2 %. Les teneurs en azote sont supérieures à 1 ‰. Le rapport C/N est inférieur à 10. La capacité d'échange est assez élevée 30 méq/100 g. Les teneurs en magnésium sont assez fortes, la potasse est moyenne. Les réserves en potasse sont faibles, en acide phosphorique bonnes (supérieures à 2,5 ‰).

*Utilisation.* — La plaine d'Ambararatabe est faiblement cultivée en rizières. La superficie pourrait être notablement augmentée ; des aménagements en pâturages de bonne qualité, pendant la saison sèche, pourraient également être envisagés.

## SÉRIE DE L'ANDRANOMAVO

Située sur la bordure Ouest de la feuille. La zone alluviale la plus intéressante est située entre Mokara et Ansakoamileky. On peut lui adjoindre la vallée de l'Andranomavokely. À part les zones de rizières, la végétation est surtout constituée de la forêt d'alluvions et de palmeraies. Le cours de l'Andranomavo au Nord de Bekalalao est assez incertain et la rivière a tendance à sortir de son lit actuel. Les profils sont assez variables et complexes par suite de l'enfouissement d'anciens sols par des apports alluviaux nouveaux. Plusieurs coupes montrent soit des horizons humifères enterrés, soit des lits de sable à une certaine profondeur.

Les profils notés sont les suivants :

- a. Dans la plaine d'Ansakoamileky à l'Ouest du village (1) sous rizière :
  - 0- 3 cm, Brun-jaune foncé (F 63, — 7,5 YR 5/4) ; argileux ; craquelé en surface, très dur, lamellaire.
  - 3- 25 cm, Brun foncé (E 63, — 10 YR 5/4) ; argilo-limoneux ; quelques taches noires dues à d'anciennes traces de racines.
  - 25- 50 cm, Brun foncé (F 54, — 7,5 YR 4/5) ; sableux, particulière. Tout le profil est calcaire.
- b. Dans la vallée de l'Andranomavo près de Bekalalao (2) sous rizière :
  - 0- 10 cm, Brun-jaune foncé (F 63, — 7,5 YR 5/4) ; argilo-limoneux très compact.
  - 10- 20 cm, Brun foncé (H 61, — 10 YR 4/2) ; ancien horizon humifère enterré argilo-sableux.
  - 20- 75 cm, Brun-jaune (E 64, — 7,5 YR 4/2) ; limoneux, grumeleux.
- c. Au Sud de Mangabe dans la vallée de l'Andromavokely (6) sous forêt galerie à tamariniers.
  - 0- 10 cm, Brun foncé (H 61, — 10 YR 4/2) ; sablo-limoneux, très meuble.
  - 10- 80 cm, Brun-jaune (E 63, — 10 YR 5/4) ; sablo-limoneux, calcaire.

*Propriétés générales des sols.* — La réaction est légèrement alcaline. Les teneurs en argile et limon se tiennent en général autour de 25 et 30%. Les teneurs en matière organique sont supérieures à 3 % ; l'azote à 2 ‰ en surface. Le rapport C/N est voisin de 10. La capacité d'échange est élevée 35 à 45 méq/100 g. Les teneurs en magnésium sont assez élevées, celles en potasse moyennes. Les réserves en potasse et acide phosphorique sont moyennes à bonnes.

*Utilisation.* — La région d'Ansakoamileky est un gros centre rizicole et il est possible d'envisager une augmentation sensible de la superficie cultivée si l'on peut domestiquer le cours de l'Andranomavo.

## 3. — LES ALLUVIONS NON MICACÉES ET NON CALCAIRES

Elles ont été déposées par les rivières qui n'ont pas traversé des terrains calcaires situés au Sud de la feuille, mais seulement le basalte et les grès. Ces alluvions seront généralement rougeâtres, argileuses ou argilo-sableuses.

On peut subdiviser ces alluvions en trois grands ensembles :

- les alluvions de rivières se jetant dans les lacs Kinkony et Katondro ;
- les alluvions de l'Andranomena ;
- les alluvions de l'Androtsy.

## ALLUVIONS DU SUD-KINKONY

Ces alluvions sont déposées par trois rivières : l'Ankotika, le Fanalara et l'Andrangona. Le cours supérieur de ces trois rivières est bordé d'une forêt galerie souvent très belle. Vers l'aval, les vallées s'élargissent et portent de belles rizières au voisinage du Kinkony dans lequel elles se jettent. L'importance de ces rizières est liée au volume du lac en saison sèche. Une diminution importante de celui-ci permet d'agrandir la superficie cultivée en riz.

*Morphologie.* — Les profils notés montrent que l'épaisseur de sol limoneux ou argileux est assez forte et dépasse 80 cm. La texture est limoneuse à argilo-limoneuse. La sécheresse provoque des fentes de retrait importantes et la structure est généralement polyédrique en surface.

a. Profil noté dans les alluvions de l'Ankotika au Sud d'Antongomena (13). Quelques *Ficus cocculifolia*, *Sesbania punctata* et *Mimosa pudica* :

0- 35 cm, Brun foncé (F 54, — 7,5 YR 4/5) ; limoneux sableux ; grosses fentes verticales, mottes anguleuses de 7 à 8 cm de côté.

35- 80 cm, Brun foncé (H 64, — 10 YR 4/5) ; limono-argileux ; compact et frais.

b. Vallée de la même rivière à Bekitrobaka. *Phragmites mauritanus*, *Bothriochloa glabra* (18) :

0- 10 cm, Brun foncé (H 64, — 10 YR 4/5) ; argilo-limoneux ; quelques fentes verticales.

10- 80 cm, Brun foncé (F 54, — 7,5 YR 4/5) ; argilo-limoneux ; compact.

c. Vallée de l'Andrangona près de Tananabo (27) :

0- 10 cm, Brun foncé (H 64, — 10 YR 4/5) ; argilo-limoneux ; polyédrique.

