OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER
INSTITUT DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE DE MADAGASCAR
Section de Pédologie

NOTICE

SUR LES

CARTES PÉDOLOGIQUES DE RECONNAISSANCE

au 1/200.000e

Feuille N° 63

Ampanihy-Beloha

par

J. HERVIEU

PUBLICATION
DE
L'INSTITUT DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
DE MADAGASCAR
TANANARIVE-TSIMBAZAZA

1959

SOMMAIRE

	Pages
Introduction	5
Généralités sur la région étudiée	6
Les facteurs de la pédogénèse	8
a. *Climat et végétation*	8
— Les pluies	8
— Les températures	8
— Evapotranspiration	9
— Les vents	18
— La végétation	18
b. *Roches-mères, matériaux originels et géomorphologie*	19
— Généralités	19
— Le socle ancien	21
— Les sédiments néogènes	22
— Les matériaux quaternaires et récents	24
c. *Les variations climatiques anciennes*	27
Classification des sols	28
Description et caractéristiques générales des principaux types de sols	31
I. — *Sols à hydroxydes et humus bien décomposé*	31
a. — *Sols de décalcification*	31
b. — *Sols ferrugineux tropicaux non lessivés*	40
II. — *Sols hydromorphes*	48
III. — *Sols halomorphes*	50
IV. — *Sols calcimorphes*	51
V. — *Sols peu évolués*	52
a. — *Sols d'érosion*	52
b. — *Sols d'apport*	54
— Sols alluviaux	55
— Sols éoliens	58
— Sables blancs ou beiges type Beloha	60
— Sols colluviaux	62
VI. — *Sols minéraux bruts* (sols non évolués)	64
a. — *Sols bruts d'érosion*	64
b. — *Sols bruts d'apport*	64
La mise en valeur	65
— Généralités	65
— Utilisation actuelle des sols	66
— Possibilités de mise en valeur	69
Conclusion	72
Méthodes analytiques	73
Références bibliographiques	73
Résultats analytiques représentatifs des différents types de sols	75

INTRODUCTION

Cette notice concerne la seconde carte générale de reconnaissance levée dans l'Extrême-Sud. Les limites de ces levers étant obligatoirement arbitraires, nous conseillons au lecteur de se reporter à la notice de la carte Ambovombe n° 64, déjà parue (11), pour la bibliographie et les généralités intéressant l'Extrême-Sud. De même, par la suite, à propos de la génèse et de l'évolution des sols, nous ne traiterons pas en détail certaines questions ayant déjà fait l'objet d'importants développements dans cette précédente notice; nous insisterons seulement sur les différences entre les deux régions étudiées.

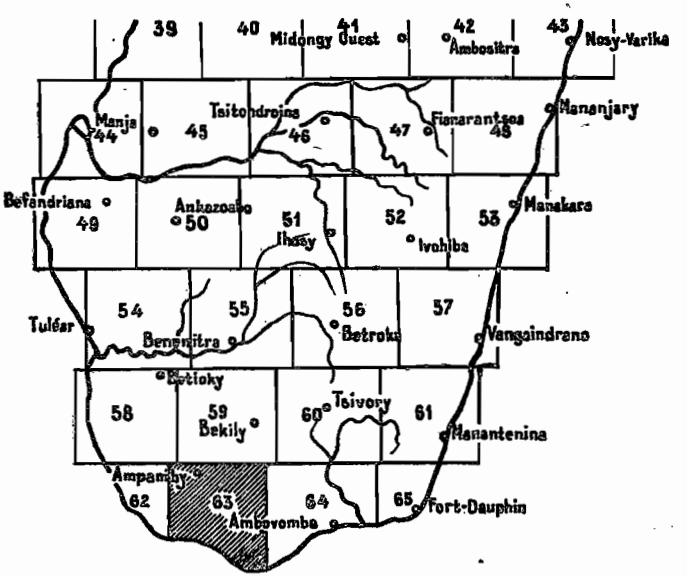


FIG. 1 — CROQUIS DE SITUATION

Rappelons parmi les travaux importants, la Monographie de R. DECARY (10) sur l'Androy et les recherches géologiques de H. BESAIRIE (7), indispensables à la connaissance de ces régions. Les travaux d'hydrogéologie de J. ARCHAMBAULT (1) et J. AUROUZE (4) nous ont fourni d'intéressants renseignements.

Pour la cartographie, nous avons consulté dans le domaine géologique les levers de reconnaissance au 1/200.000e effectués par H. BESAIRIE (8) et les levers plus récents au 1/100.000e dans le cristallin de G. NOIZET (17) et R. LAUTEL (14).

Dans le domaine pédologique, la vallée de la Basse-Menarandra a été signalée à plusieurs reprises comme offrant des possibilités de mise en valeur. H. BESAIRIE, en 1935, fit une étude des sols de cette vallée (9), étude reprise plus récemment par les pédologues de l'I.R.S.M., J. RIQUIER, Cl. MOUREAUX et P. SEGALEN (16).

Les cultures de l'Extrême-Sud ont été abondamment étudiées et commentées, en particulier dans les articles de H. BÉRARD (6) et G. LE THOMAS (15).

Les données climatiques utilisées pour ce travail sont celles fournies par le Service météorologique de Madagascar.

La plus grande partie des levers a été réalisée sur fond topographique tiré des cartes au 1/100.000e éditées par le Service géographique de Madagascar; pour des zones restreintes les cartes T.P.F.R. au 1/80.000e ont été utilisées.

La couverture photographique aérienne du Service géographique a été consultée pour l'ensemble de la zone cartographiée.

La prospection a été faite avec la collaboration des aides-pédologues, R. RATASILAHY et J.-D. RAKOTOMIRAHO.

Les analyses des échantillons ont été faites au laboratoire de pédologie de l'I.R.S.M., sous la direction de Mme RUF.

La carte a été dessinée à l'I.R.S.M. par P. RAOILINJATOVO et le tirage exécuté par le Service géographique de Madagascar.

I. — GENERALITES SUR LA REGION ETUDIEE

La zone cartographiée comprend la partie occidentale de l'Androy dont on peut fixer arbitrairement comme limite ouest la Menarandra, et se poursuit vers l'Ouest par le pays Mahafaly. La limite géographique naturelle des deux régions serait plutôt la bordure du plateau calcaire éocène.

Elle est limitée au Sud par la ligne de rivage allant de la dune Ijijy à la lagune de Bevoalavo, au Nord, par la ligne d'ordonnée 176 (Carroyage Lambert), à l'Est et à l'Ouest, par les abscisses 292 et 184, soit une surface d'environ 10.040 kilomètres carrés (cf. fig. 1. Croquis de situation).

Les terrains métamorphiques affleurent au nord de la carte, avec deux pointes vers le Sud selon les axes hydrographiques principaux : la Menarandra et le Manambovo.

Ces terrains anciens ont été recouverts par la transgression venant du Sud-Ouest, dont les couches calcaires dégagées en *cuesta* constituent à l'ouest de la carte le début du grand plateau Mahafaly. Ce calcaire éocène disparaît peu après la rive gauche de la Menarandra.

Des formations continentales ont ensuite recouvert le socle (glacis d'érosion), elles-mêmes recouvertes par d'importantes formations dunaires. L'ensemble de ces formations et le plateau éocène, sur la rive droite de la Menarandra, sont entaillées en un grand talus au-dessus de la plaine littorale proprement dite.

Les subdivisions géographiques sont les suivantes :

— la zone gneissique d'Ampanihy, Tranoroa, Bekitro, où l'altitude varie du Nord au Sud entre 380 et 130 m;
— les plaines sableuses à l'ouest d'Ampanihy (180 à 150 m);
— le plateau Mahafaly (250 à 150 m);
— le plateau de Tsimilofo-Lovokarefo au nord de Beloha (300 à 150 m);
— la dépression de Beloha (180 à 120 m);
— le plateau Karimbola (200 à 130 m);
— la plaine littorale;
— les vallées de la Menarandra et du Manambovo.

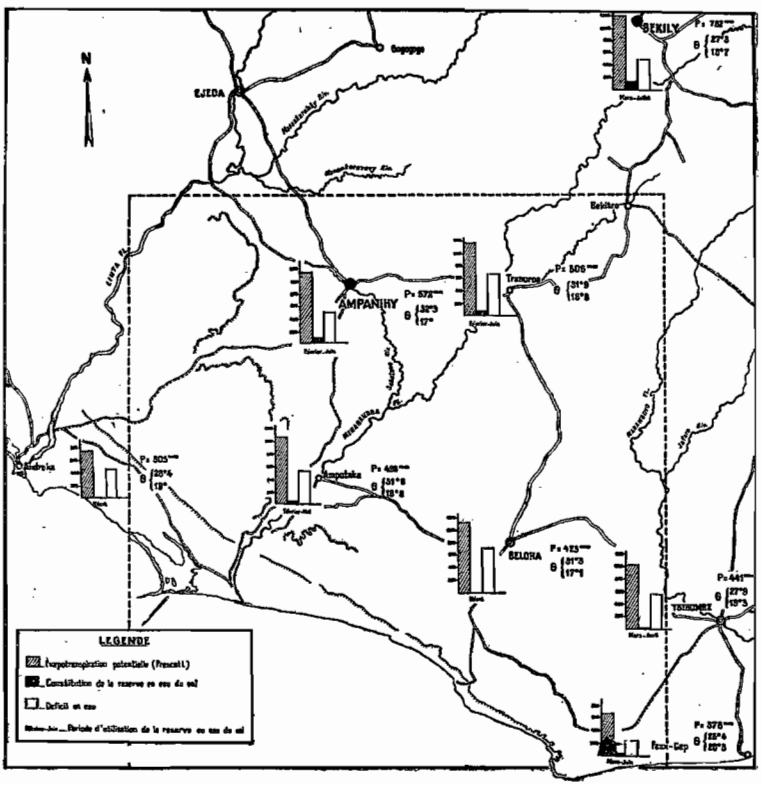


FIG. 2 — CARACTÉRISTIQUES CLIMATIQUES DE LA RÉGION D'AMPANIHY-BELOHA

La Menarandra et le Manambovo ont un régime torrentiel. Malgré leur très faible débit en saison sèche, elles ont une très grande importance dans l'alimentation en eau des populations et du bétail.

Administrativement, la plus grande partie de la zone cartographiée appartient aux districts d'Ampanihy et d'Ambovombe et pour une petite partie au district de Bekily.

La population est composée essentiellement d'Antandroy et de Mahafaly. L'activité humaine est surtout importante dans les grandes vallées, la région de Beloha et le plateau Karimbola.

II. — LES FACTEURS DE LA PEDOGENESE

A. — CLIMAT ET VEGETATION

1° Les pluies

La pluviométrie diminue du Nord vers le Sud et est la plus faible dans la région Sud-Ouest de la feuille, à l'embouchure de la Menarandra; elle varie entre 600 et 300 millimètres approximativement (cf. fig. 2).

Précipitations annuelles (P)

	m/m
Ampanihy	572
Tranoroa	506
Ampotaka	499
Beloha	423
Faux-Cap	378
Androka	305

C'est un climat de région sèche (indice d'aridité de De Martonne inférieur à 10) avec une grande irrégularité dans les précipitations. Sur une période de vingt-cinq ans à Ampanihy, la moyenne mensuelle en janvier, qui est le mois le plus pluvieux, a été de 141,2 millimètres avec un maximum de 369 millimètres et un minimum de 30,4 millimètres. La moyenne annuelle a varié entre 379,9 et 1.050 millimètres. On a observé en janvier 1938 un maximum, en vingt-quatre heures, de 179,2 millimètres (publications du Service météorologique de Madagascar). Ces chiffres sont éloquents et montrent l'importance des intensités pluviométriques dans les phénomènes d'érosion d'une part, la dépendance étroite vis-à-vis de la pluviométrie, dans laquelle se trouveront les cultures sèches d'autre part.

2° Les températures

Les températures moyennes annuelles sont les suivantes :

	Maximum	Minimum
Ampanihy	32°3	17°
Tranoroa	31°9	16°8
Ampotaka	31°9	16°8
Beloha	31°3	17°1
Faux-Cap	26°4	20°3
Androka	28°4	19°

Les minima s'observent en juin-juillet et les maxima de novembre à février. L'amplitude de la variation diurne atteint en moyenne 12° en saison chaude, 18° en saison fraîche.

3° Evapotranspiration

La notion d'évapotranspiration est intéressante à préciser pour la pédogénèse et l'agriculture en général. Plusieurs formules climatiques, pour calculer le bilan hydrique des sols, ont été appliquées par J. Riquier aux données météorologiques concernant Madagascar (21). La formule de Prescott s'est révélée la meilleure. Cette formule calcule l'évaporation Ew en *millimètres* par mois d'une surface d'eau libre en fonction de *sd*, déficit de saturation en *millimètres* de mercure; elle tient donc compte de la température et aussi de l'humidité de l'air. Elle s'écrit :

$$Ew = 21\ sd$$

et

$$Et = K\ Ew^{0,75}$$

Et : Evapotranspiration,

Ew : Evaporation en *mm* par mois d'une surface d'eau libre,

K : Coefficient variable suivant la végétation.

Les figures 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 et 10 représentent les courbes pluie-évapotranspiration pour la zone cartographiée et ses environs. Nous nous sommes placés pour calculer le déficit en eau, dans le cas de plantes évaporant peu (bush xérophytique, sorgho, manioc), c'est-à-dire $K = 1$. A titre indicatif, a été représentée également la courbe d'évapotranspiration réelle avec $K = 1,5$, c'est-à-dire le cas de plantes à évaporation moyenne (prairie).

Ces graphiques montrent que, sauf à Bekily, situé bien à l'intérieur avec une pluviométrie nettement plus élevée, la réserve en eau du sol devient négligeable à partir de mai-juin. Parfois le déficit en eau est permanent tout au long de l'année (Beloha, Androka). La pratique agricole confirme d'ailleurs ces faits : H. Bérard (6) conclut que le moment le plus favorable pour les semailles s'étend de la mi-novembre, après une quinzaine de *millimètres* d'eau, au début de janvier, au plus tard, avec optimum fin novembre.

En année normale, le fait que des cultures puissent fournir des récoltes là où le déficit en eau est permanent, peut s'expliquer par les raisons suivantes : alimentation de nappes superficielles par les eaux de ruissellement en provenance des zones septentrionales (cas de Beloha); abondance des précipitations occultes en saison sèche qui, selon H. Bérard, arrivent à mouiller le sol sur 1 centimètre à 1,5 centimètres.

Cf. également le paragraphe Climat et l'étude des sables blancs dans la région d'Ambondro dans la *Notice Ambovombe* (p. 3 et 31).

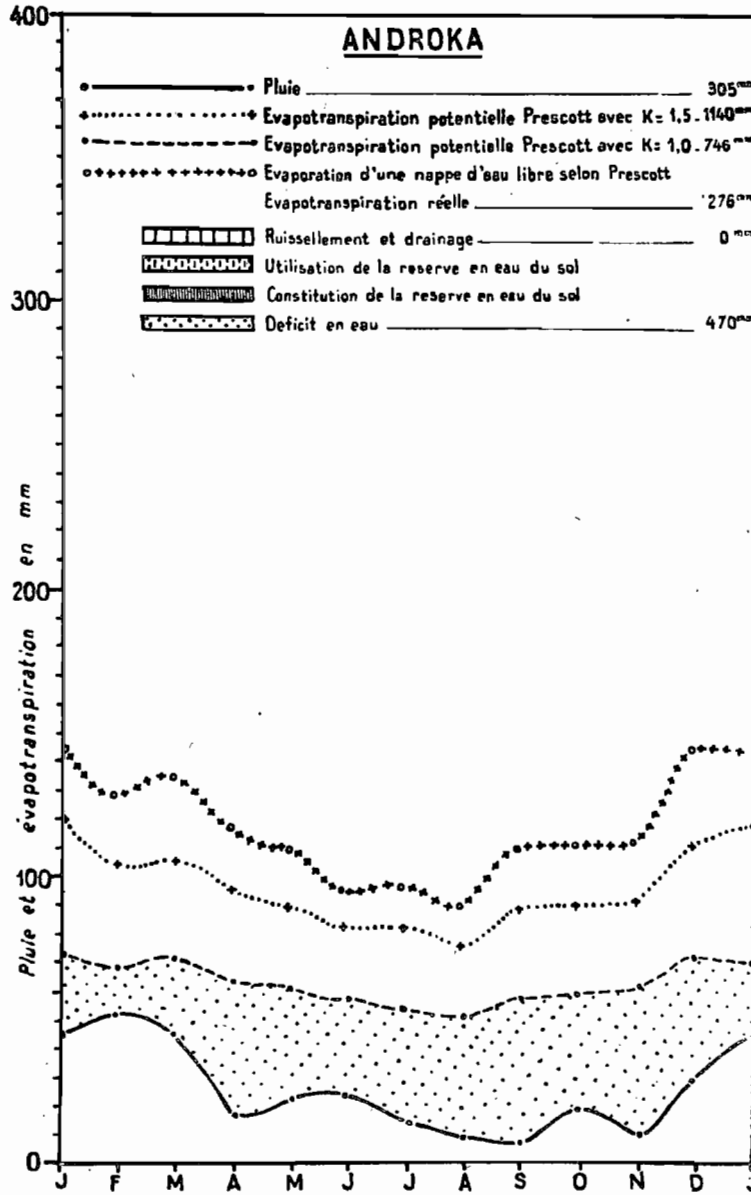

ANDROKA
Pluie 305mm
Evapotranspiration potentielle Prescott avec K= 1,5 . 1140mm
Evapotranspiration potentielle Prescott avec K= 1,0 . 746mm
Evaporation d'une nappe d'eau libre selon Prescott
Evapotranspiration réelle 276mm
Ruissellement et drainage 0 mm
Utilisation de la reserve en eau du sol
Constitution de la reserve en eau du sol
Deficit en eau 470mm
Pluie et évapotranspiration en mm
400
300
200
100
0
J F M A M J J A S O N D J

Fig. 3

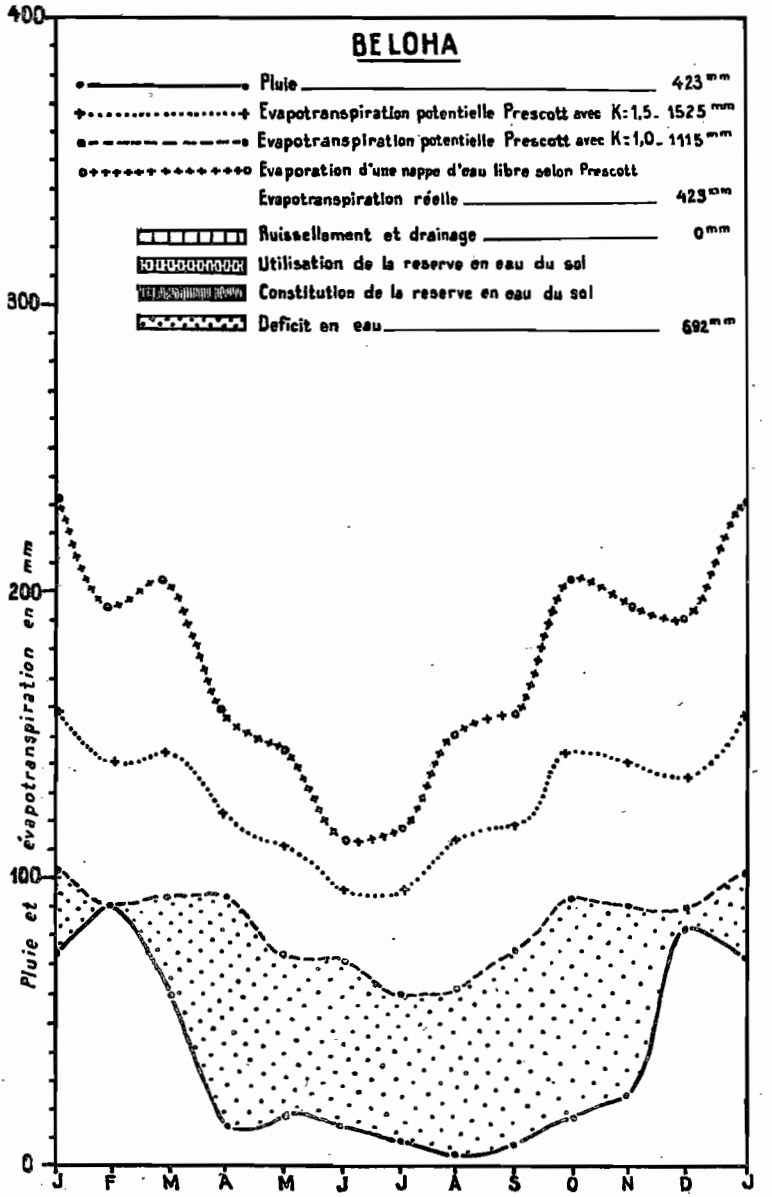

BELOHA
Pluie 423 mm
Evapotranspiration potentielle Prescott avec K=1,5 1525 mm
Evapotranspiration potentielle Prescott avec K=1,0 1115 mm
Evaporation d'une nappe d'eau libre selon Prescott
Evapotranspiration réelle 423 mm
Ruissellement et drainage 0 mm
Utilisation de la reserve en eau du sol
Constitution de la reserve en eau du sol
Deficit en eau 692 mm
Pluie et évapotranspiration en mm
400
300
200
100
0
J F M A M J J A S O N D J