10- 90 cm, Brun foncé ; argilo-limoneux ; compact.

d. Plaine à proximité de Mangotroka près du lac Katondro (33) sous rizières.

0- 30 cm, Brun foncé (H 64, — 10 YR 4/5) ; argilo-limoneux ; peu de fentes verticales ; polyédriques.

30- 90 cm, Brun-olive (F 72, — 2,5 Y 4/3) ; argilo-limoneux ; un peu de matière organique enfouie vers 60 cm, compact.

*Propriétés générales des sols.* — La réaction est légèrement acide. Les teneurs en argile et limon sont voisines de 25 %. La matière organique est supérieure à 2 %, l'azote à 1 %. Le rapport C/N est variable entre 10 et 20 et se relève parfois notablement avec la profondeur. La capacité d'échange est toujours élevée 35 à 60 méq./100 g. Les teneurs en chaux et magnésie échangeables sont élevées. La potasse est moyenne.

Les réserves sont fortes en chaux, bonnes en acide phosphorique, moyennes en potasse.

La seule utilisation est la riziculture.

#### ALLUVIONS DE L'ANDRANOMENA

Les alluvions de l'Andranomena se rapprochent de celles du Sud-Kinkony normalement plus sableuses ; elles portent quelques rizières.

#### ALLUVIONS DE L'ANDROTSY

Elles ne proviennent pas de l'Antanimena. Les seuls terrains traversés par la rivière sont des grès et des sables encore fortement boisés. Les sols sont argileux, très lourds et compacts et portent les rizières d'Ambarinahary.

Le profil est le suivant (3) :

0- 20 cm, Brun-gris très foncé (F 61, — 10 YR 4/2) ; argileux ; très lourd et compact, rares fentes en surface.

20- 70 cm, Brun-jaune (E 63, — 10 YR 5/4) ; argileux ; compact.

Les propriétés des sols sont les suivantes : réaction acide, forte teneur en argile, bonnes teneurs en matière organique et azote. La capacité d'échange est élevée, ainsi que les bases. Les réserves en chaux sont bonnes ; moyennes en acide phosphorique et potasse.

*Utilisation.* — Rizières lorsque l'eau est suffisante.

### G. — Les alluvions fluviales salées

Dans un certain nombre de zones alluviales, on rencontre des taches d'étendue variable où le chlorure de sodium existe en quantités parfois abondantes. Les deux zones les plus importantes sont le delta de la Mahavavy et la région de Manisakomby sur la Tsiribihina.

Dans le premier cas, le sel est d'origine marine, dans le second il doit s'agir de concentration d'eaux faiblement chlorurées à l'origine mais dont l'écoulement est très faible ou nul en saison sèche.

Dans les deux cas, la présence de sel est mise en évidence, soit par l'existence d'efflorescences, soit par une végétation spéciale soit enfin par les deux en même temps. Les efflorescences salines s'accompagnent généralement d'une structure poudreuse. La végétation est à base de plantes halophytes telles que *Arthrocnemum sp.*, *Cressa cretica* ou de plantes plus ou moins tolérantes du sel, *Sporobolus pyramidalis* entre autres.

Deux séries peuvent être distinguées : celle de Mahavavy-delta et celle de Manisakomby.

#### SÉRIE DE MAHAVAVY-DELTA (Pl. V, C)

Les sols sont situés au Nord de ceux actuellement cultivés en canne à sucre ; ils sont envahis de temps à autre par l'eau de mer qui y dépose des chlorures. Une autre zone importante est située à l'Est du delta. Le sol peut être parfaitement nu ou bien des touffes de Salsolacées ou de *Cressa cretica* y abondent.

Un profil typique est le suivant (41) à l'Ouest de l'Ankorobe (domaine de Namakia).

0- 3 cm, Brun foncé (F 54, — 7,5 YR 4/5) ; limoneux ; poudreux  
limoneux, micacé et salé.

3- 50 cm, Brun-jaune (E 63, — 10 YR 5/4) ; limoneux ; grumeleux  
fin.

50- 80 cm, Brun-jaune ; limono-sableux ; grumeleux.

*Propriétés générales du sol.* — La réaction est faiblement alcaline. Le limon est prépondérant, 30-40 %. La matière organique est de l'ordre de 2 %. Les bases échangeables sont bonnes, la capacité d'échange élevée sauf en surface. Les teneurs en chlorures sont fortes en surface, et décroissent avec la profondeur.

Aucune utilisation n'est possible dans l'état actuel, sinon la transformation en polder après déssalage.

#### SÉRIE DE MANISAKOMBY

Cette série occupe une plaine au voisinage de cette localité.

La végétation est constituée de petites Graminées et Cypéracées entremêlées de *Cressa cretica*. Le profil du sol est analogue à celui des baiboho de l'Ihopy (31).

0-25 cm, Brun-gris (F 26, -10 YR 5/3) ; argilo-limoneux ; blocs anguleux.

25-60 cm, Brun-gris foncé (F 61, -10 YR 4/2) ; argilo-limoneux, plus  
meuble, assez grumeleux ; probablement ancien horizon  
organique enterré.

*Propriétés du sol.* — Les teneurs en chlorures sont élevées en profondeur.

*Utilisation.* — En saison sèche, ces sols supportent d'excellents prés salés.

#### H. — Les sols de Mangrove

Lorsque la côte est suffisamment basse et plate, de manière à permettre un envahissement régulier par les marées, le sol est occupé par une végétation caractéristique de palétuviers dont les deux principaux sont *Rhizophora*

*mucronata* et *Avicennia officinalis*. Ces deux espèces constituent des formations très étendues, en particulier à l'embouchure des grands fleuves Mahavavy et Betsiboka. Le matériau supportant cette végétation spéciale est la plupart du temps d'origine alluvionnaire, fluviale et marine. En bordure des voies de pénétration de la marée, existe une boue noire malodorante. En dehors de ces chenaux, le sol s'apparente de très près aux alluvions du fleuve qui les a déposées et les teneurs en sel sont naturellement plus fortes.

Différentes séries ont été distinguées d'après l'origine du dépôt côtier :

**MAHAVAVY** : comprend toute la partie du delta située au Nord du domaine de Namakia.

**BOMBETOKA** : la bordure Sud de la baie et un certain nombre d'îles.

Un échantillon a été prélevé dans cette série à proximité de l'embouchure de la rivière de Kandranj (51) sous palétuviers à marée basse.

Ce sol est micacé, non calcaire, de couleur brun vif (E 68, — 7,5 YR 5/7) ; limoneux.

Il est riche en potasse et magnésie. Les chlorures sont de l'ordre de 3 %.

**MAROHOGA** : l'embouchure de la rivière et la bordure côtière au Sud de Majunga.

**MARAMBITSY** : les abords de cette baie, sablo-argileux.

La seule utilisation actuelle est la coupe de bois de palétuviers qui sert de bois de chauffe ou est transformé en charbon de bois consommé à Majunga.

### I. — Les sols de Tan

Le mot de « Tan » est d'origine africaine et a été employé par J. TROCHAIN (17) dans son étude sur la végétation du Sénégal. Il désigne une zone située entre la mangrove et les terrains non salés. Cette zone est périodiquement envahie par la mer, mais à des intervalles beaucoup plus grands que la mangrove (grande marée mensuelle par exemple). Elle est caractérisée par une absence quasi totale de végétation et est impropre à toute culture. Une zone de ce genre existe en bordure Est de la baie de Marambitsy à proximité de la localité de Belavenoka.

### J. — Les colluvions

Dans un certain nombre de secteurs, en particulier au voisinage des cuestas, existent des colluvions arrachés aux pentes par les eaux de pluie.

Deux types ont été distingués : les colluvions sableux et sablo-caillouteux. Ils occupent des pentes et constituent des éboulis.

### K. — Les sables

Des sables dunaires blancs ne présentant pratiquement aucun signe d'évolution pédologique, existent le long de la côte entre le delta de la Maha-

vavy et la baie de Bombetoka, autour de la baie de Boïna en particulier. Ces sables portent une végétation à caractère xérophytique avec *Aloe*, *Pachypodium*, Euphorbes arborescentes, légumineuses à très petites feuilles.

L'existence d'une ligne de sable dunaire au Sud-Ouest du delta de la Mahavavy (Ambika) paraît souligner une ancienne ligne de rivage antérieure à la formation du delta.

Entre Ansakoamileky et Bekalalao affleurent des sables blancs quartzeux assez bien limités. En dehors d'un horizon humifère grisâtre, il n'a pas été possible d'y reconnaître un profil.

## 2. — LES SOLS D'ABLATION OU D'ÉROSION

Dans un certain nombre de régions, la roche affleure pratiquement à nu. Ce sont toujours des régions déboisées où l'érosion a décapé le sol.

*basalle*. — Nord du plateau de l'Antanimena.

*calcaire maestrichtien*. — Rebords du plateau d'Androhibe (Sud et Ouest).

*calcaire éocène*. — Nord du plateau d'Androhibe, Sud-Ouest de Majunga.

Parfois dans certains creux privilégiés on rencontre de petites taches de sol rouge latéritique qui, par leur exiguïté, n'ont pu figurer sur la carte. *meulière*. — Une roche siliceuse ressemblant à de la meulière, affleure en abondance dans la partie Nord-Ouest de la feuille.

Une mention spéciale doit être faite pour l'argile du Sénonien supérieur (C<sub>7a</sub>). Cette argile, rouge à violacée, affleure en certains points (Tananabo, Andranomena). Elle ne présente pas de caractère de différenciation et a été classée avec les roches.

## III. — CONCLUSIONS

Les sols latéritiques vrais ne représentent qu'une faible partie du secteur étudié. Par contre, les sols ferrugineux tropicaux sont abondamment représentés. Il semble que l'existence de sols latéritiques liés à une roche-mère calcaire, soit en relation avec un climat plus humide de 1,7 m au moins, avec un coefficient de MEYER de l'ordre de 200. Dans le reste de la feuille dominant des sols ferrugineux tropicaux de couleurs vives (jaune ou rouge), souvent riches en concrétions. L'indice de MEYER correspondant est inférieur de 40 à 50 unités.

Les cuirasses, malgré une topographie plane à très plane, ne figurent pas sur cette carte.

Les sols calcimorphes sont représentés par des rendzines et un type particulier brun sur jaune noté également dans la feuille de Maevatanana (21).

Les sols hydromorphes sont représentés par des sols à accumulation de matière organique, à gley, lessivés. A ce sous-ordre, ont été rattachés des sols noirs tropicaux dont les relations avec les sols décrits sous le nom

de « grumosols » par OAKES et THORP paraissent assez étroites. Leur extension est ici assez faible. Des sols podzolisés ont été notés en deux points. Leur existence est due à la présence d'une roche-mère très meuble et très perméable.

Les sols alluviaux sont déposés par un certain nombre de cours d'eau. Les alluvions qui occupent la plus grande superficie sont celles de la Mahavavy ; elles sont micacées et calcaires. D'autres rivières moins importantes déposent des alluvions calcaires ou non et de textures variées.

En bordure de la mer, les alluvions deviennent salées et toutes les embouchures sont envahies par la mangrove. Quelques zones côtières sont occupées par des dunes. L'étendue des sols squelettiques n'est pas négligeable.