Fig. 4

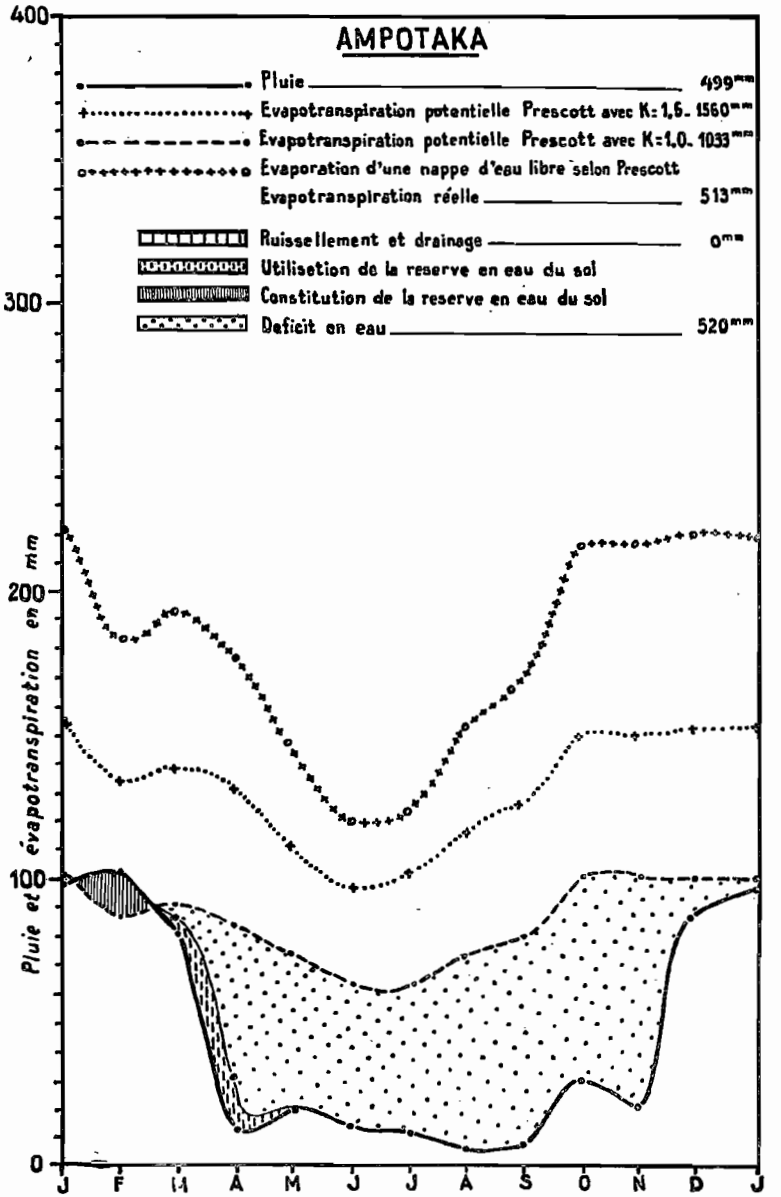

AMPOTAKA
Pluie 499mm
Evapotranspiration potentielle Prescott avec K=1,6 1560mm
Evapotranspiration potentielle Prescott avec K=1,0 1033mm
Evaporation d'une nappe d'eau libre selon Prescott
Evapotranspiration réelle 513mm
Ruissellement et drainage 0mm
Utilisation de la reserve en eau du sol
Constitution de la reserve en eau du sol
Deficit en eau 520mm
Pluie et évapotranspiration en mm
400
300
200
100
0
J F M A M J J A S O N D J

Fig. 5

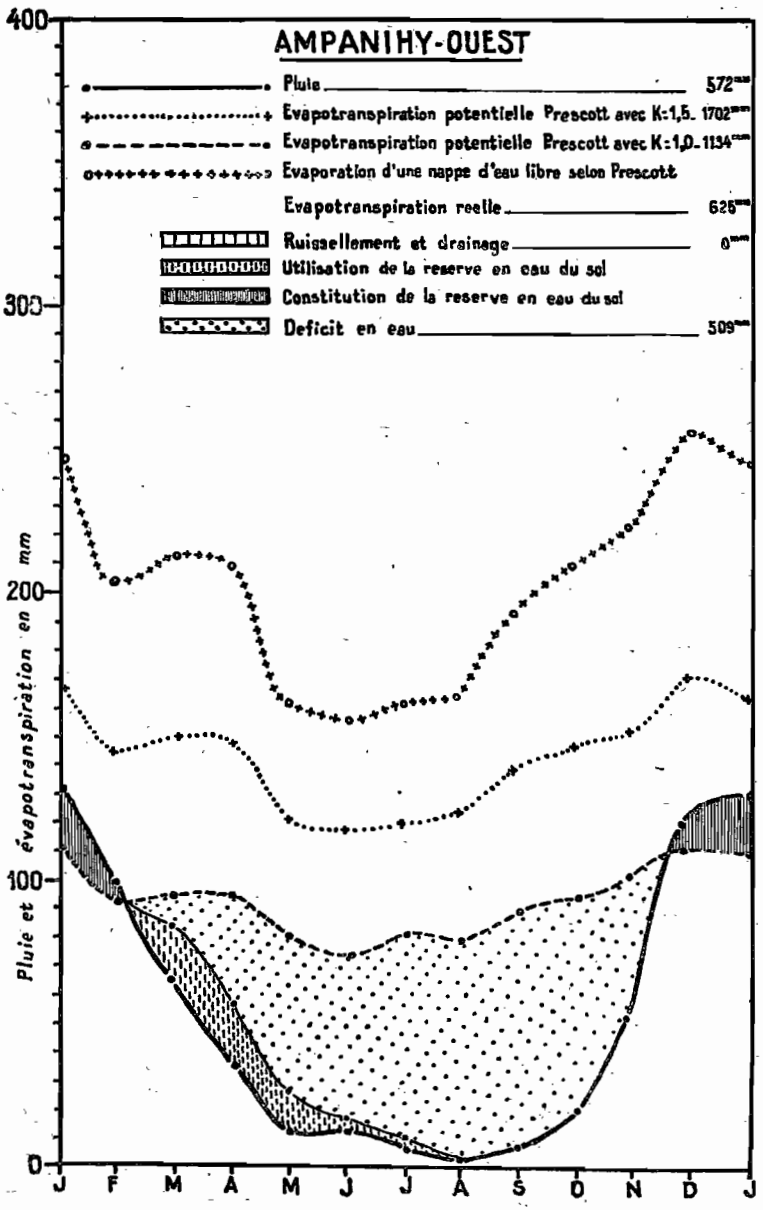

AMPANIHY-OUEST
Pluie 572mm
Evapotranspiration potentielle Prescott avec K:1,5 1702mm
Evapotranspiration potentielle Prescott avec K:1,0 1134mm
Evaporation d'une nappe d'eau libre selon Prescott
Evapotranspiration reelle 625mm
Ruissellement et drainage 0mm
Utilisation de la reserve en eau du sol
Constitution de la reserve en eau du sol
Deficit en eau 509mm
Pluie et évapotranspiration en mm
400
300
200
100
0
J F M A M J J A S O N D J

Fig. 6

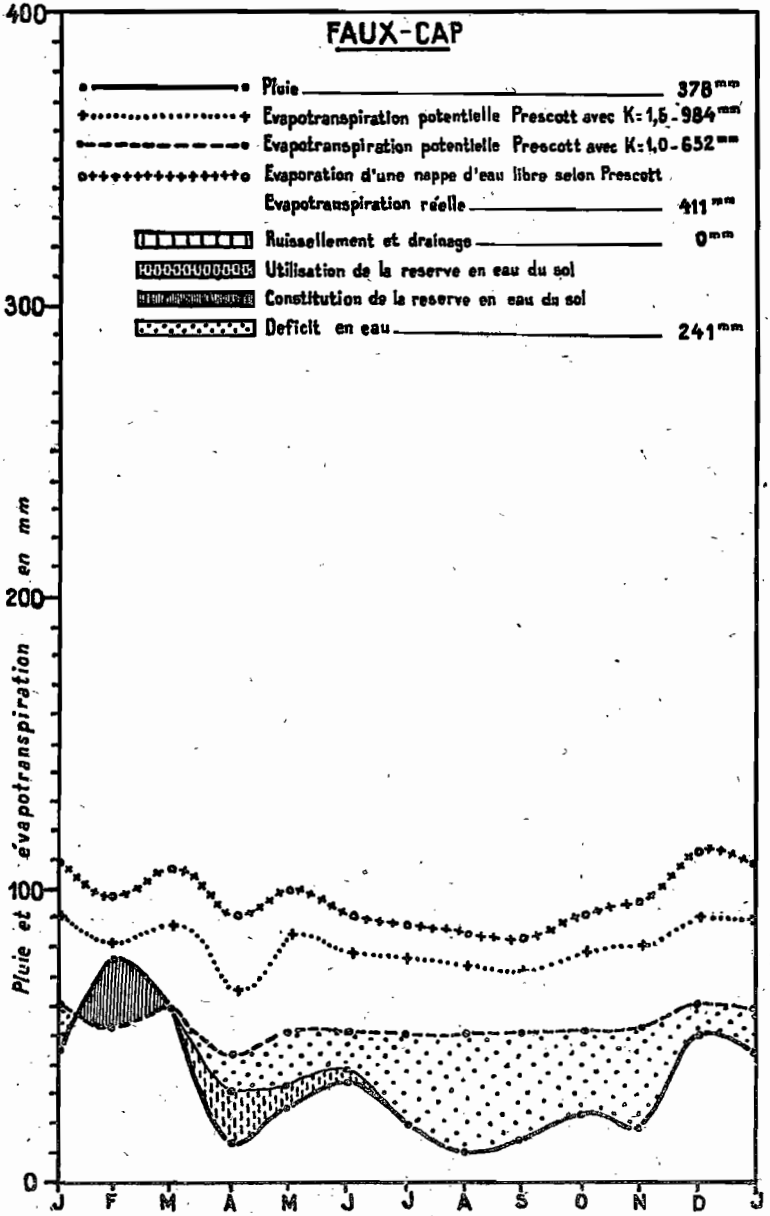

FAUX-CAP
Pluie 378 mm
Evapotranspiration potentielle Prescott avec K=1,5 984 mm
Evapotranspiration potentielle Prescott avec K=1,0 652 mm
Evaporation d'une nappe d'eau libre selon Prescott
Evapotranspiration réelle 411 mm
Ruissellement et drainage 0 mm
Utilisation de la reserve en eau du sol
Constitution de la reserve en eau du sol
Deficit en eau 241 mm
Pluie et évapotranspiration en mm
400
300
200
100
0
J F M A M J J A S O N D J

Fig. 7

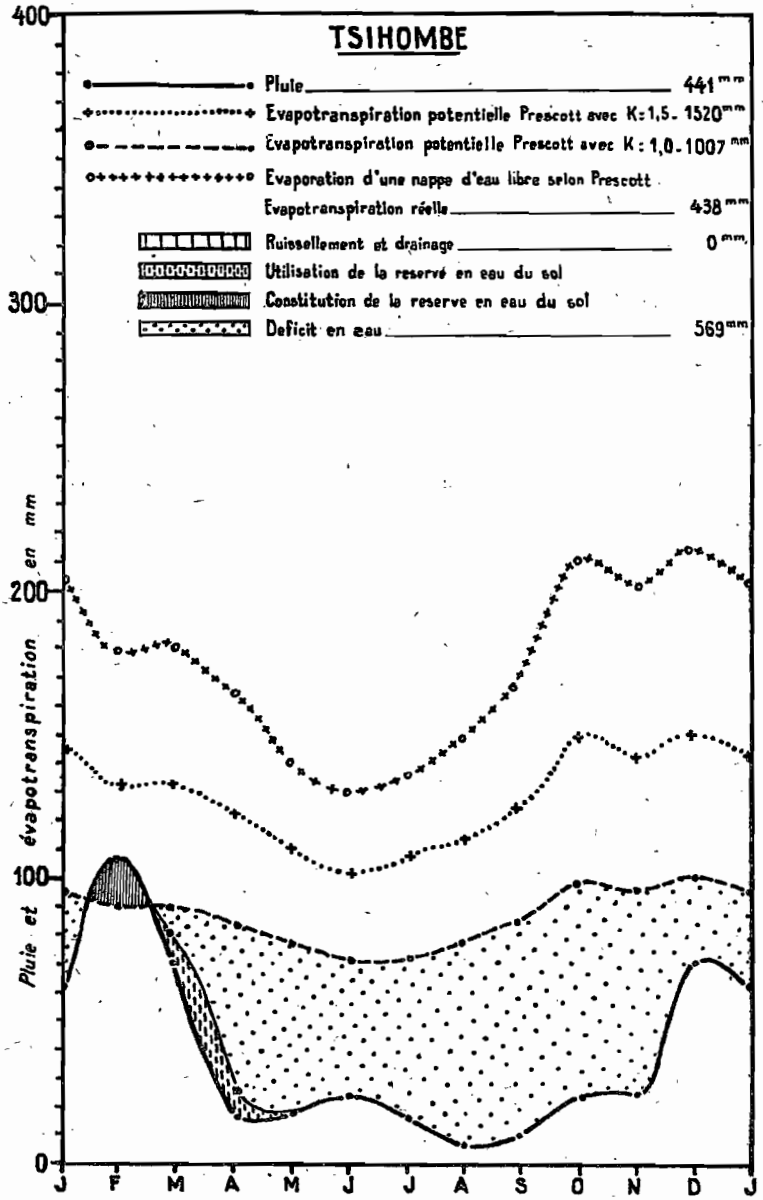

TSIHOMBE
Pluie 441 mm
Evapotranspiration potentielle Prescott avec K=1,5 - 1520 mm
Evapotranspiration potentielle Prescott avec K : 1,0 - 1007 mm
Evaporation d'une nappe d'eau libre selon Prescott
Evapotranspiration réelle 438 mm
Ruissellement et drainage 0 mm
Utilisation de la reserve en eau du sol
Constitution de la reserve en eau du sol
Deficit en eau 569 mm
Pluie et évapotranspiration en mm
400
300
200
100
0
J F M A M J J A S O N D J

Fig. 8

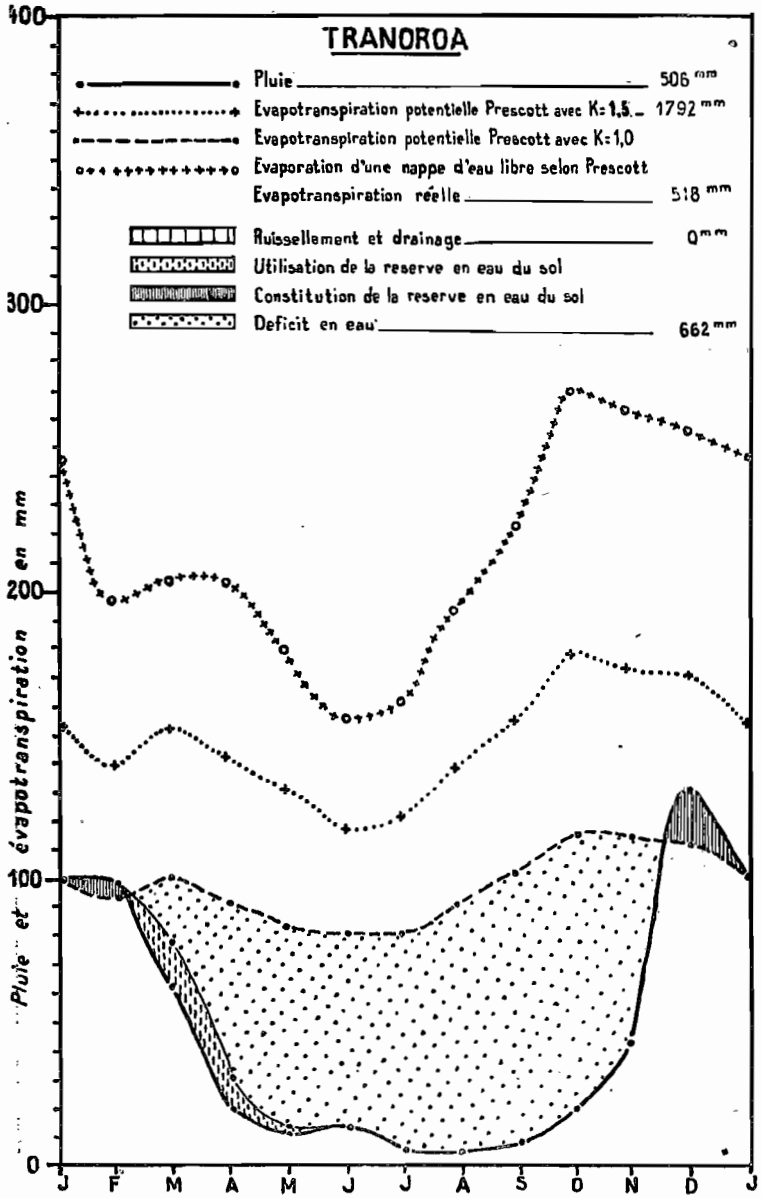

TRANOROA
Pluie 506 mm
Evapotranspiration potentielle Prescott avec K=1,5 1792 mm
Evapotranspiration potentielle Prescott avec K=1,0
Evaporation d'une nappe d'eau libre selon Prescott
Evapotranspiration réelle 518 mm
Ruissellement et drainage 0 mm
Utilisation de la reserve en eau du sol
Constitution de la reserve en eau du sol
Deficit en eau 662 mm
Pluie et évapotranspiration en mm
400
300
200
100
0
J F M A M J J A S O N D J

Fig. 9

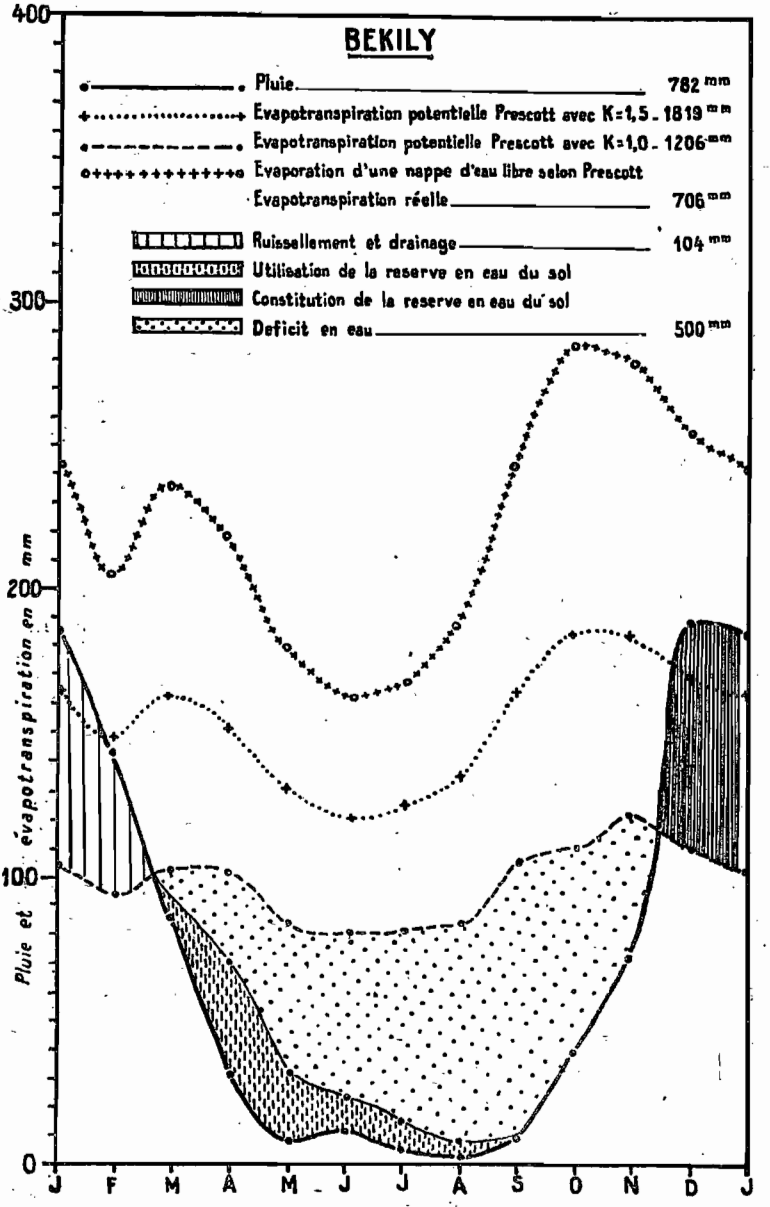

BEKILY
Pluie 782 mm
Evapotranspiration potentielle Prescott avec K=1,5 1819 mm
Evapotranspiration potentielle Prescott avec K=1,0 1206 mm
Evaporation d'une nappe d'eau libre selon Prescott
Evapotranspiration réelle 706 mm
Ruissellement et drainage 104 mm
Utilisation de la reserve en eau du sol
Constitution de la reserve en eau du sol
Deficit en eau 500 mm
Pluie et évapotranspiration en mm
400
300
200
100
0
J F M A M J J A S O N D J

Fig. 10

D'après les graphiques, le ruissellement est toujours nul, sauf dans le cas de Bekily. Il faut cependant remarquer que dans la zone cristalline en particulier, par suite de la tendance subsquelettique des sols et du fait de l'intensité des pluies d'orage, ce ruissellement est important et contribue de façon essentielle à l'alluvionnement de rivières comme la Menarandra et le Manambovo, alluvionnement à forte prédominance sableuse. Dans la zone sédimentaire, au contraire, la capacité d'imbibition de la plupart des sols est très élevée et le ruissellement quasi nul.