### Chapitre III

#### A. — UTILISATION ACTUELLE DES SOLS

Bien que la surface cartographiée soit de l'ordre de 7.000 km<sup>2</sup>, la surface effectivement cultivée est assez restreinte et ne dépasse guère 5000 ha. Les zones de culture sont concentrées dans quelques régions limitées : vallées de l'Andranomavo, de la Mahavavy, de quelques affluents de la Betsiboka ; la rive Sud du lac Kinkony, l'extrémité Ouest de la plaine de Manaratsandry. Les cultures essentielles sont le riz, la canne à sucre, le tabac ; un peu de sisal est cultivé à l'Ouest de la plaine de Manaratsandry. Le raphia est récolté dans certaines petites vallées du Sud de la feuille. Le cocotier est planté en quelques points le long de la côte. Des légumes, enfin, sont cultivés à Katsepe pour servir au ravitaillement de Majunga. Le reste du territoire est utilisé comme pâturage ou est encore occupé par la forêt.

*Le riz*, base de la nourriture de la population sakalava, est naturellement la culture la plus importante. Il est planté soit par l'indigène soit par des colons européens travaillant pour leur propre compte ou celui de sociétés.

Les principales zones de culture sont basses et facilement irriguées. Les sols sont alluviaux ou hydromorphes mais ne servent qu'en saison sèche. Pendant la saison des pluies, de nombreuses zones planes sont plantées et l'eau utilisée est celle de la pluie. Deux sortes de riz sont cultivés : le « vary asara » en saison des pluies, le « vary jebby » en saison sèche. Il existe quelques gros centres rizicoles et d'autres plus petits et assez dispersés.

Dans la région de l'Andranomavo, le centre d'Ansakoamileky est le plus important puisqu'il groupe cinq villages et totalise environ 1000 ha de sols cultivables. L'eau prise à l'Andranomavo est répandue sur les rizières. La rivière, dont le cours est assez instable, ne coule pas actuellement dans la partie la plus basse de sa vallée et a tendance à se déplacer vers l'Ouest. Les travaux de stabilisation sont encore assez rudimentaires mais devront devenir plus importants par la suite.

A Ambarinahary une assez large cuvette irriguée par l'eau de l'Androtsy est mise en valeur.

A Madiromileky, le riz est cultivé dans une série de petites plaines d'affluents de l'Andranomavo et de l'Andranomavokely. Sauf pour Ambarinahary les sols cultivés sont des alluvions argileuses ou limono-argileuses calcaires.

Au Sud du lac Kinkony, trois rivières se terminent par des plaines alluviales faciles à irriguer en saison sèche : l'Ankotika, la Falanara et l'Andranga. Ces plaines sont limitées au Nord par le Kinkony. Les années où les eaux du lac sont basses il est possible d'augmenter les surfaces cultivées. On a souvent posé la question de savoir si on pourrait abaisser notablement le niveau du lac en saison sèche. Ce problème sort du cadre de cette étude. Cependant, vu l'étroitesse de l'exutoire du lac dans la Mahavavy, il semble possible par un élargissement de cet exutoire d'assurer une meilleure évacuation des eaux en saison sèche. Il reste à savoir si la superficie récupérée justifierait les travaux.

Les abords Sud du lac Katondro comprennent trois régions assez dissemblables. Celle de Mangotroka au débouché d'une rivière descendant de l'Antanimena, celle d'Ambararatabe sur les alluvions de l'Ihopy (qui ont partiellement remblayé la partie Nord-Ouest du lac), enfin celle de la Tsiribihina avec Sambiravo et Manisakomby. Les sols des deux dernières plaines sont des alluvions rouges et calcaires de l'Ihopy ; la première est légèrement salée, la deuxième l'est assez fortement.

Sur les deux rives de la Mahavavy, le riz est également cultivé tant dans la zone de Bekipay que dans le delta.

a) Zone de Bekipay. — Le riz n'est pas cultivé directement avec l'eau de la Mahavavy mais avec celle de petits bras ou avec ce qu'on pourrait qualifier d'eau secondaire de la Mahavavy (eau accumulée dans des lacs pendant la saison des pluies et restituée au fleuve pendant la saison sèche).

Au premier type appartiennent les rizières de Bekipay. Un petit bras de la Mahavavy s'écoule d'abord vers l'Ouest puis vers le Nord-Ouest et alimente une série de rizières avant de rejoindre le fleuve.

Au deuxième type appartiennent les rizières de la rive Est : Ambinda et Belalanda. Elles reçoivent les eaux du lac Masarivo qui se déverse par deux bras dont le plus important est appelé Mahavavykely. Bien approvisionnées en eau au début de la saison sèche, leur niveau diminue peu à peu. Ils sont presque à sec au moment de la maturité du riz.

L'examen des photos aériennes montre que le lac Antsiketraka devait se déverser vers le Masarivo. Le tracé de cet exutoire est d'ailleurs marqué par l'emplacement d'un village abandonné. Il est assez probable que le déplacement de cet exutoire a provoqué l'abandon de ce village qui ne trouve plus d'eau pour ses rizières.

b) Basse Mahavavy. — Les rizières d'Antongomena font partie du domaine de la société sucrière et servent à la nourriture des ouvriers. L'eau qui les alimente provient d'un vaste marais qui fonctionne à la manière du Masarivo.

Les rizières d'Antsonjo sont alimentées par des ruisseaux provenant du plateau sableux situé plus au Sud. Elles sont plus ou moins à la merci des remontées d'eau de mer dans le delta.

Dans la région du Sud-Est, un certain nombre d'affluents de la Betsiboka voient leurs basses vallées occupées par des rizières, en particulier Kandramy Mavozaza et Andranomena.

Dans différents autres endroits de la feuille on trouve quelques petits centres de riziculture, citons Mokara, Ankaranka, Mangatsa. Les sols cultivés sont le plus souvent hydromorphes. Signalons enfin, que sur le plateau d'Antanimena, des Tsimihety réussissent grâce à des artifices ingénieux à cultiver des pentes assez fortes et obtenir des récoltes de « vary jebly » dans des zones qui, à première vue, ne s'y prêteraient guère.