4° Les vents

Alors que les vents du Sud et de l'Ouest apportent les pluies, mais sont souvent divergents, les vents de l'Est-Sud-Est sont les plus constants et les plus actifs dans la morphogénèse éolienne de la zone côtière. Ils ont une action desséchante sur les cultures, particulièrement en mars-avril et ils provoquent sur les sols sableux dénudés des remaniements superficiels importants.

5° La végétation

La flore de la zone méridionale présente une adaptation xérophytique marquée; cependant, il est rare que l'enracinement soit important, et les sols subsquelettiques sur cristallin ou sur calcaire peuvent supporter un couvert naturel très dense. Cette flore xérophytique fait d'ailleurs place dans le Nord de la zone cartographiée à une steppe arborée ou arbustive à *Hyparrhenia*, très dégradée et soumise aux feux de brousse. Le bush lui-même est souvent incendié.

Dans la végétation xérophytique de l'Androy, on peut distinguer avec R. Decary (10) : le bush à Euphorbes arborescentes des terrains calcaires, la forêt sèche à *Alluaudia* et *Adamsonia* sur les terrains cristallins et les nappes d'épandages sableuses, la forêt d'alluvions à types tropophytes (*Tamarindus* et *Dalbergia*), la végétation des dunes (sens large) à Mimosées et Euphorbes épineuses. Mise à part la forêt d'alluvions, ces types de végétation fournissent au sol peu de matière organique (celle-ci est rapidement minéralisée) et constituent une médiocre protection contre l'érosion, surtout sur les formations calcaires. La topographie joue un rôle essentiel dans l'érosion pluviale alors que la végétation protège surtout de l'érosion éolienne.

La région d'Ampanihy-Beloha est, dans l'Extrême-Sud, une des plus atteintes par l'homme dans son couvert naturel. Au bush où à la forêt sèche se substitue une steppe arbustive à *Aristida*, où dominent *Psiadia altissima* (*Jira*) (*), *Indigofera compressa* (*Monjola*), *Rhizogum madagascariense* (*Hazontaha*),

(*) Les déterminations botaniques ont été faites par J. Bosser, Botaniste à l'I.R.S.M.; nous l'en remercions particulièrement.

Helychrysum sp., *Kalanchoe beharensis* (*Mongy*), ou bien une steppe herbacée très clairsemée à base de *Panicum Vœltzkowii* (*Ahidaly*).

Un arbuste : *Discrostachys sp.* (*Havoha*) est caractéristique des terrains argilo-calcaires en végétation secondaire.

Parmi les plantes de jachère ou de prairies naturelles, citons : *Cynodon dactylon* (*Kidresy*), dominante dans la forêt côtière, *Panicum Vœltzkowii* (*Ahidaly*), *Cenchrus ciliaris* (*Trongatsy*), *Aerva javanica* (*Volofotsy*), *Digitaria sp.* (*Volonaondry*), *Tridax procumbens* (*Angamay*), *Cenchrus echinatus* (*Motindambo*), *Eragrostis sp.* (*Ahipohy*).

Les prairies à *Kidresy* et *Trongatsy*, fréquentes dans les formations sableuses de la zone côtière, constituent une bonne protection contre l'érosion éolienne.

Les prairies à *Volonaondry* (herbe à moutons) viennent bien dans les zones les plus humides et au voisinage des mares.

Les cultures sont principalement concentrées dans la vallée de la Menarandra, un peu dans celle du Manambovo, et surtout dans la région de Beloha et la zone côtière au sens large. Leur répartition, leurs exigences et leurs possibilités d'adaptation seront envisagées après l'étude des sols.

B. — ROCHES-MERES, MATERIAUX ORIGINELS ET GEOMORPHOLOGIE

1° Généralités

Le socle ancien, constitué essentiellement de schistes cristallins précambriens, a été recouvert au Sud-Ouest par la transgression éocène. Cette série sédimentaire a été dégagée en *cuesta* par l'érosion, les formes résiduelles du massif ancien sur lequel s'était faite la transgression ont été exhumées, et leur érosion a donné naissance à un glacis d'accumulation de sédiments continentaux (pédiment néogène) qui ont envahi la dépression subséquente préalablement formée.

Probablement lors de la phase terminale de sédimentation, le glacis a été recouvert, dans sa partie méridionale, par des systèmes dunaires importants, aujourd'hui plus ou moins grésifiés et rubéfiés en surface, présentant une extension maximum entre le Mandrare et la Menarandra.

Ce glacis continental, qui s'étendait assez loin en mer, a été à son tour attaqué par l'érosion, sur la bordure du massif ancien; là où le réseau hydrographique primitif de la couverture sédimentaire était dense (région d'Ampanihy, vallée de la Menarandra), le déblaiement a été intense et le pédiment ne subsiste plus que sous forme de reliefs résiduels ou de buttes-témoins. Au contraire, à l'ouest du Manambovo, entre Beloha et Tranoroa, la surface du glacis a été conservée à peu près intacte (cf. fig. 11).

A l'ouest du cap Sainte-Marie, la plaine littorale, d'abord très étroite, va en s'élargissant vers la Menarandra.

Elle est dominée par un grand talus intérieur constitué d'abord par des séries gréso-calcaires d'origine dunaire recouvrant le néogène continental jusqu'à la rive gauche de la Menarandra, puis par l'éocène, recouvert aussi localement de séries gréso-calcaires. A l'Est du cap, la retombée du plateau sédimentaire est beaucoup moins brutale et la plaine littorale inexistante.

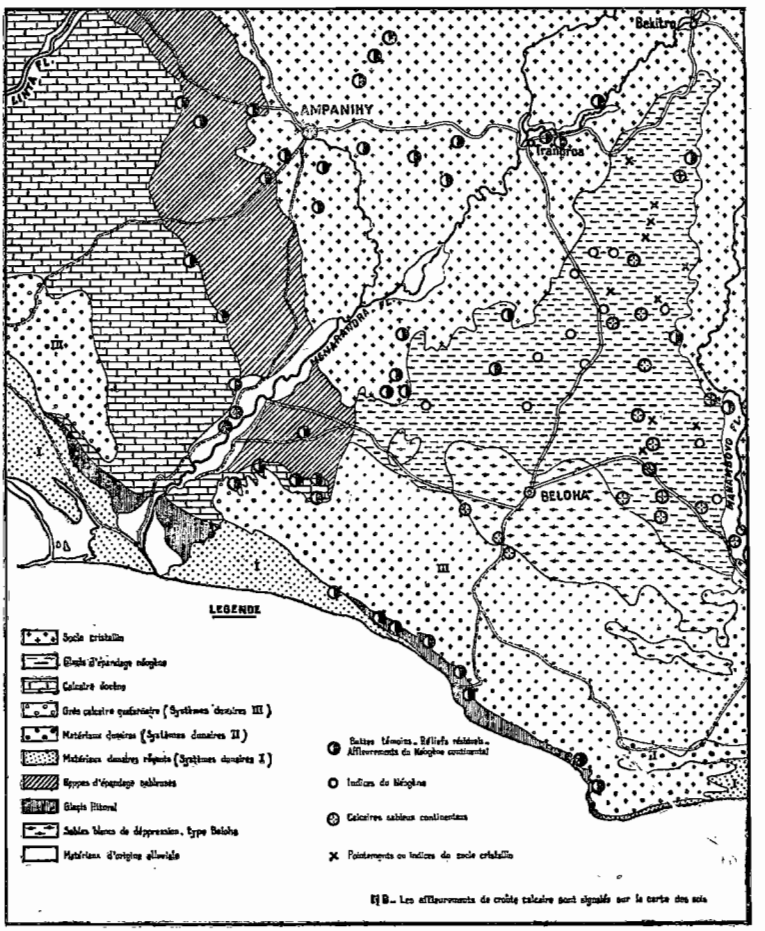


FIG. 11 — RÉPARTITION SCHÉMATIQUE DES ROCHES-MÈRES ET MATÉRIAUX ORIGINELS

L'étude détaillée de la zone littorale a été faite récemment par R. BATTISTINI (5) qui range dans l'*Æpyornien* tous les dépôts mis en place postérieurement au grand glacis sédimentaire présumé néogène (dépôts riches en mollusques terrestres et en

débris d'œufs d'*Æpyornis*; l'*Æpyornien* correspondrait au quaternaire européen ou africain et sans doute au tertiaire supérieur). Nous lui empruntons ce qui suit :

«Les coupes naturelles de la bordure littorale Karimbola montrent l'existence dans cette région de trois phases principales de sédimentation, de durée très inégale, au cours de l'*Æpyornien*. Lors d'une première phase, de beaucoup la plus longue, a été mise en place l'épaisse série gréso-calcaire qui constitue l'essentiel de la grande falaise du cap Sainte-Marie au-dessus des calcaires marins tertiaires et le talus intérieur des plaines côtières de Lavanono et de Tsivaha au-dessus du néogène continental. Au cours d'une seconde phase, l'*Æpyornien* ancien et les terrains qu'il recouvre ont été attaqués par une transgression de la mer jusqu'à + 3 mètres environ au-dessus du niveau des plus hautes mers actuelles; nous donnons à cette transgression marine le nom de «karimbolienne». La troisième et dernière phase, contemporaine d'une régression marine postérieure au maximum karimbolien, a été marquée par de grands épandages détritiques qui, sous un climat plus humide que le climat actuel, ont recouvert les dépôts marins et dunaires karimboliens, et fossilisé en partie la base de la falaise morte karimbolienne. Nous donnons à cette série détritique le nom de «lavanonienne». Enfin, depuis une époque tout à fait récente, l'ensemble de ce matériel est à nouveau attaqué par une érosion marine et fluviatile en relation avec une remontée flandrienne du niveau de la mer.»

2° Le socle ancien

Les roches métamorphiques comprennent :

— le groupe d'Ampanihy d'une part, dérivant de séquences silico-alumineuses et carbonées, comportant surtout des gneiss à biotite et amphibole avec leptynites;

— le groupe d'Ampandrandava d'autre part, dérivant de séries silico-alumineuses et calciques et caractérisé par des gneiss à pyroxènes et biotite, associés à des leptynites.

Parmi les roches éruptives anciennes, les pegmatites sont abondantes dans toute la région. On trouve également des orthogneiss à amphibole, des labradorites à hypersthène, des filons à faciès basaltiques. Les quartzites sont également abondantes.

L'axe des plissements dans les terrains métamorphiques est en général SSW-NNE et conditionne l'orientation de la plus grande partie du réseau hydrographique. Cependant, à l'exemple du Bas-Manambovo, la Menarandra semble avoir au Sud-Ouest de Tranoroa conservé des méandres par surimposition dans le socle à la suite du déblaiement de la couverture sédimentaire.

Ces roches grenues sont soumises à une désagrégation mécanique intense, mais en général la zone d'altération proprement dite est très réduite. Dans les cas favorables (dépressions locales où se concentrent les eaux de ruissellement) l'altération est plus poussée et peut donner naissance à des sols ferrugineux tropicaux atteignant 1 mètre d'épaisseur (terres rouges). Bien que ces séries soient riches en minéraux basiques, la carapace

calcaire d'altération y est peu fréquente, mais les zones d'altération comportent fréquemment des filonnets calcaires. Ici, comme dans tout l'Extrême-Sud, ces minéraux basiques confèrent aux nappes et eaux courantes une minéralisation élevée qui se traduit par des encroûtements calcaires dans les lits de rivières et des concrétions formées par épigénie de racines dans les alluvions anciennes.

Dans la zone cristalline, dès que le sol devient plus épais la prairie disparaît et une végétation arbustive beaucoup plus dense que sur les terrains squelettiques recouvre le sol qui, sous le couvert arbustif, reste nu. Les phénomènes d'érosion se font en rigoles, en nappes ravinantes ou en nappes diffuses. Le réseau de drainage est extrêmement diversifié et ses axes principaux se marquent par d'étroites bandes de sols ferrugineux tropicaux plus humifères.

3° Les sédiments néogènes

Ces sédiments dont l'âge reste mal défini, sont à rapporter à la série d'Andranoabo décrite par H. Besairie (7). Les buttes-témoins de la région d'Ampanihy et les lambeaux résiduels qui tapissent la *cuesta* éocène présentent le plus souvent la succession suivante, de bas en haut : des grès à ciment argileux kaolinique ou des grès rouge clair à stratification entrecroisée, des grès ferrugineux violacés très durs, des grès siliceux très grossiers. Au contact du socle, on observe des poudingues ou conglomérats extrêmement grossiers. Les calcaires sont rares, gréseux, non fossilifères. Les grès ferrugineux sont très résistants à l'érosion et on les retrouve souvent sous forme de pseudo-concrétions dans les sols ferrugineux tropicaux.

La destruction du glacis néogène dans la partie occidentale de la zone cartographiée a donné naissance à l'ouest d'Ampanihy à des nappes d'épandage sableuses qui constituent le matériau originel des sols ferrugineux tropicaux. Là où elles sont imparfaitement aplanies, les formations néogènes, par leur imperméabilité, empêchent la rubéfaction et l'évolution des matériaux d'épandage.

Le glacis néogène, tel qu'il paraît conservé au nord de Beloha et sur le plateau de Lovokarefo, a une pente d'environ 3 p. 1.000. Les formations gréseuses proprement dites sont noyées sous des nappes sableuses relativement peu épaisses : elles sont bien visibles en bordure du plateau (Kokomba, Beadala, Ankobay). Au nord de Kirimosa des grès ferrugineux sont recouverts par deux mètres de sables jaunes dont nous reparlerons. A Beadala, la série se termine par une cuirasse pisolithique constituée par des débris de grès recimentés : cette cuirasse affleure en de nombreux endroits sur le plateau et ne doit pas être assimilée à une cuirasse de mares. A Ankobay, on observe des conglomérats siliceux et des grès à oolithes ferrugineuses comme dans la région d'Amboasary-Sud.

Ici, comme dans le Bas-Mandrare, la présence de niveaux ferrugineux résistants à la fin de la série continentale paraît un caractère général et a permis sa conservation partielle.

Les coupes du néogène, dans le grand talus littoral, ont été décrites par R. BATTISTINI (5). Nous y ajouterons le fait suivant : depuis Reankily jusqu'à Lavanono, la série néogène est

HISTOGRAMMES GRANULOMÉTRIQUES

(fraction 0,05 à 2mm)

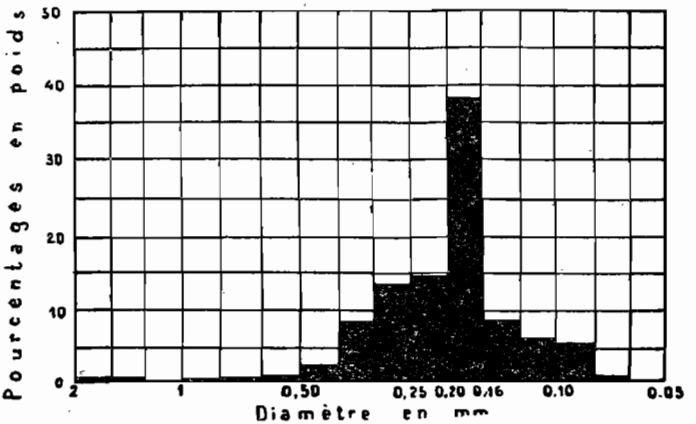


FIG. 12 — SABLE ROUX FOSSILE (BETANDRIA)

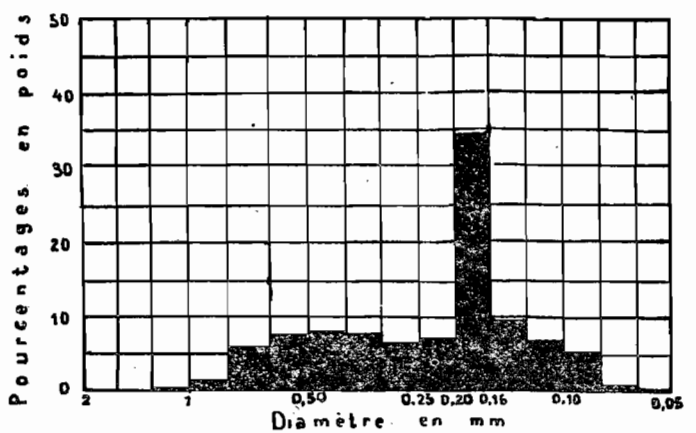


FIG. 13 — GRÈS CALCAIRE QUATERNAIRE (SOAMANITSA)

surmontée par des formations sableuses plus ou moins rubéfiées, non calcaires, mais à concrétions radiciformes gréso-calcaires. Ces formations, recouvertes par les grès dunaires calcaires æpyorniens, sont par leur triage et leur morphoscopie très probablement d'origine dunaire (fig. 12). A l'Est de Lavanono.

jusqu'au cap Sainte-Marie, le néogène proprement dit n'apparaît plus, alors que ces formations sont présentes jusqu'à l'Ouest immédiat du Cap (ravin d'Ampainaoka). Elles constituent de véritables paléosols avec des couches subhorizontales, à rubéfaction décroissante avec la profondeur, et ravinées par les grès æpyorniens. Nous les avons observées à Reankily, Befamata, Betaimbolo, Betindria, Lavanono, Soamanitsy, ravins de Bezavoa et d'Ampainaoka.

Sur le plateau au Nord de Beloha, de nombreux indices montrent que le socle cristallin est souvent à faible profondeur.

Le drainage diffus y est la règle et le ruissellement en nappe extrêmement important. Quelques ruisseaux, peu profonds, fonctionnent temporairement : le plus important est la Maririny qui aboutit au Bas-Manambovo, et dont le cours est jalonné d'affleurement calcaires qui donnent naissance à des sols particuliers. Ces calcaires sont fissurés, parfois pulvérulents, et leur fraction sableuse très fine (30 p. 100 du total) présente des grains subanguleux, luisants. On en trouve également dans la vallée du Manambovo (nord de Beabobo) et au sud de la dépression de Beloha. Nous pensons qu'on peut les considérer comme des dépôts fluviatiles, postérieurs aux sédiments néogènes proprement dits, et pouvant être comparés aux sédiments calcaires de la dépression d'Ampamolora, au nord d'Ambovombe (12).

4° Les matériaux quaternaires et récents

L'origine dunaire de la série gréso-calcaire (Aepyornien) apparaît ici plus nettement que dans la région d'Ambovombe, grâce aux coupes du grand talus littoral (on peut observer au cap Sainte-Marie des stratifications entrecroisées en forme de coins, caractéristiques des séries dunaires). La granulométrie présente un seul maximum très net de triage éolien (fig. 13) et la morphoscopie confirme nettement les actions éoliennes, sur ce matériau originel. Les matériaux des dunes vives actuelles possèdent des caractères analogues.

Les sols rouges et jaunes de décalcification formés sur cette série gréso-calcaires ont, en général, une fraction sableuse un peu plus grossière, avec une courbe granulométrique à deux maxima, ce qui implique des remaniements. La morphoscopie montre une action éolienne plus poussée que dans le matériau originel sur l'ensemble de la fraction sableuse (fig. 15).

La morphologie dunaire de cette série a pratiquement disparu. De petites dépressions fermées, dont la plus importante est celle de Besakoa au nord de Marovato, peuvent être considérées comme les reliques de cette morphologie, orientées dans le sens des vents dominants E.-S.-E., comme les systèmes dunaires actuels.

Les nombreux affleurements de croûtes calcaires ont été signalés sur la carte des sols. Les différentes origines possibles (formations lacustres en cuvettes, enrichissement des horizons profonds par nappe phréatique ou un processus de lessivage), déjà étudiées dans la feuille d'Ambovombe (p. 14), sont valables ici.

La dépression de Beloha constitue un cas particulier : la dépression topographique actuelle ne correspond pas à la limite

HISTOGRAMMES GRANULOMÉTRIQUES
(fraction 0,05 à 2mm)

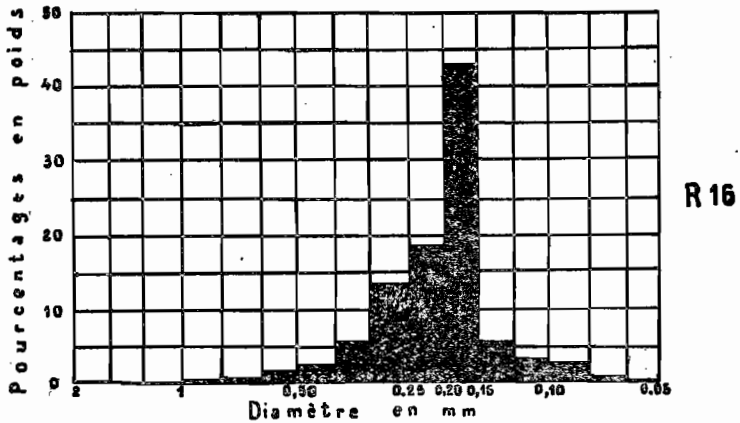


FIG. 14 — DUNE VIVE (MAROVATO)

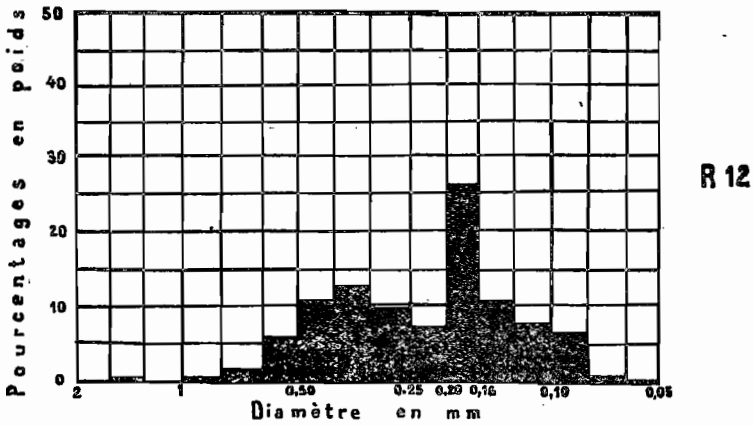


FIG. 15 — SOL ROUGE SUR GRÈS QUATERNAIRE

des sables blancs ou beige quartzeux dépourvus d'oxydes de fer. Les sables blancs se poursuivent, au Sud-Est, par une zone dépressionnaire de sables jaunes de décalcification qui s'étend jusqu'au nord de Befamata à 121 mètres d'altitude et est séparée

du talus littoral par un mince bourrelet. Alors que Beloha est à 154 mètres, les sables blancs atteignent au Sud-Est l'altitude de 200 mètres, c'est-à-dire, voisine des cotes les plus élevées de la série gréso-calcaire et nettement supérieure à l'altitude moyenne (140 mètres) de la partie méridionale du glacis néogène. Les points les plus bas dans les sables blancs se trouvent au Nord-Est, près du couloir de la Maririny (109 mètres).

Nous avons considéré ces sables blancs comme un véritable matériau originel, car la topographie que nous venons de décrire montre qu'ils ont subi des remaniements importants après leur formation en conditions probablement hydromorphes. Ils présentent localement des traces d'hydromorphie en profondeur, mais ne peuvent être classés d'une façon générale dans les sols hydromorphes, comme pouvaient l'être, avec des restrictions, les sables blancs de la région d'Ambondro, sur la feuille d'Ambovombe (p. 31).

Les sables blancs de Beloha peuvent être interprétés comme les vestiges d'une formation lacustre ancienne, constituée lors de la progression de la série dunaire ancienne sur le glacis néogène et n'ayant trouvé que tardivement un exutoire vers la vallée du Manambovo. Les sables blancs présentent des courbes granulométriques assez étalées à deux ou trois maxima, le dernier maximum, caractéristique des dunes et plus net au Sud qu'au Nord de la zone des sables blancs, étant peu marqué (fig. 16 et 17). Le degré d'usure est moins élevé dans la partie septentrionale de la dépression (sables de ruissellement) que dans la partie méridionale (sables dunaires), en particulier au sud-est de la dépression. Il en va de même du degré d'éolisation (*).

Actuellement, dans les sables blancs de Beloha, se concentrent la majeure partie des eaux de ruissellement du glacis et leurs nappes superficielles alimentent de nombreux puits.

Des sables dunaires décalcifiés, mais plus ou moins rubéfiés, prolongent au nord du cap Sainte-Marie la série dunaire déjà reconnue sur la *feuille Ambovombe*, plus récente, avec une morphologie en petites dunes paraboliques bien visibles sur photographies aériennes.

Les dunes récentes présentent des formes paraboliquees ou en traînées, alignées E.-S.-E. La fixation par le bush à Euphorbes paraît assez rapide en arrière du récent cordon littoral, mais localement peuvent se produire des remises en mouvement très importantes, comme au sud de Tsialangy, où des dunes récentes viennent recouvrir le grand talus littoral (dunes en vagues).

Les alluvions anciennes, profondément rubéfiées, présentent comme dans la région d'Ambovombe, des concrétions gréso-calcaires en forme de racines, disséminées dans la masse, analogues à celles observées dans les séries sableuses rubéfiées des coupes du talus littoral. Il s'agit probablement d'un phénomène postérieur à la rubéfaction du matériel, par l'intermédiaire de nappes phréatiques particulièrement riches en carbonates.

(*) L'étude granulométrique et morphoscopique des formations superficielles sableuses du sud et du sud-ouest de Madagascar fera l'objet d'une publication séparée.

C. — LES VARIATIONS CLIMATIQUES ANCIENNES

Disons de suite qu'elles demeurent très mal définies. La fin de la sédimentation néogène s'est faite probablement sous un

HISTOGRAMMES GRANULOMÉTRIQUES
(fraction 0,05 à 2mm)

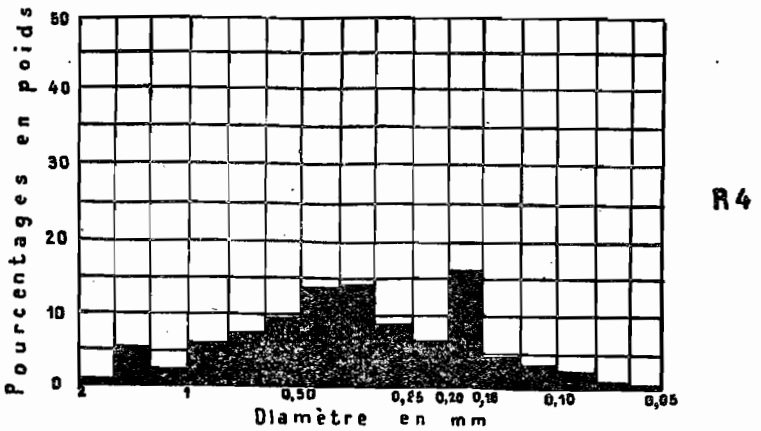


FIG. 16 — SABLE BLANC (N-E DE BELOHA)

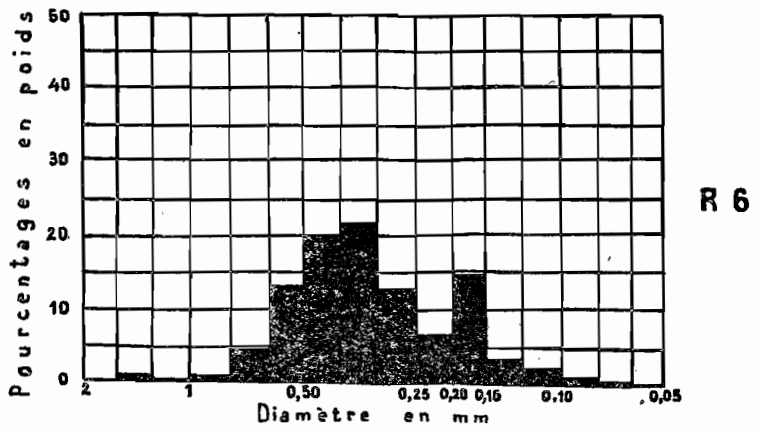


FIG. 17 — SABLE BLANC (ITRAMBO)

climat tropical à saisons alternantes, si l'on en juge d'après les niveaux ferrugineux de l'intérieur et les paléosols du talus littoral. Une phase d'aridité a vraisemblablement présidé à la

mise en place de l'énorme série dunaire ancienne. La rubéfaction profonde et intense de cette série paraît difficilement réalisable sous un climat aussi sec que l'actuel : cette évolution s'est sans doute produite sous une phase un peu plus humide, en même temps qu'était déblayée une partie du glacis néogène. Un desséchement progressif du climat jusqu'à l'époque actuelle, paraît ensuite le plus vraisemblable car les sols du glacis littoral, les dunes anciennes non rubéfiées, les alluvions des terrasses moyennes, présentent une évolution pédogénétique presque nulle. A ce sujet, les faciès fluviatiles des formations décrites par R. BATTISTINI (5) pour appuyer l'existence des pluviaux pré et post-karimboliens, ne sont pas convaincants (la transgression karimbolienne serait équivalente à celle de l'ouljien du Maroc). En effet, les caractères mêmes des dépôts décrits : usure et calibre très variables, alternance de lits grossiers à blocs calcaires plus ou moins roulés et de sables, peuvent très bien convenir à une formation de piémont en climat sec (une partie de ces dépôts sont des matériaux néogènes remaniés). Actuellement, de nombreux ravins sont fonctionnels lors des orages et la partie supérieure encroûtée des séries gréso-calcaires anciennes se démantèle en blocs.

III. — CLASSIFICATION DES SOLS

La classification adoptée est pour les classes et sous-classes la classification génétique présentée en juin 1958 par G. AUBERT au sous-comité du CRACCUS (2). Les autres subdivisions sont basées sur la couleur, la texture, l'importance de l'horizon humifère, la présence de calcaire, et surtout la nature de la roche-mère ou du matériau originel.

Les remarques faites à propos de la classification des sols dans la feuille d'Ambovombe (p. 16), sont valables ici : nous en rappelons l'essentiel. Lorsque l'individualisation du fer est le seul phénomène apparent et que le matériau originel n'est pas calcaire, les sols peuvent être classés dans la sous-classe des sols ferrugineux tropicaux, telle que l'a définie G. AUBERT (3).

En ce qui concerne les sols de décalcification, ils résultent d'un processus de lessivage du calcaire avec mobilisation des composés du fer sous forme de complexes ferri- et ferro-siliciques. Le lessivage du calcaire a probablement produit dans la plupart des cas l'encroûtement du matériau originel à un niveau variable, mais ensuite, le matériel rubéfié a subi des remaniements importants en même temps que l'horizon encroûté se durcissait de plus en plus. Le seul fait qu'un sable roux repose sur une croûte calcaire n'implique pas obligatoirement qu'il s'agit du matériau originel de ce sol, et d'autres hypothèses sont valables pour la formation de la croûte (cf. feuille d'Ambovombe, p. 14). On peut rapprocher les sols rouges sur calcaire de l'Extrême-Sud des sols rouges méditerranéens. D'après A. REIFENBERG (19) la formation des sols rouges dans la zone méditerranéenne ne se produit que pour des valeurs de l'indice de LANG (P/T) comprises entre 30 et 60; or, la région

littorale du Sud a des valeurs voisines de 20 ou inférieures, ce qui confirmerait l'action peu rubéfiante du climat actuel. D'autre part, les pluies tombent ici en saison chaude, mais sont extrêmement irrégulières.

Par l'ensemble de leurs caractéristiques, les *Red sandy soils* décrits par A. REIFENBERG (20), en Israël, se rapprochent le plus des «sables roux» de décalcification du Sud. Ces sols se sont formés en région méditerranénne semi-humide, sur un grès calcaire d'origine dunaire. mais dans de nombreux cas sont considérés comme d'origine fossile. La présence de croûtes calcaires n'est pas signalée. Les sables du Kalahari sur calcaire, décrits par C.R. Van der MERWE (24) présentent des caractères physico-chimiques également très voisins de ceux du Sud malgache, mais la génèse du profil est différente. En effet, les sables du Kalahari sont d'origine éolienne et se sont déposés sur des roches riches ou non en chaux. Dans le cas des sables sur calcaire, d'après Van der MERWE, l'horizon B qui affleure parfois sous forme d'une croûte, ne serait pas dû à un lessivage du carbonate, mais est bâti dans le dépôt sableux par remontée capillaire et évaporation à partir de la roche sous-jacente.

Les sols ferrugineux tropicaux sur calcaire décrits par P. SEGALEN (22) dans le Nord-Ouest de l'Ile, et d'ailleurs formés sous climat nettement rubéfiant (P/T = 60) se rapprochent davantage des *terra rossa* que les sols du Sud, exception faite pour les sols subsquelettiques sur calcaire éocène.

Dans la zone cartographiée (comme dans la région d'Ambovombe) sur la rive droite de la Basse-Menarandra, existent des intermédiaires entre les sols de décalcification rubéfiés et les dunes anciennes calcaires : sables dunaires jaunes avec début de lessivage du calcaire. Ils ont été classés dans les sols peu évolués.

Dans les sols rouges, le rapport SiO^2/Al^2O^3 est assez souvent inférieur à 2, ce qui demeure inexpliqué, à moins d'envisager l'apport éolien de fines particules argileuses ou la formation de ces sols sous un climat latéritisant. L'attaque triacide est actuellement faite sur la fraction argileuse seule, et les résultats seront peut-être plus concluants.

CLASSIFICATION

I. — SOLS A HYDROXYDES ET HUMUS BIEN DÉCOMPOSÉ

A. — *Sols de décalcification* (pseudo-méditerranéens) :

Sols rouges subsquelettiques sur calcaire éocène;
Sols rouges sableux sur grès calcaires quaternaires;
Sols rouges de dolines;
Sols rouges sur calcaires sableux fluviatiles;
Sables dunaires décalcifiés plus ou moins rubéfiés;
Sols jaunes sableux intermédiaires;
Sols jaunes sur calcaires sableux fluviatiles.

B. — *Sols ferrugineux tropicaux non lessivés*

Sols rouges peu humifères :

— Nappes d'épandage;
— Alluvions anciennes;

Sols rouges humifères (thalwegs et dépressions);
Sols jaunes (nappes d'épandage);
Sols jaunes sableux sur néogène continental.

II. — SOLS HYDROMORPHES

Sols noirs hydromorphes (origine due à des conditions topographiques) :

— Sur matériaux fluviatiles argilo-calcaires (axes de drainage);
— Dépressions endoréiques.

III. — SOLS SALÉS

Sols salins (alluvions récentes salées).

IV. — SOLS CALCIMORPHES

Sols rendzinoïdes sur calcaires sableux fluviatiles.

V. — SOLS PEU ÉVOLUÉS A PROFIL A C

A. — *Sols d'érosion* (rankers lithosoliques)

Sols ferrugineux tropicaux subsquelettiques sur séries métamorphiques;
Sols gris sableux sur néogène continental;
Sols gris sablo-argileux sur gneiss.

B. — *Sols d'apport*

Alluvions peu évoluées (influence d'une nappe en profondeur) :

— Calcaires;
— Non calcaires.

Alluvions récentes :

— Calcaires ou saturées en calcium;
— Non calcaires.

Sols éoliens :

— Dunes anciennes faiblement rubéfiées;
— Dunes anciennes calcaires.

Sables blancs ou beige, type Beloha (origine complexe);
Sols colluviaux (glacis de bas de pentes calcaires).

VI. — SOLS MINÉRAUX BRUTS

A. — *Sols bruts d'érosion*

Lithosols :

— Séries métamorphiques;
— Calcaire éocène et grès quaternaires;
— Néogène continental;
— Carapace calcaire.

B. — *Sols bruts d'apport*

Sols colluviaux : Colluvions sableuses calcaires;

Sols éoliens :

— Dunes récentes fixées;
— Dunes récentes vives.

Alluvions actuelles.

N.B. — Nous avons groupé sous forme de complexes des types de sols qui, pour des raisons d'échelle, n'ont pu être indiqués séparément sur la carte et ont été représentés par un même symbole (la répartition de ces sols n'est pas liée à une loi topographique particulière).

IV. — DESCRIPTION ET CARACTERISTIQUES GENERALES DES PRINCIPAUX TYPES DE SOLS

I. SOLS A HYDROXYDES ET HUMUS BIEN DECOMPOSE

A. — SOLS DE DÉCALCIFICATION (PSEUDO-MÉDITERRANÉENS)

Ces sols se sont formés à partir d'une roche-mère ou d'un matériau originel calcaire. Ils occupent la partie Ouest de la carte et la plus grande partie de la zone côtière (*sensu lato*). Le lessivage du calcaire est le plus souvent total dans l'ensemble du profil jusqu'au matériau originel. La rubéfaction est également complète et homogène, mais d'intensité variable selon les types de sols, variant du rouge foncé au jaune clair.

1° *Sols rouges subsquelettiques sur calcaire éocène*

a. *Localisation, végétation, drainage*

Ces sols, en complexe avec des lithosols sur calcaire, occupent la quasi-totalité du plateau éocène à l'Ouest de la zone cartographiée. La roche-mère est un calcaire fin à tendance marneuse s'encroûtant facilement. La superficie qu'ils couvrent est d'environ 91.260 hectares.

La végétation est un bush arbustif à épineux, moyennement dense avec peu d'Euphorbes. Le tapis herbacé est très clairsemé et souvent le sol reste nu. Lors des pluies, l'eau stagne sur place

et on observe fréquemment après évaporation une mince pellicule d'argile de quelques millimètres à la surface du sol.

b. *Morphologie*

Le sol est souvent peu épais (20 à 50 centimètres) parsemé de dalles calcaires blanches ou grises, plus ou moins lapiézées. La transition entre sol et calcaire est toujours brutale (n° des profils analysés : 1 — 8) (*).

Sur le plateau, près du village d'Ampamohava, on peut observer le profil suivant :

0 à 20 cm : Horizon rouge brunâtre à rouge foncé, humifère, sablo-argileux; à structure massive ou faiblement nuciforme, secondairement poudreuse et particulaire. Enracinement faible.

20 à 40 cm : Horizon rouge vif, légèrement durci, sablo-argileux à sableux, structure massive, secondairement particulaire;

40 cm : Dalle calcaire.

Fréquemment l'horizon humifère ne dépasse pas 10 centimètres d'épaisseur.

c. *Caractéristiques physiques et chimiques*

La réaction est neutre en surface à faiblement acide en profondeur (pH 6,0 à 7,4).

Le sable fin atteint environ 50 p. 100 dans l'ensemble du profil, et la somme argile + limon 35 à 40 p. 100 ce qui explique un certain durcissement du sol en saison sèche.

La matière organique est en quantité notable pour la région : plus de 2 p. 100 en surface, et conserve une certaine teneur dans l'ensemble du profil (1 p. 100). L'azote total peut atteindre 4 p. 100 mais le rapport C/N est bas (2,5 à 7,5). L'humidité équivalente est moyenne, 15 à 20 p. 100 en surface.

Le complexe absorbant se caractérise par une faible capacité d'échange : 15 meq./100 g. et est complètement saturé grâce à des teneurs élevées en bases échangeables, particulièrement en chaux (CaO 16 meq./100g.).

L'analyse du sol au réactif triacide donne un rapport silice/alumine voisin de 2, parfois inférieur. Le sol est bien pourvu en réserves de chaux et de potasse, pauvre en phosphore.

d. *Utilisation*

Etant donné leur faible épaisseur et leur encombrement rocheux, ces sols sont inaptes à toute culture. Mais en saison des pluies, par suite du drainage défectueux et du manque de fissuration des calcaires, se forment à la surface du plateau de très nombreuses mares, réservoirs naturels pour le bétail.

(*) Cf. résultats analytiques : le numéro du profil est suivi des unités croissantes en fonction de la profondeur. Ex. profil 1 avec horizons 11 et 12, profil 8 avec horizons 81 et 82.