La culture de la *canne à sucre* est concentrée dans le delta de la Mahavavy autour de Namakia. Deux études bien documentées ont été publiées sur ce domaine dans *Entreprises et Produits de Madagascar* (18) et dans *Agronomie Tropicale* (R. DUFURNET, 19). Ajoutons simplement qu'il s'agit d'une des entreprises agricoles les plus modernes de l'île. La mécanisation y a été poussée très loin dans le double but d'élever la productivité et de réduire une main-d'œuvre toujours difficile à recruter. En bonne année, la production atteint 5 à 6.000 tonnes de sucre pour 1.200 ha cultivés.

Les sols plantés en canne sont des baiboho frais de la Mahavavy, limoneux et calcaires, en évitant les sols trop lourds ou trop sableux. Pour que la végétation soit assurée il faut que la canne dispose de 60 cm de terre arable sans couche de sable.

Pendant la saison sèche, l'irrigation est nécessaire. L'eau est pompée dans la Mahavavy et répartie ensuite sur les champs par un réseau de canaux. Le domaine est protégé des inondations par des digues. Les zones salées étant très proches des cultures un bon drainage doit être assuré. Des drains naturels ou « kinga » sont utilisés.

Le *tabac* est d'introduction assez récente dans la vallée de la Mahavavy. Quelques plantations ont été effectuées autour d'Antanifafy et Antanimalandy sur des baiboho frais à faible distance du fleuve. Les résultats obtenus paraissent encourageants. S'il est relativement aisé de trouver des sols de texture convenable, par contre une salinité faible est latente dans beaucoup d'endroits. A ce point de vue la zone d'Ambararatabe et de la Tsiribihina est à proscrire.

Voici quelques teneurs en chlorures ( $\text{Cl}^{\circ}/_{\text{oo}}$ ) dans les baiboho de la Mahavavy depuis le delta jusqu'à Bkipay.

	DELTA	NAMAKIA		ZONE MOYENNE		CHAMPS DE TABAC			
	<i>Tache salée</i>	<i>Champs de canne</i>		<i>Rive Est</i>	<i>Rive Ouest</i>	<i>Antanimalandy</i>			
Surf.	88,6	0,021	0,035	0,426	0,653	0,007	0,014	0,007	0,014
50 cm.	16,4	0,106	0,120	0,099	1,739	0,007	0,014	0,007	0,014

Les peuplements de *raphia* sont assez peu étendus sur la feuille. Les seules zones importantes sont : certaines vallées de l'Antanimena, les régions de Bets koka et de Marerano. Certaines localités comme Antseza, Mitsinjo voient transiter de fortes quantités de fibres recueillies plus au Sud, dans la région d'Ambarimanga.

Le *sisal* est l'objet d'une culture peu étendue à l'Ouest de la cuvette de Manaratsandry.

Le *cocolier* vient bien le long de la côte. Il est l'objet d'une exploitation assez faible aux environs de Katsepe.

Les *arbres fruitiers* spontanés ou subspontanés : manguier, Mahabibo (*Anacardium occidentale*) ou Mokotra (*Strychnos spinosa*) sont répandus un peu partout. Les deux derniers arbres poussent surtout sur les terrains arénacés.

#### B. — LES POSSIBILITÉS D'AVENIR

Sur toute l'étendue de la feuille un petit nombre de régions paraissent mériter une extension agricole. Il s'agit de la vallée de la Mahavavy dans la zone comprise entre Bekipay et Anaborengy. La surface d'alluvions y représente environ 15.000 ha. A cette vallée, nous ajouterons la plaine de l'Ihopy à Ambararatabe qui compte environ 2.000 ha. Bien que des cultures soient déjà effectuées dans ces deux secteurs, les possibilités sont loin d'être épuisées.

En ce qui concerne la vallée de la Mahavavy, les sols sont meubles, limoneux, rarement trop sableux. Leur réaction est voisine de la neutralité ; les teneurs en bases sont bonnes. L'acide phosphorique assimilable est assez faible. Les réserves en acide phosphorique et potasse sont bonnes à très bonnes. L'horizon organique est bien pourvu en azote. Les teneurs en chlorures sont notables dans les zones proches des eaux stagnantes ; dans l'ensemble des baiboho elles sont par contre très basses. Enfin l'ensemble de la superficie est plane.

Les crues de la Mahavavy provoquent l'inondation annuelle de toute cette zone. La seule protection contre l'inondation est la construction de digues qui permettent des cultures pérennes. La végétation arborée est assez importante (forêt de *Ficus* ou palmeraies) et le défrichement nécessiterait des travaux sérieux. Les communications sont encore assez précaires le

long du fleuve. De Bekipay à Majunga par la rive Ouest il faut effectuer environ 120 kilomètres, passer deux bacs et transborder les marchandises à Katsepe. Il n'y a pas de route sur la rive Est. Le sucre de Namakia est évacué par mer sur Majunga. Le port est menacé d'envasement par suite des déplacements des bras de la Mahavavy.

Plusieurs cultures sont possibles dans cette plaine si l'on assure une protection contre les crues : canne à sucre, manioc.

En saison sèche, la culture du tabac, de l'arachide et du coton paraît possible dans certaines zones sur les deux rives. La culture du riz peut être étendue mais, seulement après des travaux d'hydraulique pour augmenter l'eau disponible.

Au secteur Mahavavy, on peut adjoindre la plaine d'Ambararatabe. Les sols y sont de bonne qualité (alluvions de l'Ihopy et de la Mahavavy) mais sont nettement plus lourds que les précédents. Le terrain est plat et partiellement défriché. L'irrigation doit y être réalisable sans difficulté majeure. L'inondation s'y produit également tous les ans. Les communications avec l'extérieur sont encore assez précaires (une petite route récemment ouverte). Le sel est assez fréquent dans ce secteur. Le riz paraît la seule culture possible. On pourrait également y envisager l'aménagement de prairies de bonne qualité.