Protégé des incendies par l'homme, le bush peut servir de pâturage extensif.

2° *Sols rouges sableux sur grès calcaires quaternaires*

a. *Localisation, végétation, drainage*

Ils constituent une large bande dans la zone côtière, en arrière du grand talus littoral, depuis le nord du cap Sainte-Marie jusqu'à l'embouchure de la Menarandra. A l'ouest de ce fleuve, ils sont moins étendus et moins homogènes, la transgression de la série dunaire ancienne sur le plateau éocène ayant été plus limitée vers le Nord. Ces sols couvrent au total une superficie d'environ 104.960 hectares. Souvent, par suite des défrichements nombreux dus à une population particulièrement dense dans cette zone, le bush xérophytique naturel a fait place à une savane arbustive claire avec un tapis herbacé à base d'*Aerva javanica* (Volofotsy). Alors que le bush dense à Euphorbes (*Euphorbia laro* en particulier) et à *Alluaudia* subsiste encore dans la zone intermédiaire entre la cuvette de Beloha et le grand talus littoral, les bordures méridionale et septentrionale de cette large bande de «sables roux», très cultivées, n'ont plus que des jachères à Ahidaly (*Panicum Voeltzkowii*), à Kidresy (*Cynodon dactylon*) et à *Catarànthus*. La steppe arbusive à Jira (*Psiadia altissima*), caractéristique des sols ferrugineux tropicaux, marque pour les sols de décalcification une utilisation abusive et la disparition de l'horizon humifère.

Dans ces sols sableux, très perméables, le drainage est excellent et le ruissellement quasi nul. Cependant ces sols conservent une certaine humidité à faible profondeur, longtemps après les pluies, la texture grossière facilitant sans doute une rupture de la capillarité à la base de l'horizon de surface.

b. *Morphologie*

La roche-mère est constituée par des grès calcaires plus ou moins durcis où le calcaire est généralement en faible proportion par rapport au sable siliceux (15 à 20 p. 100). Cette fraction sableuse témoigne d'un bon triage par le vent (courbe de répartition à un seul maximum très net) avec une médiane dimensionnelle voisine de 0,2 mm. L'indice d'émoussé des grains de quartz est élevé. Les minéraux noirs sont abondants, en particulier l'ilménite.

Le profil du sol est en général simple et homogène (n° des profils analysés : 4-40-44-48-52).

Au nord d'Antsiraka, près du village d'Ampihamy, en zone plane, sous bush dense à Euphorbes, on peut observer le profil suivant :

0 à 15 cm : Horizon rouge brunâtre, peu humifère, sableux, particulaire, peu cohérent; enracinement moyen, porosité ordinaire élevée. Légèrement humide (pluies récentes);

15 à 50 cm : Horizon rouge vif, homogène, sableux, particulaire, peu cohérent. Enracinement faible; légèrement humide;
50 à 75 cm : Horizon rouge orangé vif (sec), sableux, massif, secondairement particulaire. Enracinement nul;
75 à 125 cm : Horizon identique au précédent mais plus tassé, légèrement durci.

Ce tassement augmente en profondeur, mais le sol reste sensiblement homogène en couleur et en texture.

Lorsque le matériau originel encroûté se trouve à faible profondeur, la texture est en général un peu plus grossière, mais l'aspect du profil ne diffère pas. Par exemple, sur la route d'Ampanihy à Androka, près du village d'Ankalangesana, sous culture de sorgho, avec le Volofotsy comme adventice, on peut observer le profil suivant :

0 à 15 cm : Horizon de culture, rouge brunâtre, peu humifère, sableux particulaire, sans cohésion. Quelques racines;
15 à 80 cm : Horizon rouge vif, très homogène, légèrement tassé, à structure massive secondairement particulaire;
80 cm : Dalle calcaire.

L'examen de la fraction sableuse montre que chaque grain de quartz est recouvert d'une fine pellicule rouille, en général transparente; les dépôts ferrugineux d'anfractuosités sont peu abondants. La fraction argileuse est composée pour une part importante d'hydroxydes de fer. La répartition granulométrique du sable rubéfié est en général plus complexe que celle de la roche-mère, avec deux maxima et un accroissement de la fraction grossière : les remaniements postérieurs à la rubéfaction ont provoqué cet accroissement et le matériel dans son ensemble porte les marques d'une éolisation poussée. Les minéraux noirs sont moins abondants que dans la roche-mère et sans doute leur altération a-t-elle contribué à la ferruginisation des grains de quartz.

c. *Caractéristiques physiques et chimiques*

La réaction est neutre à très faiblement acide dans tout le profil.

La texture est d'une manière générale très sableuse (80 à 90 p. 100 de sables), la proportion sables fins/sables grossiers étant assez variable. Le taux d'argile dépasse rarement 10 p. 100 et le limon est toujours en faible quantité. Il n'est donc pas étonnant que ces sols aient une capacité de rétention pour l'eau faible (humidité équivalente de 4 à 7 p. 100) et une forte perméabilité, caractères par lesquels ils diffèrent fortement, comme nous le verrons, des sols ferrugineux tropicaux. Mais ils conservent longtemps un faible taux d'humidité peu utilisable pour les plantes mais créant un microclimat favorable à l'alimentation minérale de celles-ci.

La teneur en matières organiques dans l'horizon de surface, même sous végétation naturelle, ne dépasse guère 1 p. 100 et atteint des valeurs très basses dans les zones trop fréquemment cultivées sans retour prolongé à la jachère. L'azote total dépasse rarement 1 p. 100 et le rapport C/N est souvent très bas.

Le complexe absorbant se caractérise par une faible à très faible capacité d'échange, souvent 4 à 5 meq./100 g, la somme des bases échangeables étant assez variable à cause de grandes variations dans la teneur en chaux. Les teneurs en magnésie sont faibles ou moyennes, celles en potasse plutôt faibles en général. Le degré de saturation est toujours très élevé. Les réserves minérales sont plutôt médiocres, sauf en chaux dont les teneurs sont parfois élevées.

L'analyse du sol au réactif triacide donne des rapports silice/alumine variant entre 2,0 et 2,5, mais parfois inférieurs à 2, sans variations intelligibles.

d. *Vocation culturale*

Ces sols conviennent bien aux cultures vivrières sèches et fournissent des rendements convenables si trois conditions sont réalisées : des pluies suffisantes, des vents desséchants du Sud-Est pas trop violents, un retour à la culture après une jachère suffisamment longue. Les moyens d'action sur le climat sont faibles (des essais de pluie artificielle ont été réalisés avec un certain succès) et l'irrigation ne peut être envisagée. Aussi l'effort de mise en valeur doit-il porter sur les rotations culturales d'une part, l'emploi des brise-vent d'autre part.

Le sorgho convient particulièrement bien à ces sols, alors que la récolte de maïs demeure très aléatoire sauf en année particulièrement humide. L'antaque (*Dolichos lablab*) et le Voanemba, cultivés en association par les Antandroy avec le manioc, exigent pour des rendements corrects un horizon humifère assez bien conservé, même sur une faible épaisseur. La patate vient également bien dans ces sols, après ameublissement de l'horizon de culture.

3° *Sols rouges de dolines*

a. *Localisation, végétation, drainage*

Ces sols occupent des dépressions à fond plat du plateau calcaire éocène, de quelques centaines de mètres de diamètre au maximum. Ils sont recouverts d'une prairie sporadique et les eaux s'y concentrent après les pluies, donnant au sol un aspect tassé. Ces dépressions, très nombreuses, se réduisent fréquemment à des mares temporaires à fond argileux.

b. *Morphologie*

Ces sols se rapprochent beaucoup par leurs caractères physico-chimiques des sols rouges subsquelettiques sur calcaire éocène, mais ils sont nettement plus profonds et demeurent humides plus longtemps.

Sur la route d'Ampanihy à Androka, peu après la montée sur le plateau calcaire, dans une doline, on peut observer le profil suivant (n° 6) :

0 à 15 cm : Horizon rouge brunâtre, peu humifère, limono-sableux, à structure massive, secondairement nuciforme à particulaire, non calcaire. Enracinement faible;

15 à 80 cm : Horizon jaune rouge, sablo-limoneux, poudreux à particulaire, légèrement durci;

80 à 130 cm : Horizon jaunâtre, identique au précédent, un peu plus tassé, non calcaire.

Parfois le profil est nettement plus rubéfié et la proportion de sable grossier augmente : le sol se rapproche alors des sols rouges sur grès calcaires (profil n° 55). Tout dépend des conditions locales du ruissellement et de l'exposition aux vents dominants.

c. *Caractères physiques et chimiques*

La réaction est neutre.

Sables fins et limons dominent dans la texture le plus souvent (plus de 50 p. 100 de sable fin). L'humidité équivalente est fonction de la proportion de sable grossier. La teneur en matière organique est moyenne (1,5 p. 100) ainsi que celle en azote total (1 p. 1.000). La capacité d'échange du complexe absorbant est assez bonne : 15 meq./100 g. Les teneurs en éléments échangeables sont très bonnes pour la chaux, moyennes pour la magnésie et la potasse. Le complexe est saturé.

Les réserves minérales sont bonnes en chaux et en potasse, très faibles en phosphore. Le rapport silice/alumine est anormalement bas, au moins dans les horizons supérieurs.

d. *Utilisation*

Ces sols ne peuvent guère convenir que comme pâturages temporaires, avec à la rigueur une culture de sorgho tous les cinq ou six ans.

4° *Sols rouges sur calcaires sableux fluviatiles*

Ces sols occupent des surfaces restreintes au nord de la dépression de Beloha. Ils ne diffèrent ni par la morphologie, ni par les caractères physico-chimiques des sols rouges de décalcification sur grès calcaires quaternaires d'origine dunaire. Moins tassés que les sols ferrugineux tropicaux, ils se reconnaissent cependant des sols rouges sur grès dunaires par la présence dans le sol ou le matériau originel encroûté de nombreux quartz clastiques anguleux.

Il est probable également que, dans la zone où ils sont situés, ces sols ont reçu des apports des nappes d'épandage du glacis néogène continental. Ils sont en général peu profonds et les affleurements de croûtes calcaires sont nombreux. La végétation est un bush dégradé et le sol est en partie couvert d'Ahidaly et de Sélaginelles. Ces sols doivent être conservés sous végétation naturelle.

5° *Sables dunaires décalcifiés plus ou moins rubéfiés*

a. *Localisation, végétation, drainage*

Ces sols constituent une bande étroite, dans la région de Marovato, au nord-est du cap Sainte-Marie (superficie couverte : environ 5.100 hectares). C'est là la terminaison occidentale de la bande continue formée par ce type de sol, en arrière des dunes anciennes calcaires, sur la feuille Ambovombe. Les limites en sont bien visibles sur photos aériennes grâce à une morphologie en dunes paraboliques encore bien conservées. Ces dunes, en grande partie fixées par un bush moyennement dense, sont de plus en plus cultivées et d'importants remaniements éoliens se produisent en surface : il est alors difficile d'observer un profil en place.

Ces sols sont très perméables par suite d'une texture grossière et le ruissellement est nul.

b. *Morphologie*

Ces sables dunaires paraissent très peu grésifiés, mais les processus pédogénétiques sont les mêmes que dans les sols rouges sableux sur grès calcaires, bien qu'agissant sur un matériel constamment remanié. Dans quelques endroits affleure en surface une croûte calcaire, compacte et blanchâtre. L'épaisseur de sable décalcifié est souvent importante (1 à 3 mètres). La rubéfaction est d'intensité variable, mais la couleur la plus fréquente est le rouge jaune.

A l'est de Marovato, au sud du village d'Amby, on peut observer le profil suivant (n° 49), en pente faible, sous bush assez dense :

Mince couche de sable jaune roulé en surface. Sol humide.

0 à 20 cm : Horizon brun clair, un peu humifère, sableux, particulaire;

20 à 125 cm : Passage progressif à un horizon rouge jaune clair, sableux grossier (grains mats arrondis), particulaire, non calcaire;

1,25 m et plus : Sable identique passant du rouge jaune clair au jaune grossier, particulaire, non calcaire;

A 2,05 m : Calcaire dur, fin, blanchâtre.

Bien que la granulométrie soit grossière pour un sable dunaire, la morphoscopie révèle un indice d'émoussé très élevé et une très forte éolisation des grains de quartz dans toutes les tailles. On constate que la fraction fine est surtout constituée de minéraux noirs : il y a eu vannage des autres éléments fins sous l'action du vent.

c. *Caractéristiques physiques et chimiques*

La réaction est neutre. Ces sols ont une texture encore plus grossière que les sols rouges sur grès quaternaires (50 à 70 p. 100 de sables grossiers). D'où une capacité de rétention pour l'eau extrêmement basse : humidité équivalente 2 à 3 p. 100.

Par suite des vents violents dans cette région proche du littoral et non protégée, l'horizon de surface est constamment remanié et la matière organique y est peu abondante (0,4 à 0,5 p. 100) ainsi que l'azote total. Ces sols, très quartzeux, sont pauvres en éléments échangeables et en réserves minérales.

Le rapport silice/alumine est fréquemment inférieur à 2.

d. *Vocation culturale*

Ces sols sont très cultivés par les autochtones, surtout en sorgho et antaque, et fournissent des rendements corrects en année humide. Le danger de dénudation est cependant grand et l'emploi des brise-vents y est indispensable. Dans cette zone littorale de l'est du Cap, les cultures profitent certainement des condensations occultes, mais sont soumises de plein fouet aux vents desséchants et les rendements sont aléatoires.

Les cultures vivrières peuvent y être pratiquées en associations.

6° *Sols jaunes sableux intermédiaires*

Nous conservons cette appellation très imparfaite, déjà employée sur la feuille Ambovombe. Leur situation topographique et le manque de données pédogénétiques précises sur la couleur de ces sols nous y obligent. Ils n'en sont pas moins, à l'origine, des sols de décalcification.

a. *Localisation, végétation, drainage*

Fréquemment, ces sols occupent des dépressions au sein des sols rouges sur grès calcaires (10 à 30 mètres de dénivellation en moyenne). Dans certains cas, comme dans la dépression de Besakoa, ils sont associés à des sables blancs analogues à ceux de la dépression de Beloha, mais un peu plus fins. On peut donc penser qu'ils représentent le stade rubéfié de sols déjà appauvris en fer par hydromorphie ancienne permanente ou temporaire dont le stade ultime est représenté par les sables blancs.

Outre ces petites dépressions et la bordure des sables blancs de Beloha (positions topographiques analogues sur la carte Ambovombe, en bordure de la dépression d'Ampamoloro et des sables blancs d'Ambondro), la plus grande surface couverte par ces sols se trouve au sud de Kirimosa : il s'agit d'une vaste zone dépressionnaire qui s'étend vers le talus littoral, jusqu'à 4 kilomètres au nord de Befamata.

Au total la superficie couverte est d'environ 22.660 hectares.

La végétation naturelle y est en général plus dégradée que sur les sols rouges, car le cultivateur Antandroy les utilise de préférence pour la culture après défrichement (*tany may*). Le drainage y est excellent.

La limite avec les sols jaunes sableux sur néogène continental situés au nord de Kirimosa est très problématique du fait de l'identité texturale des matériaux originels, et pour cette raison a été tracée en tiretés.

b. *Morphologie*

L'homogénéité de ces sols est frappante tant du point de vue de la couleur que de la texture. Nous n'y avons pas observé de phénomènes actuels d'hydromorphie et en général la croûte calcaire n'affleure pas.

Une partie des «sables fauves», distingués en 1951 dans l'étude de la basse-vallée de la Menarandra (16), peuvent être rattachés à ce type. Le plus souvent, il ne s'agit pas d'un mélange entre sols plus ou moins rubéfiés, car la pellicule d'oxydes de fer jaunes à la surface des grains est de couleur uniforme. A notre avis, il ne s'agit pas de sols jeunes en voie de ferruginisation, mais de sols évolués où les oxydes de fer ont pris un état différent par suite de conditions pédoclimatiques anciennes particulières (la couleur jaune suppose des oxydes de fer hydratés alors que la couleur rouge serait due à une proportion importante d'hématite).

Entre le village de Mifondro-Bevaro et celui d'Angirazato, on peut observer sous bush dégradé et prairie clairsemée à Volonaondry, en zone en place, le profil suivant (n° 43) :

Mince couche de sable blanchâtre ruisselé en surface.
0 à 20 cm : Horizon brunâtre, humifère, sableux particulaire, à enracinement faible;
20 à 60 cm : Horizon jaunâtre, sableux particulaire avec quelques taches ocre rouille très peu nettes et diffuses;
60 cm et + : Sable jaune à jaune beige, tassé, légèrement durci.

Les courbes granulométriques et les caractères morphoscopiques sont identiques à ceux des sols rouges sur grès calcaires quaternaires.

c. *Caractères physiques et chimiques et vocation culturale*

Ces caractères sont identiques à ceux des sols rouges et ces sols ont les mêmes possibilités d'utilisation.

7° *Sols jaunes sur calcaires sableux fluviatiles*

a. *Localisation, végétation, drainage*

Ces sols s'étendent au sud-est du glacis néogène, entre la Manambova et Beloha, en particulier au voisinage du ruisseau Maririny. La roche-mère est un calcaire sableux (30 p. 100 de sable) friable, riche en minéraux noirs, à quartz clastiques abondants.

Ils couvrent une surface d'environ 6.200 hectares, dont une partie en complexe avec des sols rendzinoïdes sur la même roche-mère.

La végétation est un bush arbustif assez dense. Perméables, ces sols sont bien drainés.

b. *Morphologie*

Près de Tratravaky, sur la piste d'Andranoboka, on peut observer en zone plane le profil suivant (n° 41) :

Sable beige ruisselé en surface.

0 à 20 cm : Horizon brunâtre à brun jaune, un peu humifère, sableux, particulaire sans cohésion. Non calcaire;

20 à 40 cm : Horizon jaune blanchâtre, sableux, particulaire, légèrement tassé. Non calcaire;

40 à 60 cm : Horizon beige jaune, sableux, particulaire avec quelques agrégats plus clairs très effervescents.

Au-delà : sable beige très riche en masses calcaires sableuses durcies et riches en minéraux noirs.

Ces sols sont en général peu profonds (souvent 20 à 30 centimètres seulement sont décalcifiés) et la rubéfaction est peu poussée.

c. *Caractéristiques physiques et chimiques*

La réaction est neutre en surface à modérément alcaline en profondeur.

L'analyse mécanique fait apparaître une texture très sableuse (70 à 80 p. 100 de sables) avec une proportion d'éléments fins variant de 10 à 15 p. 100, le taux d'argile augmentant à mesure qu'on se rapproche de la roche-mère. L'humidité équivalente varie entre 9 et 18 p. 100.

Le taux de matière organique atteint 1 p. 100; l'azote total dépasse 3 p. 100. Ces sols sont riches en éléments échangeables et le complexe absorbant, à capacité d'échange plutôt faible, est saturé. Les réserves minérales sont bonnes sauf en phosphore.

d. *Utilisation*

L'inconvénient majeur de ces sols est leur profondeur irrégulière et la présence fréquente de cailloux calcaires dans le profil. Leur faible étendue incite à les laisser en végétation naturelle. De plus, étant donné la faible profondeur à laquelle se trouve le sous-sol calcaire, ce sont des sols qui drainent très rapidement et le dessèchement des cultures y sera plus précoce que sur les sols sableux profonds.

B. — SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX NON LESSIVÉS

Ces sols se sont formés essentiellement sur des matériaux en provenance du socle ancien (nappes d'épandage plus ou moins anciennes, alluvions anciennes). Ils occupent la plus grande partie du glacis néogène conservé au nord de Beloha et font transition à l'ouest de la carte entre la zone cristalline proprement dite et le plateau éocène. Les alluvions anciennes se trouvent dans les cours moyens du Manambovo et de la Menarandra, et à l'est du Manambovo se termine la plaine d'épandage de Jafaro qui occupait une large surface sur la carte d'Ambovombe.

Dans ces sols, le caractère essentiel est l'individualisation poussée des composés du fer, sans lessivage net de l'argile ou du fer. La couleur passe du rouge au jaune rapidement et parfois fréquemment sur de faibles étendues d'où la nécessité dans certaines zones de représenter les sols rouges et jaunes en complexe.

Les sols rouges de ce groupe sont aussi appeles «sables roux» étant donné leur couleur, l'importance de la fraction sableuse et l'épaisseur notable du matériel rubéfié. En fait, ils diffèrent nettement par leur origine, leur évolution, et leurs caractères physiques en particulier, des «sables roux» de décalcification précédemment étudiés, et se rapprochent davantage des sols de la «carapace sableuse» de l'ouest et du nord-ouest de Madagascar.

1° *Sols rouges peu humifères sur nappes d'épandage*

a. *Localisation, végétation, drainage*

Ces sols forment une longue bande Nord-Sud dans la partie centrale du glacis néogène et une autre assez large entre le plateau calcaire et Ampanihy. Ils occupent des surfaces plus restreintes au nord-ouest de Beloha. Au total, ils couvrent une superficie d'environ 113.400 hectares dont une partie en complexes avec les sols jaunes.

La végétation naturelle est le bush à *Alluaudia* dont les témoins bien conservés sont assez rares (cours moyen de la Menarandra); celui-ci a été l'objet d'une exploitation forestière abusive (bois de caisserie) qui malheureusement se poursuit jusqu'aux dernières ressources. Cette végétation est encore plus dégradée que celle recouvrant les sols rouges de décalcification, à cause de l'importance du ruissellement en nappe sur ces sols et d'un tassement important des horizons de surface.

Le drainage superficiel joue ici un rôle fondamental car ces sols très tassés et peu perméables s'imbibent difficilement et une grande partie des pluies d'orages ruisselle sans s'infiltrer. Le réseau de drainage est diffus, mal individualisé jusqu'aux thalwegs principaux ou dépressions de sables blancs.

b. *Morphologie*

L'aspect tassé, colmaté du sol en surface distingue immédiatement ces «sables roux» de ceux sur matériaux calcaires. Dans ces sols la proportion d'argile et de limon est nettement plus élevée et la granulométrie de la fraction sableuse est très hétérogène et étalée. Les grains de quartz montrent une origine cristalline proche (usure faible due au ruissellement) (n°s des profils analysés : 2, 15, 17, 18, 19, 27, 45).

A 5 kilomètres du village Egogy, sur la route d'Ampanihy à Androka, en zone plane, sous bush à épineux assez dense, on peut observer le profil suivant (n° 2) :

Litière clairsemée de feuilles sèches et brindilles éparses.

0 à 20 cm : Horizon rouge brunâtre, un peu humifère, sableux et poudreux, à structure massive secondairement particulaire. Agrégats rudimentaires légèrement durcis, enracinement moyen, porosité ordinaire faible;
20 à 45 cm : Horizon rouge foncé, identique au précédent.
Ensuite profil homogène rouge brique clair, sableux et poudreux, massif, secondairement particulaire; creusé jusqu'à 2,10 m.

La proportion d'éléments fins est dans certains cas plus importante. Ainsi dans le profil suivant (n° 18) observé à l'ouest d'Ampanihy, près du village Andranompe, sous steppe arbustive, avec de nombreuses termitières :

0 à 20 cm : Horizon brun grisâtre, humifère, sablo-argileux, nuciforme, secondairement particulaire et poudreux, à faible porosité ordinaire;
20 à 50 cm : Horizon rouge orangé, massif, secondairement particulaire, sablo-argileux, mais peu cohérent;
50 à 80 cm : Horizon rouge jaune, identique au précédent;
120 à 180 cm : Horizon rouge, argilo-sableux, plastique et massif.
Au-delà de 1,80 m, argile jaune plastique très humide (peut-être sédiment néogène).

La fraction fine se présente d'ailleurs le plus souvent sous forme d'une poudre très fine, riche en composés du fer, tachant les doigts.
Entre les villages d'Ambaliandro et d'Ankobay, on peut observer le profil suivant (n° 27), sous prairie piquetée à *Digitaria,* en zone plane :

Sable orangé de ruissellement en surface du sol.
0 à 10 cm : Horizon brun rougeâtre, sableux peu cohérent, faiblement nuciforme à particulaire, un peu humifère;
10 à 50 cm : Horizon rouge vif, sableux poudreux, particulaire avec de rares agrégats. Un peu tassé, enracinement nul;
50 à 100 cm : Horizon rouge clair, plus poudreux que le précédent, sableux, sans cohésion.
Au-delà de 1 m : sol très sableux, massif, secondairement particulaire, moyennement durci, creusé jusqu'à 1,45 m.

Les termitières sont très abondantes sur ce type de sol; elles ont une action de remaniement des horizons de surface à longue échéance, mais dans le profil actuel leur influence est faible car les galeries faites par les insectes ne descendent pas au-delà de quelques centimètres au-dessous de la surface du sol.

c. *Caractéristiques physiques et chimiques*

La réaction du sol est moyennement à faiblement acide (*p*H 6,0 à 6,5 les plus fréquents).

Les teneurs en sables varient entre 60 et 80 p. 100, les sables grossiers étant d'une façon générale un peu plus abondants que les sables fins. La teneur en argile est assez variable d'un profil à l'autre (10 à 30 p. 100) et le limon dépasse rarement 15 p. 100. On n'observe pas de lessivage net de l'argile dont le taux est très variable en profondeur, mais les profils profonds sont souvent homogènes de ce point de vue.

L'humidité équivalente est fonction de la teneur en argile, jamais élevée (7 à 15 p. 100).

La quantité d'azote total est le plus souvent médiocre et le rapport C/N très bas.

Malgré une certaine quantité d'éléments fins, la capacité d'échange du complexe absorbant reste faible (2 à 8 méq./100 g).

Ces sols sont pauvres ou moyennement pourvus en chaux et magnésie échangeables; la potasse a des teneurs variables. Les réserves minérales sont le plus souvent très médiocres.

L'attaque par le réactif triacide donne un rapport silice/alumine assez variable, mais les valeurs inférieures à 2 sont fréquentes.

d. *Vocation culturale*

L'inconvénient majeur de ces sols pour la mise en culture est leur degré de tassement et leur dessiccation profonde en saison sèche. A cela s'ajoute une pauvreté généralisée en matière organique et en bases.

Un surpâturage extensif n'améliore pas cette situation et, sauf aux abords des villages, ils n'offrent pas de zones à cultures permanentes. Après défrichement ces sols conviennent assez bien à l'arachide mais le potentiel productif est vite épuisé. Le bush s'y régénère mal. On ne peut y envisager une culture vivrière ou industrielle périodique rentable qu'après une jachère améliorée et une fumure organo-minérale de base.

2° *Sols rouges peu humifères sur alluvions anciennes*

a. *Localisation, végétation, drainage*

Ils constituent des terrasses élevées, le plus souvent polygéniques, dans les vallées de la Menarandra et du Manambovo. Les alluvions anciennes de la Menarandra (alluvions gamma de l'étude pédologique de 1949) se situent au nord d'Ampotaka, et dans les régions de Betsirake, Tranoroa, Anjotany. Ce sont des «sables roux» d'origine alluviale. Le long du Manambovo ces sols occupent des surfaces notables dans les régions de Marobasia ainsi qu'en amont et en aval du village de Sakorihy. Dans le cas du Manambovo, une partie de ces sols se sont peut-être formés sur des alluvions anciennes calcaires.

Notons que ces alluvions anciennes se retrouvent sous la plupart des alluvions plus récentes peu évoluées, dans les berges des lits fluviatiles et qu'elles ont la particularité d'être riches en concrétions radiciformes gréso-calcaires dues à une nappe phréatique riche en carbonates.

La superficie couverte par ces sols est d'environ 17.720 hectares. La végétation naturelle y est la même que sur les sols précédents mais ces sols sont en général plus sableux, donc plus perméables.

b. *Morphologie*

Sur la route d'Ampanihy à Marolinta, près du village de Besakoa, sous bush assez dense avec surface du sol nue, on peut observer le profil suivant (n° 12) :

Sable de ruissellement légèrement coloré en surface.

0 à 20 cm : Horizon rouge brunâtre, sableux grossier, particulaire, peu humifère;

20 à 130 cm : Horizon rouge vif, sableux grossier homogène, particulaire, sans cohésion;

130 à 220 cm Horizon rouge jaune plus riche en quartz grossiers légèrement roulés et petits cailloux gneissiques roulés.

Lorsqu'on peut observer des coupes profondes, on trouve fréquemment à la base de ces alluvions anciennes des grès fins fluviatiles ferrugineux.

c. *Caractéristiques physico-chimiques et utilisation*

Hormis des teneurs en sables fortes (65 à 90 p. 100), ces sols ne diffèrent pas sensiblement des précédents du point de vue qualités agronomiques et présentent les mêmes difficultés d'utilisation.

3° *Sols rouges humifères des thalwegs et dépressions*

a. *Localisation, végétation, drainage*

Ces sols sont fréquents dans la zone cristalline, en particulier dans le haut bassin versant de la Menarandra. Ils se sont constitués sur des nappes d'épandage locales de bassins versants élémentaires et dans des thalwegs peu profonds où se concentrent les eaux de ruissellement. Par suite d'une humidité plus grande à la fois climatique et topographique s'est développé un horizon humifère nettement marqué. La prairie arborée à *Imperata* ou *Aristida* succède aux cultures assez fréquentes.

b. *Morphologie*

Au sud d'Amborompotsy, près du village de Bemoity-Ambony, sous cultures de pâtates, on peut observer le profil suivant (n° 21) :

0 à 15 cm : Horizon brun à brun noirâtre faiblement grumeleux, sablo-argileux, enracinement moyen;

15 à 30 cm : Horizon intermédiaire, rouge à taches noires (migrations d'humus dues à la culture), sablo-argileux, massif, légèrement durci;
30 à 50 cm : Horizon rouge vif, sablo-argileux, légèrement plastique et humide, massif;
50 à 75 cm : Horizon identique au précédent, un peu plus argileux et plus plastique;
75 à 100 cm : Horizon jaune rouge, sablo-argileux;
100 à 130 cm : Horizon jaunâtre, sableux grossier argileux avec des graviers de quartz.

Au-delà de 1,30 m, arène sableuse jaunâtre de gneiss en décomposition. Il s'agit ici d'un sol de dépression. Dans les thalwegs, le sol est en général moins profond.

c. *Caractéristiques physiques et chimiques*

La réaction du sol est faiblement acide. La somme argile + limon atteint en moyenne 30 p. 100 et l'humidité équivalente dans l'horizon de surface dépend directement de la teneur en matière organique. Celle-ci varie entre 2 et 6 p. 100. Les teneurs en azote total sont assez élevées : 2 à 3 p. 100 avec un rapport C/N variable. La capacité d'échange du complexe absorbant est également fonction de la teneur en humus et ces sols sont très riches en chaux et en magnésie échangeables, également en potasse (action des feux de prairie). Le pourcentage de saturation est élevé.

Les réserves minérales sont bonnes à excellentes.

d. *Vocation culturale*

Ces sols donnent de bonnes récoltes en arachides, manioc, patates, mais sont insuffisamment protégés contre le ruissellement qui tend à décaper la couche humifère. L'humidité du sol due aux conditions topographiques est le facteur de formation de l'horizon humifère : si on laisse le ruissellement se concentrer, ce facteur diminue d'intensité et la surface du sol est décapée. Malgré la discontinuité de leurs surfaces, ces sols fournissent aux populations des zones cristallines déshéritées des rendements culturaux non négligeables et il serait souhaitable d'en améliorer la mise en valeur.

4° *Sols jaunes peu humifères sur nappes d'épandage*

a. *Localisation, végétation, drainage*

Ces sols couvrent des surfaces importantes sur le glacis néogène au nord de Beloha, assez souvent en complexe avec les sols rouges ferrugineux tropicaux, peu humifères dont ils ne diffèrent guère que par la couleur. Dans la région d'Ampanihy, par suite de la destruction du glacis, ces sols sont plus grossiers et parfois en complexe avec les sols gris peu évolués sur néogène continental.

La superficie couverte est d'environ 52.880 hectares, dont une partie sous forme de complexes.

Comme sur les sols rouges, le ruissellement diffus prédomine, et ces sols à granulométrie hétérogène sont tassés, voire légèrement durcis. La végétation est la même que sur les sols rouges.

b. *Morphologie*

(Numéros des profils analysés : 3, 11, 28, 29, 34.)
Au nord de Maromaso (route de Beloha à Tsimilofo), en zone plane, sous steppe à Jira et sol très dénudé avec un peu d'Ahidaly, on peut observer le profil suivant (n° 29) :

Sable de ruissellement et concrétions noires roulées en surface du sol.

0 à 15 cm : Horizon brun jaunâtre, peu humifère, sableux particulaire, sans cohésion;
15 à 50 cm : Horizon jaune rougeâtre, sableux, particulaire avec rares concrétions noires friables;
50 à 100 cm : Horizon identique mais plus tassé, légèrement durci;
100 à 145 cm : Horizon jaunâtre, sablo-argileux avec quelques petites taches rougeâtres et concrétions noires abondantes. Graviers quartziques abondants anguleux. Massif et durci;
Au-delà d'1,45 m : Horizon brun olive encore plus grossier à taches noires durcies.

Les concrétions sont allochtones et proviennent de sédiments néogènes. On trouve également dans ces sols des débris roulés de grès ferrugineux.
Au nord du village de Retobika, en zone plane, sous culture de manioc, on peut observer le profil suivant (n° 3) :

0 à 15 cm : Horizon gris jaunâtre, peu humifère, sableux grossier mais durci en mortier;
15 à 50 cm : Horizon jaunâtre, sableux grossier, durci.
Dans cette zone, les grès néogènes sont à faible profondeur.

c. *Caractères physico-chimiques et utilisation*

Mêmes observations que pour les sols rouges sur nappes d'épandage.

5° *Sols jaunes sableux sur néogène continental*

a. *Localisation, végétation, drainage*

Aux affleurements de néogène du Kokomba, au nord de Kirimosa, on peut observer la coupe suivante :

0 à 20 cm : Horizon brunâtre, faiblement humifère, sableux, particulaire;
20 à 60 cm : Horizon jaune, sableux homogène, particulaire sans cohésion;

0,60 à 2 m : Sable homogène gris clair, non calcaire avec quelques taches rougeâtres diffuses. Particulaire sans cohésion;
2 à 2,5 m : Grès ferrugineux à pisolithes soudés;
Au-delà, grès quartziques à ciment argileux, plus ou moins stratifiés.

La série néogène est donc recouverte ici par une formation sableuse différente des nappes d'épandage à quartz clastiques en provenance du cristallin.

Ces sables non calcaires ont donné naissance à des sols jaunes qui se rapprochent beaucoup par l'ensemble de leurs caractères des sols jaunes de décalcification. La limite qui sépare ces deux types de sols au sud de Kirimosa est imprécise. Il semble que les sols situés au nord de Beloha, qui diffèrent par leur texture des sols jaunes sur nappes d'épandage qui les entourent, aient la même origine. La superficie couverte serait d'environ 32.400 hectares.

La végétation naturelle est un bush assez dense, et ces sols sont peu cultivés car très secs et très perméables.

b. *Morphologie*

Près du village d'Anjapohy, en zone plane, sous bush assez dense, le sol étant nu sous les arbustes, on peut observer le profil suivant (n° 50) :

Un peu de sable fin ruisselé en surface.
0 à 20 cm : Horizon brun jaunâtre, peu humifère, sableux, homogène, particulaire, à porosité ordinaire élevée;
20 à 60 cm : Horizon jaune brunâtre à brun pâle, sableux, particulaire, homogène.

Au-delà, sol sec, un peu tassé en profondeur, jaune brun clair, avec une certaine quantité de poudre fine, sableux particulaire. Creusé jusqu'à 2,20 m, homogène.

c. *Caractéristiques physiques et chimiques*

La réaction du sol est faiblement à moyennement acide. Les teneurs en sable sont très élevées : 80 à 90 p. 100. Les valeurs de l'humidité équivalente sont très basses : 2 à 3 p. 100.

Ces sols sont pauvres en matière organique et en azote total. Le complexe absorbant est pauvrement pourvu et les réserves minérales sont faibles. L'attaque du sol par le réactif triacide donne des rapports silice/alumine inférieurs à 2.

d. *Vocation culturale*

Ces sols ont intérêt à être laissés en végétation naturelle car leur mise en culture nécessiterait une fumure de base et des travaux importants pour la protection contre l'érosion éolienne.

Ils ne pourront fournir des récoltes convenables qu'en année particulièrement humide.

II. — SOLS HYDROMORPHES

L'origine de ces sols est due à des conditions topographiques. Leur hydromorphie est permanente au moins dans une partie du profil (surface ou profondeur).

1° *Sols noirs hydromorphes sur matériaux fluviatiles argilo-calcaires* (axes de drainage)

a. *Localisation, végétation, drainage*

Ces sols occupent des surfaces relativement faibles sur le glacis néogène, au voisinage des axes de drainage temporaires (ruisseau Maririny et ses tributaires). On en trouve également au voisinage d'Ampilofily-Ambany sur la rive droite du Manambovo. La roche-mère est probablement un calcaire fluviatile riche en éléments argileux.

Le drainage de ces sols est défectueux par suite de la topographie avec formation d'une nappe à faible profondeur. La végétation est buissonneuse, dense, avec des espèces caractéristiques comme le Havoha. On observe parfois de petites effondrements.

b. *Morphologie*

A l'extrémité septentrionale du plateau de Lovokarefo, à l'ouest du village d'Ambatofotsy, on peut observer dans une zone marécageuse le profil suivant (n° 26) :

0 à 25 cm : Horizon noirâtre à gris noirâtre, argileux, grumeleux, un peu plastique;
25 à 50 cm : Horizon gris foncé, très argileux et plastique, contenant des graviers et cailloux de calcaire poreux peu nombreux;
50 à 85 cm : Horizon brun olive, très argileux et plastique, avec mycélium salin blanchâtre;

Au-delà de 0,85 m, sédiment jaunâtre, sablo-argileux à taches blanches calcaires, de plus en plus sablo-gréseux:

Au nord d'Antreaky (route de Beloha à Tsihombe), sous végétation buissonneuse dense, avec quelques cailloux calcaires roulés en surface du sol, on peut observer le profil suivant (n° 33) :

0 à 20 cm : Horizon brunâtre, humifère, limono-argileux, moyennement plastique, peu ou pas calcaire;
20 à 40 cm : Horizon brun jaune, argilo-sableux, massif, plastique, effervescent;
40 à 100 cm : Horizon brun jaune clair, argilo-sableux, massif à nombreuses efflorescences salines blanchâtres. Sec, à structure polyédrique.

A Mangororojy, la texture est plus sableuse (n° 30), mais les caractères du profil sont les mêmes.

A Ampilofily, ces sols sont au contraire très argileux.

c. *Caractères physiques et chimiques*

La réaction du sol est neutre. La teneur en argile peut varier entre 18 et 55 p. 100, mais se rapproche le plus souvent de 25 à 30 p. 100. La texture est le plus souvent argilo-limoneuse à argilo-sableuse. Les valeurs de l'humidité équivalente sont élevées de 30 à 45 p. 100.

Ces sols sont le plus souvent assez riches en matière organique dont la teneur atteint couramment 2 à 3 p. 100, mais peut être inférieure dans les zones les mieux drainées. L'azote total atteint en général 1 p. 100 et le rapport C/N se rapproche de la normale (8 à 12).

Nous avons vu que les horizons profonds présentent des efflorescences salines et l'analyse révèle des teneurs élevées en sels solubles dans tous les profils, mais les teneurs restent en général inférieures à 1 p. 1.000 dans les horizons de surface. Cette richesse en sels solubles n'est pas étonnante dans ces axes de drainage, car la minéralisation élevée et la richesse en sels des eaux provenant du socle altéré sont faits courants dans l'Extrême-Sud.

Les réserves en chaux et potasse sont également élevées, faibles en phosphore.

d. *Vocation culturale*

A condition d'être drainés par canaux, ces sols conviennent très bien aux cultures locales lorsqu'ils ne sont pas trop argileux. Aussi ne sont-ils cultivés qu'à Mangororoky où la teneur en argile ne dépasse pas 20 p. 100. Ailleurs, bien qu'humifères, ils sont trop lourds pour être cultivés en cultures sèches, et les quantités d'eau en surface sont insuffisantes pour envisager la riziculture.

2° *Sols noirs hydromorphes des dépressions endoréïques*

a. *Localisation, végétation, drainage*

Ces sols couvrent rarement des surfaces cartographiables. Parmi ces dépressions endoréïques en zone cristalline deux seulement sont à noter : d'une part, au voisinage de Belamoty [sols palustres signalés dans la notice sur la Menarandra (16)], d'autre part, au nord de Bemoity-Ambony. Là se rassemblent les éléments fins entraînés par le ruissellement en même temps que l'humidité permanente favorise l'accumulation de matière organique. La végétation est marécageuse, à base de Cypéracées (*Mita*). Une mare occupe le centre de la dépression.

b. *Morphologie*

Dans la dépression de Bemoity, on peut observer le profil suivant (n° 22) :

0 à 20 cm : Horizon noirâtre, argilo-limoneux, massif à faiblement grumeleux, moyennement plastique, humifère;

20 à 50 cm : Horizon grisâtre à brun gris, argilo-sableux, massif;
50 à 75 cm : Horizon brun olive, argilo-sableux, plastique, massif.