Enfin certains travaux sur l'exutoire du lac Kinkony pourraient amener une augmentation des surfaces cultivées en rizières au Sud du Lac.

## EN RÉSUMÉ

La prospection pédologique de la région comprise entre l'embouchure de la Betsiboka et l'Andranomavo a permis de mettre en évidence les faits suivants :

- l'absence de cuirasses ;
- la faible extension des sols latéritiques ;
- l'importance des sols ferrugineux tropicaux rouges, rouge-brun ou jaunes ;
- l'existence de sols calcimorphes et de sols noirs tropicaux.

Ces sols sont occupés par la forêt, la savane arborée ou la prairie. Aucune des séries reconnues ne justifie une mise en valeur agricole. La protection des zones boisées, surtout lorsque le sol est de texture sableuse, paraît une nécessité pour sauvegarder les cultures des plaines.

Le riz, la canne à sucre, le tabac, sont cantonnés sur les sols alluviaux et hydromorphes. Ils occupent environ 5000 ha sur un total utilisable de 30.000 ha. Des extensions agricoles sont possibles dans la vallée de l'Andranomavo et surtout celle de la Mahavavy entre Bekipay et le Kotomay.

Les sols sont plats, de texture limoneuse à limono-sableuse, et d'un bon niveau de fertilité.

Une prospection à plus grande échelle est nécessaire cependant avant de se prononcer définitivement sur leur rentabilité.

## ANNEXES

### MÉTHODES ANALYTIQUES UTILISÉES

L'ensemble des résultats analytiques ayant servi à la description des séries a été obtenu au laboratoire de pédologie de l'I.R.S.M.

— Le pH a été déterminé au potentiomètre POINSELLE. Le rapport sol/eau est 1/2,5.

— Les couleurs ont été déterminées suivant les codes TAYLOR-CAYEUX et MUNSELL.

— L'analyse mécanique a été effectuée par la méthode densimétrique. L'échantillon est dispersé, après destruction de la matière organique et désaturation, par agitation mécanique en présence de soude.

— La matière organique est oxydée par le mélange sulfo-chromique de ANNE (23) et la détermination est faite par colorimétrie suivant GRAHAM (27).

L'azote est minéralisé par l'acide sulfurique concentré contenant 5 % d'acide salicylique. Après traitement par l'hyposulfite de sodium, un catalyseur contenant  $\text{SO}_4\text{Cu}$ ,  $\text{SO}_4\text{K}_2$  et Se est ajouté. L'entraînement de l'ammoniaque est effectué à la vapeur d'eau.

— Les bases échangeables et la capacité d'échange sont dosées suivant PEECH (29).

— L'acide phosphorique assimilable est dosé suivant TRUOG (30).

— Les bases et l'acide phosphorique totaux sont dosés suivant DEMOLON et LEROUX (26).

— Le rapport silice/alumine du sol est déterminé après attaque du sol par le réactif triacide de BAEYENS (24).

— L'étude des argiles :

a) l'analyse chimique est effectuée suivant BAEYENS ;

b) la courbe de perte en eau est établie par points suivant BASTISSE (25) sur l'argile séchée à 35° ;

c) la capacité d'échange est déterminée suivant une méthode inspirée de MAC KENZIE (28). 0,2 g d'argile sont mis en contact avec 25 cc d'acétate d'ammonium N pendant une nuit dans un tube à centrifugeuse ; on sépare le liquide surnageant et lave trois fois l'argile à l'alcool neutre par centrifugation. On introduit une pastille de soude dans le tube qu'on adapte immédiatement à un appareil de distillation par entraînement à la vapeur. L'ammoniaque est recueilli dans l'eau et titré avec un acide N/140.

## BIBLIOGRAPHIE

## CONNAISSANCE DE LA RÉGION

- (1) GAUTHIER (E. F.), 1892-5. — Mission E. Gauthier à Madagascar. — *Ann. Géog.*, 2, 355-364 ; 3, 95-98, 499-517 ; 4, 217-8, 310-324.  
 —  
 (2) PRINCE, 1898. — Une mission dans l'Ambongo, le Milanja et le Boéni. — *Notes, Reconnaissances et Explorations*, 15, 318-351.

## GÉOLOGIE

- (3) BARON (R.) et MOUNEYRES (L.), 1904. — Rapport sur une tournée géologique effectuée en 1903 dans l'Ouest et le Nord-Ouest de Madagascar. — *Bull. Econ. Mad.*, 4, 1-20.  
 (4) BARRABÉ (L.), 1929. — Contribution à l'étude stratigraphique de la partie médiane du pays sakalava. — *Mém. soc. géol. France*, V, 3-4, 1-270.  
 (5) BÉSAIRIE (H.), 1938. — Carte géologique de Majunga au 1/200.000. — Imp. Off. Tananarive, Madagascar.  
 (6) — 1939. — Carte géologique de Marovoay au 1/200.000. — Imp. Off. Tananarive, Madagascar.  
 (7) — 1952. — Géologie de Madagascar. — Le Bassin de Majunga. — *Trav. Bur. Géol. Serv. Mines Mad.*, n° 38, 89 p.  
 (8) HOURQ (V.), 1937. — Carte géologique de Soalala au 1/200.000. — Imp. Off. Tananarive, Madagascar.  
 (9) LACROIX (A.), 1921-3. — La Minéralogie de Madagascar. — Challamel, Paris.  
 (10) PERRIER DE LA BATHIE (H.), 1918-9. — Les terrains postérieurs au Crétacé moyen de la région de Majunga. — *Bull. Acad. Malgache*, 4, 205-219.  
 (11) SAINT OURS (H. de), 1951. — Carte géologique au 1/200.000 de Mitsinjo Namakia. — *Trav. Bur. Géol. Serv. Mines Mad.*, n° 34, 73 p., Tananarive, Madagascar.