Ensuite sol argilo-limoneux dont la plasticité augmente avec la profondeur.

c. *Caractères physiques et chimiques*

Le *p*H du sol est neutre à faiblement acide.

La fraction argile + limon atteint couramment 50 p. 100, les sables fins variant entre 25 et 40 p. 100. Il a peu de sable grossier. L'humidité équivalente est élevée.

La teneur en matière organique est variable : 1,5 à 10 p. 100 mais se maintient assez profondément dans le profil, jusqu'à 50 centimètres. L'azote total dépasse 1 p. 1.000.

Le complexe absorbant est bien pourvu en bases échangeables et les réserves minérales sont assez bonnes.

d. *Vocation culturale*

Ces sols peuvent être aménagés en rizières de saison humide.

III. — SOLS HALOMORPHES

ALLUVIONS RÉCENTES SALÉES

a. *Localisation, végétation, drainage*

Ces sols sont situés à l'embouchure de la Menarandra et sur le bord de la lagune de Bevoalavo. Nous avons vu que certains sols du glacis néogène étaient salés en profondeur; il en est de même de certaines alluvions de la Menarandra (nous en avons trouvé jusqu'à Bekitro) par apports de nappe, mais ce phénomène est alors local et n'intéresse que les horizons profonds.

Ici, la proximité de la nappe marine est en cause et certaines parties basses sont envahies par les eaux lors des grandes marées. La superficie occupée par ces sols est assez réduite : environ 2.560 hectares. La végétation est caractéristique des terrains halophiles : Salicornes, Salsolacées, *Cressa cretica*. Ces sols ont déjà été étudiés en détail dans la «Notice sur la Basse-Menarandra» (16).

b. *Morphologie*

Aux environs de Bevoalavo-Est sur la rive gauche de la Menarandra, en zone plane, avec anciens bras nus et argileux, sous bush clair à Euphorbes et prairie clairsemée à *Cressa cretica*, on peut observer le profil suivant (n° 54) :

0 à 20 cm : Horizon brunâtre, humifère argilo-limoneux, à structure nuciforme, secondairement particulaire. Enracinement moyen. Très légèrement effervescent;

20 a 50 cm : Horizon brun jaune, un peu micacé, argilo-sableux, massif un peu durci, secondairement particulaire, à mycélium salin blanchâtre;

50 à 75 cm : Horizon brun jaune clair, sablo-limoneux, micacé, à taches blanches filamenteuses.

Au-delà, sol jaune brunâtre vif, micacé, de plus en plus sableux en profondeur, avec quelques agrégats durcis plus argileux, à tendance particulaire.

c. *Caractères physiques et chimiques*

La réaction du sol est neutre à moyennement alcaline. Les teneurs en argile varient entre 10 et 30 p. 100 et les sables fins atteignent 40 à 50 p. 100; il y a très peu de sable grossier. L'argile est dispersée par les sels de sodium.

Les teneurs en matière organique sont assez élevées : 3 à 4 p. 100, et l'azote total atteint 1 à 2 p. 1.000. Le complexe absorbant est largement pourvu et les réserves sont excellentes.

La teneur en sels solubles augmente avec la profondeur (de 0,5 à 8 p. 1.000) et les teneurs en carbonate de chaux sont également élevées en bordure de lagune, très variables dans la plaine de la Menarandra.

d. *Vocation culturale*

Ces sols peuvent convenir à la riziculture avec possibilités d'irrigation.

IV. — SOLS CALCIMORPHES

SOLS RENDZINOÏDES SUR CALCAIRES SABLEUX

Ces sols occupent des surfaces très restreintes en bordure de la dépression de Beloha et sur le glacis et ont un intérêt seulement documentaire. Ils se sont développés en zone bien drainées sur des matériaux analogues à ceux des sols noirs hydromorphes argilo-calcaires. Ils sont en général à tendance subsquelettique.

A l'est du village de Barabay, au sud de Beloha, en zone plane, sous végétation arbustive calcicole (*Havoha* et *Andriambolafotsy*), on peut observer le profil suivant :

0 à 25 cm : Horizon beige grisâtre, argilo-sableux, un peu humifère, à structure faiblement grumeleuse secondairement particulaire, un peu durci, très calcaire. Surface du sol craquelée;

Au-delà de 25 cm : Horizon beige blanchâtre argilo-sableux, à taches blanches calcaires, massif durci et compact. Ce sol s'enrichit en cailloux calcaires pour passer au calcaire intact vers 50 cm de profondeur.

Ce type de sol est à rapprocher des sols rendzinoïdes sur séries métamorphiques calco-alcalines de la feuille Ambovombe. En effet, les amphibolites en s'altérant donnent également un calcaire sableux.

V. — SOLS PEU EVOLUES A PROFIL A C

A. — SOLS D'ÉROSION (RANKERS LITHOSOLIQUES)

Ces sols à profil AC sont formés sur pentes de roches-mères non calcaires : c'est le plus souvent l'érosion qui freine leur évolution. Le profil est simple : un horizon peu humifère plus ou moins marqué reposant sur la roche-mère non ou peu altérée.

1° *Sols ferrugineux tropicaux subsquelettiques sur séries métamorphiques*

a. *Localisation, végétation, drainage*

Ces sols occupent des surfaces assez importantes dans la partie septentrionale de la carte, là où l'érosion n'a pas dégagé au maximum la structure métamorphique. Ils se forment aux dépens des matériaux d'altération des gneiss. Les sols profonds occupent rarement des surfaces importantes. Soumis à une érosion en nappe et en ravins souvent très forte, ces sols sont en grande partie à l'origine des matériaux des nappes d'épandage que l'on trouve en bordure de la zone cristalline.

b. *Morphologie*

Aux environs d'Antsakamahasoa, au sud-ouest de Bekitro, en zone plane, sous prairie rase à *Digitaria* avec quelques arbustes et Baobabs, on peut observer le profil suivant (n° 25) :

Sables de ruissellement et quelques cailloux gneissiques en surface.

0 à 15 cm : Horizon brunâtre à brun rougeâtre, sableux grossier, argileux, massif secondairement particulaire, peu cohérent, enracinement faible;

15 à 25 cm : Passage progressif à un horizon rouge jaune, sableux grossier argileux, avec quelques graviers de quartz, peu structuré;

25 à 55 cm : Arène sableuse jaunâtre clair, à jaune rouille, nombreux minéraux en altération et graviers de quartz;

Au-delà de 55 cm : roche dure gneissique.

Localement, sur le sommet des collines en particulier, ces sols passent aux sols squelettiques proprement dits.

c. *Caractères physiques et chimiques*

La réaction du sol est neutre. Ces sols sont d'ordinaire riches en sables (70 à 80 p. 100) et la proportion d'argile ne dépasse pas 15 p. 100. Les teneurs en matière organique et en azote sont moyennes pour la région, et le complexe absorbant à faible capacité d'échange est saturé du fait des teneurs élevées en bases échangeables.

Le rapport silice/alumine est en général supérieur à 2.

L'altération de ces sols est peu poussée : le phénomène essentiel est la rubéfaction. La pluviométrie est trop faible et surtout répartie sur un trop court laps de temps pour qu'il y ait entraînement de l'argile et des bases échangeables.

d. *Vocation*

Du fait d'un couvert végétal dégradé par les feux périodiques, ces sols peu profonds sont soumis comme nous l'avons noté à une érosion en nappe, et parfois en ravins, intense. Aussi n'ont-ils qu'une valeur pastorale médiocre et le reboisement en est délicat. Mieux vaut les protéger des feux et les laisser se réembroussailler.

2° *Sols gris sableux sur néogène continental*

a. *Localisation, végétation, drainage*

Ce sont les sols sablo-argileux sur argilite déjà reconnus dans la notice sur la Basse-Menarandra (16). En fait, ces sols constituent le stade primitif d'altération des matériaux provenant de la destruction du glacis néogène à l'ouest et au sud d'Ampanihy, en particulier des grès quartziques à ciment argileux. Ces grès tendres sont vite déblayés, une fois disloqué le niveau ferrugineux qui les surmonte. Ils sont d'ailleurs souvent en complexe avec les sols jaunes ferrugineux tropicaux sur nappe d'épandage qui constituent un stade d'évolution plus avancé dans l'espace et le temps.

Ces sols sont très tassés, imperméables et le ruissellement qui s'alimente aux buttes-témoins voisines y est intense. Ils sont couverts d'un bush arbustif très sporadique ou d'une prairie sèche à Ahidaly.

b. *Morphologie*

Au sud de Sihanamavo, sur la route d'Ampanihy à Marolinta, en faible pente, on peut observer le profil suivant (n° 16) :

0 à 10 cm : Horizon gris clair, un peu humifère, massif secondairement particulaire, sableux grossier argileux, enracinement faible;

10 à 40 cm : Horizon gris blanchâtre, à jaune clair, ensemble assez durci, sableux grossier argileux, massif, enracinement nul;

Au-delà de 40 cm : matériau analogue, encore plus durci, passant progressivement à un grès blanchâtre.

c. *Caractères physiques et chimiques*

La réaction du sol est faiblement acide. Malgré la faible proportion d'éléments fins (somme argile + limon = 10 à 30 p. 100), ces derniers forment liant plastique entre les éléments grossiers et confèrent au sol une structure très compacte, le rendant très difficile à creuser lorsqu'il est sec.

La matière organique ne dépasse pas 1 p. 100 et l'azote total atteint 0,5 p. 1.000. Ces sols sont très pauvres en potasse et en magnésie, moyennement pourvus en chaux. La capacité d'échange du complexe absorbant est très basse.

d. *Vocation*

Le réembroussaillement est nécessaire et seul possible.

3° *Sols gris sablo-argileux sur gneiss*

a. *Localisation, végétation, drainage*

Ces sols occupent des surfaces restreintes en zone dépressionnaire mal drainée avec mares, aux environs de Sakorihy et de Betaimbolo. Les cailloux ou affleurements quartziques y sont fréquents. Ces sols sont extrêmement tassés et imperméables, très durcis en saison sèche. La végétation est une prairie à Ahidaly assez dense et les termitières sont fréquentes.

b. *Morphologie*

Au voisinage d'Iotry, sous prairie, en zone plane, on peut observer le profil suivant (n° 38) :

0 à 15 cm : Horizon gris à gris noirâtre, un peu humifère, sablo-argileux, un peu plastique, enracinement assez important, massif;
15 à 40 cm : Horizon gris clair, argilo-graveleux, un peu plastique, massif;
40 à 60 cm : Horizon gris blanchâtre, sec, friable, à tendance particulaire, sablo-graveleux.
A 60 cm : roche dure.

c. *Caractéristiques et vocation*

Ces sols ont une texture très défavorable, bien que les éléments fins dépassent rarement 30 p. 100. La matière organique atteint 1,5 p. 100. Ces sols sont bien pourvus en bases. Le ruissellement y est important et ils sont à laisser en végétation naturelle.

B. — SOLS D'APPORT

Ces sols d'apport peuvent être d'origine alluviale, dunaire, colluviale ou encore d'origine mixte. La plupart de ces sols sont économiquement intéressants lorsque les pluies sont suffisantes ou à condition de pouvoir irriguer.

Dans les sols d'origine alluviale, on peut distinguer des alluvions peu évoluées, inondées seulement lors des crues exceptionnelles, avec un début de lessivage du calcaire lorsque celui-ci est présent, et des alluvions récentes sans évolution nette autre que la formation d'un horizon humifère.

1° Sols alluviaux

1. *Alluvions peu évoluées calcaires*

a. *Localisation, végétation, drainage*

Ces sols se trouvent dans la basse-vallée de la Menarandra, en aval de Bevato sur la rive droite, de Marolinta sur la rive gauche; dans le cours moyen du Manambovo, en amont et en aval de Beabobo; enfin dans la vallée de la Linta aux environs de Bekily. Superficie couverte : environ 12.280 hectares.

La topographie est accidentée dans le détail à cause des canaux d'écoulement temporaire et des ravins transversaux. La végétation lorsqu'elle est intacte est une belle forêt alluviale à Tamariniers, analogue à celle du Bas-Mandrare, génératrice d'humus.

Ces alluvions sont inondées temporairement lors des fortes pluies, davantage par les eaux de ruissellement latérales que par les crues, mais l'influence d'une nappe en profondeur persiste assez longtemps. Elles sont parfois légèrement rubéfiées (jaunâtre à jaune rougeâtre) et correspondent alors aux alluvions β distinguées dans la notice sur la Basse-Menarandra (16).

b. *Morphologie*

Le long de la Linta, aux environs de Betsintsy, en zone plane, sous forêt de Tamariniers (Kily), on peut observer le profil suivant (n° 13) :

Litière de feuilles épaisse de 3 à 4 centimètres en surface.
0 à 35 cm : Horizon noirâtre, très humifère, sableux fin limoneux, structure grumeleuse, secondairement particulaire, friable, riche en racines;
35 à 50 cm : Horizon intermédiaire brun jaune, sableux fin, faiblement grumeleux à particulaire, un peu humifère, cohérent, encore riche en racines, avec mycélium blanchâtre effervescent;
50 à 80 cm : Horizon jaune, un peu micacé, sableux fin argileux, faiblement nuciforme avec agrégats durcis, un peu calcaire. Enracinement faible;
Au-delà de 80 cm : sol sableux grossier argileux, massif, peu calcaire.

Ici le calcaire est seulement en faible quantité et apporté par la nappe lors des crues. Il se dépose par évaporation dans l'horizon moyen.

A 2 km 5 au sud de Marolinta, sous végétation tropophile arbustive, assez dense, en zone plane, on peut observer le profil suivant (n° 51) :

0 à 25 cm : Horizon brun foncé, humifère, sableux fin argileux, grumeleux à nuciforme, cohésion faible, enracinement important, non calcaire;
25 à 45 cm : Horizon brun jaune, limono-argileux, nuciforme, moyennement calcaire, assez friable;

45 à 70 cm : Horizon brun jaune à nombreuses taches blanches calcaires, sablo-argileux, nuciforme à polyédrique un peu durci, calcaire, enracinement très faible;

Au-delà : horizon brun jaune clair, sablo-argileux, massif et assez durci, très calcaire.

c. *Caractères physiques et chimiques*

La réaction du sol est faiblement acide à faiblement alcaline, le plus souvent neutre.

La texture est assez variable d'un endroit à l'autre et dans un même profil, en moyenne sablo-argileuse. La matière organique peut atteindre des teneurs élevées (jusqu'à 8 p. 100) et l'azote total varie entre 1 et 3 p. 1.000.

La capacité d'échange du complexe absorbant fonction de la teneur en éléments fins est toujours assez bonne et le degré de saturation élevé car ces sols sont en général très riches en éléments échangeables.

Des teneurs élevées en sels solubles, surtout dans les horizons profonds, ne sont pas rares, mais les sulfates dominent nettement. Les réserves minérales sont excellentes.

d. *Vocation culturale*

Ces sols conviennent parfaitement à la culture mais le problème de l'irrigation n'est pas résolu (cf. plus loin). Dans l'état actuel, ils pourraient convenir à la rigueur à la culture du sisal mais les conditions climatiques sont plus défavorables que dans le Bas-Mandrare et la Menarandra est éloignée des grands centres portuaires.

2. *Alluvions peu évoluées non calcaires*

a. *Localisation, végétation, drainage*

Ces sols se trouvent parfois au sein des alluvions calcaires : passages sableux, anciens bras (exemple profil n° 14). Mais ils occupent des surfaces plus importantes dans le haut bassin de la Menarandra, de Tranoroa à Bekitro. Ces alluvions sont très nettement surélévées par rapport au lit actuel, peu rubéfiées. La forêt à Kily y est très dégradée par de nombreux défrichements et les jachères se recouvrent d'une prairie à *Digitaria*. Ces sols sont assez peu perméables et après les pluies il y a de nombreuses stagnations d'eau en surface. Superficie couverte : environ 3.040 hectares.

b. *Morphologie*

Dans la vallée de la Manambahy, près de Tanambao, on peut observer le profil suivant sous prairie (n° 24) :

0 à 20 cm : Horizon noirâtre, humifère, sablo-argileux, faiblement grumeleux, enracinement moyen;

20 à 50 cm : Horizon brun jaune foncé, sablo-argileux, nuciforme, enracinement assez faible;

50 à 80 cm Horizon brun jaune clair, sablo-limoneux, friable, à tendance particulaire;
Au-delà de 80 cm : sable fin jaune clair sans cohésion.

c. *Caractères physiques et chimiques*

La réaction du sol est neutre. La texture est le plus souvent sablo-argileuse en surface, sableuse en profondeur.

Les teneurs en matière organique sont moyennes (1,5 p. 100) et l'azote total atteint 1 p. 1.000. Ces sols sont riches en éléments échangeables et le complexe est saturé. Les réserves sont bonnes. L'attaque du sol par le réactif triacide donne un rapport silice/alumine supérieur à 2.

d. *Vocation culturale*

Situés dans la partie septentrionale de la carte, ces sols bénéficient d'une pluviométrie un peu plus élevée et les récoltes y sont moins aléatoires que dans la zone Sud. Ils conviennent bien à l'antaque, et aux patates, au maïs après défrichement. Ce dernier est toujours sommaire et les souches ne sont pas enlevées. Des légumineuses devraient revenir périodiquement dans la rotation pour maintenir la fertilité.

3. *Alluvions récentes calcaires ou saturées en calcium*

Ces sols sont pour la plupart du type décrit sous le terme alluvions (alpha) dans la notice sur la Basse-Menarandra (16), à laquelle nous renvoyons pour les analyses détaillées.

Nous ne ferons que résumer leurs caractéristiques.

On trouve ces sols dans la vallée de la Menarandra, en aval d'Ampotaka, particulièrement sur la rive droite, et en aval des gorges d'Elesa dans la plaine littorale. Ils occupent également de minces bandes dans la plaine du Manambovo en aval d'Ampilofily-Ambany. Superficie couverte : environ 9.240 hectares.

Ces jeunes alluvions sont recouvertes d'une belle forêt à Tamariniers qui par dégradation est remplacée par une végétation arbustive ou buissonnante. Leur texture est assez variable selon la succession des dépôts, en moyenne limono-sableuse. La couleur est brun jaune. Le mica est fréquent. La matière organique y est en quantités assez élevées (3 p. 100) et l'azote total dépasse 1 p. 1.000. Ces sols sont riches en éléments échangeables et en réserves minérales. La présence de sels est occasionnelle.

Vocation

La plupart de ces sols, quand la teneur en sable n'est pas trop élevée, constitueraient d'excellents sols de cultures vivrières si le problème de l'eau était résolu.

4. *Alluvions récentes non calcaires*

Ces sols occupent des surfaces très restreintes dans le cours moyen de la Menarandra, d'Ampotaka à Behalombory. Ils sont plus sableux que les précédents, plus bas en altitude au-dessus du lit actuel. Restant humides plus longtemps, ils sont comme les alluvions actuelles très cultivés tous les ans.

2° Sols éoliens

1. *Dunes anciennes faiblement rubéfiées*

a. *Localisation, végétation, drainage*

Il s'agit de sols jaunes sableux, peu calcaires au moins en surface. Ils forment une bande intermédiaire entre le talus littoral et les dunes fixées plus récentes, à l'ouest de la Menarandra, à partir de Bevoalavo. Ces sables dunaires reposent sur des grès calcaires quaternaires à *Clavator* qui affleurent çà et là, en particulier à l'aven d'Ankeheo, où l'on peut observer plusieurs niveaux encroûtés dans les sables calcaires à débris d'œufs d'Æpyornis.

Le matériau originel présente un triage éolien assez net, mais la répartition granulométrique demeure très étalée indiquant une origine alluviale (Menarandra) ce que confirme l'usure moyenne à faible des grains. La morphologie dunaire est d'ailleurs très peu nette et se limite à des ondulations de grande amplitude.

La végétation est un bush dense à Euphorbes et quelques *Didierea*. Le sol lui-même est le plus souvent nu et la perméabilité est élevée supprimant tout ruissellement. Superficie couverte : environ 7.200 hectares.

b. *Morphologie*

Entre Behavoa et Bemintsy, en zone plane, sous bush, on peut observer le profil suivant (n° 53) :

0 à 15 cm : Horizon brunâtre, un peu humifère, sableux, particulaire, faiblement calcaire, enracinement moyen;

15 à 60 cm : Passage progressif à un horizon jaune beige, sableux fin homogène, particulaire sans cohésion, peu ou pas calcaire;

Au-delà de 60 cm : sable jaune beige clair avec débris calcaires blanchâtres, mais la masse est toujours peu effervescente. Vers 1 mètre la teneur en calcaire augmente beaucoup (10 p. 100).

c. *Caractéristiques physiques et chimiques*

La réaction du sol est neutre et la teneur en calcaire ne dépasse pas 1 p. 100 dans les horizons supérieurs. La texture est très sableuse, le sable fin dominant.