## CLIMAT

- (12) MOUREAUX (C.) et TERCINIER (G.), 1953. — Carte des valeurs du coefficient de Meyer à Madagascar. — *Mém. Inst. sci. Madag.*, D, V, 197-202.  
 (13) RAVET (J.), 1952. — Notice sur la climatologie de Madagascar. — *Mém. Inst. sci. Madag.*, D, IV-1, 1-36.

## VÉGÉTATION

- (14) HECKEL (E.), 1910. — Les Plantes utiles de Madagascar. — Challamel, Paris.  
 (15) HUMBERT (H.), 1927. — Destruction d'une flore insulaire par le feu. — *Mém. Acad. Malg.* V.  
 (16) PERRIER DE LA BATHIE (H.). — La végétation malgache. — Challamel, Paris.  
 (17) TROCHAIN (J.), 1940. — Contribution à l'étude de la végétation du Sénégal. — *Mém. IFAN. Lib. Larose*, Paris, 433 p., XXX pl.

## AGRICULTURE

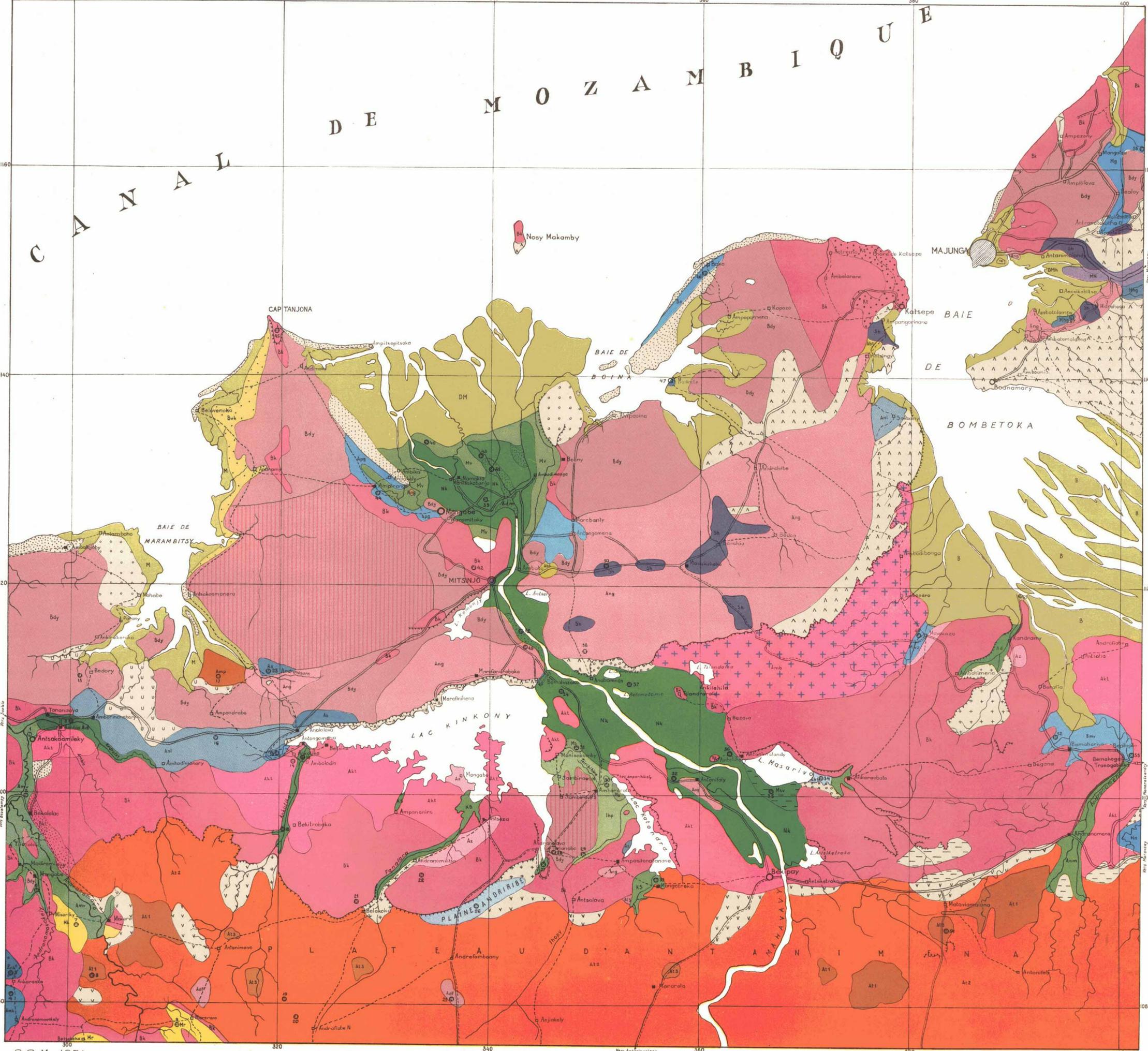
- (18) *Anonyme*, 1949. — L'Industrie sucrière à Madagascar. — *Entreprises et Produits de Madagascar*. Tananarive.  
 (19) DUFURNET (R.), 1953. — La culture de la canne à sucre à Namakia (Madagascar). — *Agron. trop.*, VIII, 393-408.

## SOLS

- (20) MOUREAUX (C.), 1950. — Reconnaissance pédologique d'une station forestière (Marohoga près Majunga). — *Mém. Inst. sci. Madag.*, D, II-2, 123-150.
- (21) — 1953. — Notice sur la carte pédologique de la feuille de Maevatanana. — *Mém. Inst. sci. Madag.*, D, VII, 1-84.
- (22) ROBINSON (G. W.), 1949. — Soils ; their origin, constitution and classification. — Th. Murby and Co, London.

## MÉTHODES ANALYTIQUES

- (23) ANNE (P.), 1945. — Sur le dosage de la matière organique des sols. — *Ann. agron.*, p. 161.
- (24) BAHEYENS (J.), 1936. — Les sols du Bas Congo. — Bruxelles, pp. 181-2.
- (25) BASTISSE (E. M.), 1947. — Contribution à la détermination du type minéralogique des argiles des sédiments. — *Ann. agron.*, 3, 398-454.
- (26) DEMOLON (A.) et LEROUX (D.), 1952. — Guide pour l'étude expérimentale du sol. — Gauthier Villars, Paris, p. 211.
- (27) GRAHAM (E. R.), 1948. — Détermination of soil organic matter by means of a photo-electric colorimeter. — *Soil Sci.*, 55, 181-4.
- (28) MAC KENZIE (R. C.), 1952. — A micro method for determination of cation exchange capacity of clay. — *Clay Minerals*, Bull. 1, 203-205.
- (29) PEECH (M.), 1945. — Determination of exchangeable cations and exchange capacity of soils. — *Soils Sci.*, 59, 25-28.
- (30) TRUOG (E.), 1930. — The determination of the readily available phosphorus in soils. — *J. Am. Soc. Agron.*, 22, 874-882.
-



CARTE PEDOLOGIQUE DE RECONNAISSANCE AU 1/200.000  
 FEUILLE N°12  
**MITSINJO-MAJUNGA**

LEVERS DE P. SEGALEN

1952

**LEGENDE**

- |                                       |   |                                   |                                    |
|---------------------------------------|---|-----------------------------------|------------------------------------|
| <b>SOLS ÉVOLUÉS</b>                   |   | <b>Sols hydromorphes lessivés</b> |                                    |
| <b>I. SOLS LATÉRIQUES</b>             |   | Grès Analava Anl                  |                                    |
| Calcaire Sasaha Sh                    | Grès Marohoga Nord MN                       | <b>Y. SOLS PODZOLISÉS</b>         |                                    |
| <b>II. SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX</b> |   | Podzol ferrugineux Ankaranka Ank  |                                    |
| <b>Sols rouge-bruns</b>               |   | Podzol à alios Madiobe Mds        |                                    |
| Basalte Antanimena 1 At 1             | 2 At 2                                      | <b>SOLS PEU OU PAS ÉVOLUÉS</b>    |                                    |
| 3 At 3                                | <b>A. SOLS D'APPORT</b>                     |                                   | Alluvions Fluviales non salées     |
| Calcaire Ampandrabe Amp               | Alluvions micacées calcaires de la Mahavavy |                                   | Sableuses Ambodimanga Adm          |
| <b>Sols rouges</b>                    |   | Limon-sableuses Namasia Nk        |                                    |
| Grès Anotika Akt                      | Argilo-limoneuses Masarivo Msv              |                                   | Alluvions calcaires non micacées   |
| Ambondro Amb                          | Argileuses Ihopy Ihp                        |                                   | Argilo-sableuses Andranomavo Amv   |
| Sable Belakoka Bk                     | Katoepe Kt                                  |                                   | Alluvions ni micacées ni calcaires |
| Bekalalo Bkl                          | Andrefamboany Adf                           |                                   | Argileuses Androty Ad              |
| Bedory Bdy                            | Sable Bedory Bdy                            |                                   | Argilo-limoneuses Kinkony Sud KS   |
| Calcaire Anaborengy Ang               | Sols gris sur rouge                         |                                   | Argilo-sableuses Andranomena Amn   |
| <b>Sols jaunes</b>                    |   | Kandramy Kd                       |                                    |
| Basalte Antseza Az                    | <b>Complexe de Sols</b>                     |                                   | Alluvions Fluviales salées         |
| Sable Bedory-Belakoka BB              | Calcaire gypseux Misoriky Mk                |                                   | Alluvions Manavavy Mv              |
| <b>III. SOLS CALCIMORPHES</b>         |   | Manisa-komby Ms                   |                                    |
| <b>Sols brun sur jaune</b>            |   | <b>Sols de Mangrove</b>           |                                    |
| Calcaire Marerano Mr                  | Delta de la Mahavavy DM                     |                                   | Baie de Bombetoka B                |
| Ambato Abt                            | Baie de Marambitsy M                        |                                   | Delta de Marohoga DMh              |
| <b>IV. SOLS HYDROMORPHES</b>          |   | <b>Sols de Tan</b>                |                                    |
| <b>Sols marécageux</b>                |   | Belavenoka Bvk                    |                                    |
| Calcaire Andranomavokely Amk          | <b>Colluvions</b>                           |                                   | Sableux, caillouteux etc           |
| Sable Bako Ba                         | <b>Sables blancs</b>                        |                                   | Dunes et sables divers             |
| Argile Mangatsa Mg                    | <b>B. SOLS D'ÉROSION OU SQUELETTIQUES</b>   |                                   | Basalte                            |
| Argile Manaratsandry Mn               | Calcaire                                    |                                   | Grès                               |
| <b>Sols noirs tropicaux</b>           |   | Meulière                          |                                    |
| Calcaire Andranosoro As               | Marohoga Mhg                                |                                   | Marne                              |
| <b>Sols à Tany manga</b>              |   | Argile                            |                                    |
| Argilo-sableux Ankarabato Akb         | Argilo-sableux Andribe Adb                  |                                   |                                    |
| <b>Sols tachetés</b>                  |   | Ampiranga Appg                    |                                    |
| Argilo-sableux Mavoza Mvz             | Kinkony Ouest KO                            |                                   |                                    |
| Argile Bemahariva Bmv                 |   |                                   |                                    |

- SIGNES CONVENTIONNELLS**
- Chef lieu de Province
  - District
  - Canton
  - Village important
  - Hameau
  - ⊙ Emplacement des prélèvements de Sols
  - Route carrossable empierrée
  - - - non empierrée
  - - - Piste jeepable
  - - - Piste
  - ~ Fleuve
  - ~ Rivière
  - Lac
  - ~ Escarpement