L'humidité équivalente est faible (10 p. 100) et l'azote total a des teneurs voisines de 1 p 100. Le complexe absorbant est bien pourvu en chaux, plutôt pauvre en magnésie et en potasse. Les réserves minérales sont bonnes sauf en potasse.

d. *Utilisation*

Ces sols peu humifères, très sableux, sont sensibles à la déflation éolienne et le pédoclimat local est extrêmement sec (sous-sol calcaire à faible profondeur). Peu défrichés, ils sont à laisser en végétation naturelle.

2. *Dunes anciennes calcaires*

a. *Localisation, végétation, drainage*

Ces dunes sont ici peu développées. A l'est du cap Sainte-Marie se termine le système reconnu sur la feuille d'Ambovombe, qui atteint son maximum de largeur à l'est du Bas-Manambovo. A l'ouest de la Menarandra, un lambeau de dunes anciennes recouvre le talus éocène à partir de Sihanaloka. Ces dunes viennent en recouvrement sur les sols rouges sableux de décalcification. Superficie couverte : environ 3.460 hectares.

Ces dunes anciennes sont, comme dans la région d'Ambovombe, très cultivées. L'érosion éolienne y est intense et sévit surtout en cultures peu couvrantes telles que maïs, manioc sorgho, elle est beaucoup moindre sous légumineuse et patate, presque nulle sous jachère à *Cynodon*.

b. *Morphologie*

Au voisinage d'Ankekombe, en pente faible, dans une zone de culture à mil et antaque, sous prairie post-culturale à *Eragrostis*, avec quelques cailloux et graviers calcaires en surface, on peut observer le profil suivant (n° 5) :

0 à 20 cm : Horizon beige jaunâtre, sableux grossier, particulaire, assez riche en racines, calcaire;

Au-delà de 20 cm (creusé jusqu'à 1,50 m) : sable beige jaunâtre à beige blanchâtre, assez homogène, très effervescent, avec quelques graviers calcaires ou coquilles de Gastéropodes terrestres.

c. *Caractéristiques et utilisation*

Ces sols ultra-légers, dans une zone où l'humidité atmosphérique atteint les valeurs les plus élevées, sont recherchés par les Antandroy, malgré le risque de grillage des récoltes par le vent en année sèche. La teneur en calcaire est variable, mais atteint fréquemment 20 à 30 p. 100. La mise en culture de ces sols est très ancienne, mais elle ne peut fournir des rendements moyens qu'en assurant au sol un minimum de matière organique (taux souvent inférieur à 1 p. 100) par rotation à base de légumineuses ou jachère à *Cynodon* et emploi de brise-vent. Ces sols sont plutôt mal pourvus, sauf en chaux, et la capacité d'échange du complexe absorbant est très faible.

3° Sables blancs ou beiges type Beloha

a. *Localisation, végétation, drainage*

Nous avons déjà vu dans l'étude des matériaux quaternaires et récents que les sables blancs ne correspondent qu'approximativement à la dépression actuelle de Beloha, et nous avons discuté le problème de leur origine. Sur ces sables blancs et sur ceux formés dans les dépressions plus restreintes (Besakoa, Angirazato, Benato, Saromilitsy, Kirimosa, Ampihamy, Sihanakapaha) se sont développés des sols peu évolués à horizon humifère plus ou moins marqué.

La granulométrie, tout en restant très sableuse, varie assez dans le détail, ce qui se traduit par un degré de tassement du sol plus ou moins élevé, mais la perméabilité est toujours grande.

Les phénomènes d'hydromorphie y sont rares et locaux, et ces sables sont souvent profonds et homogènes dans un même profil. Le substratum des sables blancs de Beloha est mal connu (néogène continental probablement), mais les niveaux profonds au dessous des sables sont imperméables et permettent la formation d'une nappe aquifère. D'après R. Decary (10), à Beloha, le sable blanc est épais de cinq à six mètres et repose sur un sable plus compact, rougeâtre ou bleuâtre, qui peut atteindre dix mètres. Le même auteur donne la coupe suivante relevée au village de Namandria, à 2 kilomètres au sud de Beloha :

— sable blanc friable devenant légèrement bleuâtre en profondeur, sur 2 mètres;
— sable argileux un peu rougeâtre, très humide, sur 0,40 mètre;
— sable blanc jaunâtre compact sur 11 mètres;
— marne calcaire blanche feuilletée avec nombreux grains de quartz.

Cette marne pourrait bien être du type des calcaires continentaux que nous avons signalés sur les bordures de la dépression.

A Itilihitsy, au nord-ouest de la dépression, toujours d'après Decary, le sable repose sur les roches cristallines tandis qu'à Kirimosa on trouve du calcaire à 2 mètres de profondeur.

J. Aurouze (4) signale que les sables blancs reposent sur des grès argileux à Tsikolahy et à Besomontsoy, à l'ouest de Beloha Aux environs du poste de Beloha (dans un rayon de 3 à 6 km) et aux abords immédiats de tous les villages sur sables blancs existent de nombreux champs de cultures clos par des haies d'Agaves et parfois de Raketa (*Opuntia stricta*). Aux environs du poste de Beloha (dans un rayon de 3 à 6 km), la végétation naturelle est le bush à *Alluaudia* assez bien conservé dans la partie sud-est de la dépression de Beloha. Dans la partie centrale et le nord-ouest de celle-ci, ce bush est très dégradé, à végétation arbustive secondaire. Les jachères à Ahidaly et Angamay sont peu couvrantes; seules celles à Kidresy et Volonaondry protègent suffisamment le sol contre l'érosion éolienne.

Les sables blancs couvrent au total une surface d'environ 66.300 hectares.

b. *Morphologie*

Le profil est en général simple : un horizon humifère plus ou moins marqué, développé dans un matériel sableux homogène beige jaunâtre ou beige blanchâtre. Aux environs de Masina, à 3 kilomètres au sud de Beloha, en zone plane, sous jachère clairsemée à Angamay avec quelques *Vinca*, on peut observer le profil suivant (n° 39) :

0 à 20 cm : Horizon brun grisâtre, un peu humifère (sol humide), sableux grossier non cohérent, enracinement faible;

20 cm et + : Sable beige jaune clair, particulaire non cohérent, enracinement très faible. Très homogène avec quelques minéraux noirs dans la fraction fine. Ce sable devient beige blanchâtre en séchant. Creusé jusqu'à 2,20 mètres : pas de changement.

Dans la dépression de Besakoa, aux environs de ce village, en zone plane sous bush dégradé à Jira et prairie claire à Ahidaly, on peut observer le profil suivant (n° 47) :

Sable blanc en surface (sol humide).

0 à 15 cm : Horizon gris noirâtre, humifère (la matière organique est bien distincte des grains de quartz), sableux fin, particulaire, enracinement faible;

15 à 130 cm : Horizon jaunâtre, sableux grossier, particulaire, sans cohésion, enracinement très faible;

130 à 225 cm : Sable beige jaune clair à beige blanchâtre, assez grossier, toujours humide sans hydromorphie visible.

Occasionnellement, et plus particulièrement sur les limites des sables blancs de Beloha, la texture devient légèrement plus argileuse en profondeur. Ainsi à Ankilimiary, au nord-ouest de Beloha, sous jachère à Ahidaly, on peut observer le profil suivant :

0 à 20 cm : Horizon brun grisâtre, un peu humifère, sableux particulaire, enracinement moyen;

20 à 50 cm : Horizon beige jaunâtre, sableux, très légèrement cohérent;

50 à 75 cm : Horizon jaune beige, sablo-argileux et très légèrement plastique avec quelques taches rouilles peu nettes et taches gris clair diffuses;

Au-delà de 75 cm, la proportion d'argile augmente, les taches grises sont plus nombreuses et l'ensemble du sol est tassé en place, très difficile à creuser.

c. *Caractéristiques physiques et chimiques*

La réaction du sol est neutre à faiblement acide.

La texture est en général très sableuse, la somme argile + limon dépassant rarement 10 à 12 p. 100. La capacité de rétention pour l'eau est très faible.

Le taux de matière organique est peu élevé (1 p. 100 en moyenne) et l'azote total varie entre 1 et 1,5 p. 1.000. La capacité d'échange du complexe absorbant est faible et la chaux échangeable surpasse de beaucoup les autres éléments : magnésie et potasse, qui sont déficients. Les réserves sont très médiocres en potasse et en phosphore, moyennes en chaux.

d. *Vocation culturale*

Malgré leur richesse en sable et leur fertilité médiocre, ces sols constituent une des principales zones de cultures permanentes pour l'autochtone. Cela tient à leur situation topographique et à la présence de nappes à faible profondeur qui empêchent leur assèchement rapide. De plus leur texture très sableuse limite l'évaporation par remontée capillaire à la couche superficielle. La clôture des champs par des haies d'agaves très envahissantes est un bon moyen de protection des cultures contre le bétail, mais un obstacle à une mise en valeur rationnelle. Comme dans les sols très sableux précédemment étudiés, celle-ci devrait tendre à assurer au sol un stock organique minimum par des rotations convenables. L'emploi de brise-vent paraît également indispensable.

4° Sols colluviaux, glacis de bas de pentes calcaires

a. *Localisation, végétation, drainage*

Ces sols se trouvent en contre bas du grand talus littoral d'une part, là où le glacis littoral n'a pas été recouvert par les formations dunaires récentes, en bordure de la *cuesta* éocène d'autre part, de part et d'autre de la percée de la Menarandra. Superficie couverte : environ 22.260 hectares.

La végétation naturelle est un bush arbustif à Euphorbes. Dans la zone littorale ces sols sont parfois mis en cultures, en particulier à l'est de Lavanono, et les jachères sont à base de Trongatsy et Ahidaly. Après défrichement de ces sols, l'érosion éolienne est très rapide et il y a formation de micro-dunes dans les anciennes zones de cultures.

Malgré leur situation en bas de pente, ces sols ont un pédoclimat relativement sec (proportion notable d'éléments fins, sous-sol calcaire, pente moyenne) et les récoltes y sont très aléatoires, fonction de la pluviométrie. Les affleurements de calcaire ne sont pas rares.

b. *Morphologie*

Au sud de Soamanitsy, sur le glacis littoral, sous culture de sorgho, en faible pente, on peut observer le profil suivant (n° 46) :

0 à 20 cm : Horizon brun jaune à brun grisâtre humifère, sableux particulaire, moyennement calcaire, assez riche en racines;

20 à 45 cm : Horizon jaune beige à saumon, calcaire, sableux particulaire;
Au-delà de 45 cm : passage rapide à un horizon blanchâtre à graviers et cailloux calcaires, sablo-argileux, poudreux particulaire.

Ces sols, situés en contrebas de la *cuesta* éocène, sont en général à texture plus fine et moins meuble.
Ainsi, au sud d'Antsanira, en bas de pente, sous bush arbustif, on peut observer le profil suivant (n° 9) :

0 à 20 cm : Horizon brun gris, argilo-sableux, légèrement durci, un peu calcaire. Structure faiblement grumeleuse, secondairement particulaire, enracinement moyen;
20 à 50 cm : Horizon jaune rougeâtre (saumon), argilo-limoneux, nuciforme, un peu durci, moyennement calcaire;
50 cm et + : Horizon argilo-sableux jaune beige, très calcaire avec quelques graviers, massif secondairement particulaire poudreux.

La surface du sol est un peu foisonnante et comporte des fentes de dessication superficielles.
Les apports par ruissellement sur ces sols sont faibles car les eaux se perdent dans des ravines. Dans la région d'Antsanira, on peut observer des profils complexes dus au recouvrement de ce type de sol par des nappes sableuses rubéfiées.

c. *Caractéristiques physiques et chimiques*

La réaction du sol est neutre à modérément alcaline. La texture est à prédominance sableuse dans la zone littorale, argilo-sableuse à l'intérieur. La teneur en calcaire augmente avec la profondeur et peut atteindre 25 p. 100 (1 à 5 p. 100 en surface).
Les teneurs en matières organiques sont moyennes (1,5 à 2 p. 100). La teneur en azote total voisine 1 p. 1.000, mais peut atteindre des valeurs élevées dans certains cas (3 à 4 p. 1.000).
La capacité d'échange du complexe absorbant est assez bonne mais fonction de la teneur en éléments fins et le degré de saturation très élevé. En effet, ces sols sont très riches en éléments échangeables; les réserves minérales sont très élevées en chaux, assez variables en potasse et en phosphore.

d. *Utilisation*

Malgré certaines qualités chimiques, ces sols sont à laisser en végétation naturelle, parce que trop secs, de profondeur et de texture irrégulière et directement exposés aux vents littoraux en bordure de mer. Leur défrichement incontrôlé risque de transformer en champ de dunes tout le glacis littoral.

VI. — SOLS MINERAUX BRUTS : SOLS NON EVOLUES A PROFIL A C

A. — SOLS BRUTS D'ÉROSION

Ces sols sont caractérisés par une absence presque complète d'humus et l'altération chimique y est faible mis à part les phénomènes de dissolution du calcaire; la simple désagrégation physique de la roche-mère est prépondérante.

Les lithosols correspondent aux produits de désagrégation de roches plus ou moins dures. Sur la carte, nous avons distingué des lithosols sur roches métamorphiques qui occupent les parties les plus accidentées de la zone cristalline (dont les limites avec les sols ferrugineux tropicaux subsquelettiques sont d'ailleurs très approximatives), des lithosols sur calcaire éocène et grès quaternaires (parfois en complexe avec des sols rouges de décalcification), et enfin des lithosols sur néogène continental (reliefs résiduels et buttes-témoins).

La carapace calcaire est ici très sporadique et se trouve seulement aux environs de Bekitro. Il s'agit de la transformation en place de roches métamorphiques calcaires (amphibolites et cipolins). Cette carapace donne parfois des sols squelettiques calcaires sablo-caillouteux.

Les affleurements les plus importants de croûtes calcaires dans la zone sédimentaire ont été signalés sur la carte des sols.

B. — SOLS BRUTS D'APPORT

Ces sols sont d'origine colluviale, dunaire ou alluviale. Le profil ne présente aucune différenciation et l'horizon humifère est à peine marqué.

1. *Sols colluviaux* (*colluvions sableuses calcaires*)

Ces colluvions se trouvent au bas immédiat des talus calcaires dans la Basse-Menarandra et dans la région du cap Sainte-Marie, en complexe avec des lithosols calcaires. Elles sont le résultat des ravinements épisodiques qui se produisent dans ces talus.

Ces sols contiennent en moyenne 30 p. 100 de calcaire et la fraction sableuse dominante y est assez fine. Les pentes sont très fortes et ces sols sont sans aucune valeur culturale.

2. *Sols éoliens* (*dunes récentes fixées ou actives*)

Limités à un très mince cordon littoral discontinu du cap Sainte-Marie jusqu'à Tsivaha, les systèmes dunaires récents prennent en allant vers l'Ouest une large extension, et recouvrent partiellement le grand talus littoral au sud d'Anjedava, Belamoty, Tsialangy. Ils occupent également des superficies notables à l'ouest de la Menarandra en bordure de la lagune de Bevoalavo.

On trouvera une description détaillée de la morphologie de ces dunes littorales dans l'article de R. BATTISTINI (5).

Ces sables présentent un triage éolien net (0,16 à 0,20 mm) mais un second maximum résiduel dans la courbe granulométrique au voisinage de 0,50 mm indique leur origine marine confirmée par l'usure poussée des grains, même dans les petites tailles (émoussé caractéristique).

Localement, en dehors du cordon littoral proprement dit, les dunes fixées sont remises en mouvement : à l'est de Tsivaha (Tsianaloaky) et système du Dogary-Reanondry au sud de Tsialangy.

Ces dunes actives ne menacent pas de zones économiques importantes et la fixation n'en apparaît pas rentable. Cependant il serait bon d'empêcher les défrichements dans les zones où ces dunes s'alimentent c'est-à-dire à l'extrémité orientale des différents systèmes.

Les dunes fixées sont çà et là défrichées pour la culture : en fait, étant donné la position géographique de ces sols et leur susceptibilité à l'érosion éolienne, on devrait en éviter la mise en culture dans toute la zone littorale. Seul le cas des dunes fixées sur le plateau calcaire proprement dit, au sud d'Anjevada et de Tsialangy, est à envisager : ces dunes sont déjà très cultivées et peuvent être maintenues en cultures à condition de prendre les mêmes précautions culturales que celles préconisées dans la plupart des sols de cultures à texture sableuse que nous avons étudiés.

3. *Sols alluviaux (alluvions actuelles)*

Les surfaces occupées par les alluvions actuelles de la Menarandra et du Manambovo ne sont pas cartographiables au 1/200.000e. Cependant, leur importance économique est loin d'être négligeable, et la plupart de ces «terrasses» temporaires sont cultivées par les autochtones. En effet, ces alluvions restent très longtemps humides bien que très sableuses et la patate y vient particulièrement bien.

V. — LA MISE EN VALEUR

1° Généralités

Les principales zones de production agricole dans la région cartographiée sont les suivantes :

— la zone côtière du plateau Karimbola, en bordure du grand talus littoral;
— la zone des sables blancs de Beloha (et plus particulièrement dans un rayon de 4 à 5 kilomètres autour du poste administratif de Beloha);
— la basse-vallée de la Menarandra en aval des gorges d'Elesa.

Comme zones secondaires on peut citer : les vallées de la Menarandra et du Manambovo (cultures discontinues et très localisées), le glacis littoral (en particulier la région de Lavanono), la dépression subséquente entre Ampanihy et le plateau

Mahafaly, la vallée de la Linta, la vallée de la Manambahy au nord-est de Tranoroa, certaines dépressions et de nombreux thalwegs de la zone gneissique au nord d'Ampanihy et de Tranoroa.

Partout ailleurs, les cultures sont très épisodiques et sont faites en général après défrichement de la végétation naturelle pendant une année seulement.

La répartition de l'élevage est inverse de celle de la population et des cultures et c'est dans la zone septentrionale que l'on rencontre les troupeaux importants.

Les récoltes, tout comme l'alimentation des habitants, sont très irrégulières et fonction de la pluviométrie. A ce facteur d'irrégularité naturel il faut ajouter l'absence de rotation culturale définie, la durée inégale de la jachère naturelle en fonction des propriétaires et des besoins, la prédilection de l'Antandroy pour le bœuf, la grande liberté dans laquelle vivent les troupeaux.

Exception faite pour les alluvions de la Menarandra, les possibilités d'irrigation sont presque nulles et la texture très sableuse de la plupart des sols ou l'hétérogénéité de leur profondeur empêchent une mise en valeur à peu de frais. A tout cela s'ajoute la nécessité de lutter contre le vent dans la région côtière.

Malgré l'ensemble de ces conditions peu favorables à une agriculture et à un élevage intensifs, comme l'écrit H. BÉRARD (6), en dehors des années particulièrement mauvaises marquées par des disettes, «le pays peut et doit se suffire à lui-même».

Si l'Antandroy est peu prévoyant, en particulier pour sa nourriture, il reste très attaché à son pays et possède un certain nombre de qualités qui peuvent faire de lui un bon cultivateur. On doit pouvoir progressivement concilier les exigences naturelles et humaines pour la mise en valeur de ce pays, sans favoriser à l'excès une émigration de main-d'œuvre qui pose autant de problèmes sinon plus, qu'elle n'en résoud.

2° UTILISATION ACTUELLE DES SOLS

On trouvera dans les articles de G. LE THOMAS (15) et de H. BÉRARD déjà cité (6) les renseignements essentiels sur les besoins alimentaires des populations et les cultures de l'Extrême-sud de Madagascar. Le Service de l'agriculture nous a aimablement communiqué un certain nombre de données sur la production et les superficies cultivées pour les principales cultures au cours des années 1954-1955-1956. Il faut noter que 1955 et surtout 1956 ont été des années sèches et que la production agricole s'en est ressentie.

Dans la zone cartographiée, la production rizicole est pratiquement nulle. Le maïs, très apprécié du point de vue alimentaire, est encore cultivé sur de grandes surfaces, mais semble en diminution à cause des aléas de la récolte très liée aux pluies. On le trouve surtout sur les sols rouges de décalcification de la zone côtière et il donne des rendements de 5 à 600 kilogrammes de grains par hectare en moyenne.

Le manioc est cultivé un peu partout et résiste assez bien à la sécheresse. C'est à peu près la seule culture dans les sols rouges et jaunes sur nappes d'épandage.

La patate est cultivée dans toute la zone côtière et vers le Nord surtout dans les vallées, en particulier sur les alluvions très récentes.

Les légumineuses (antaka, voanemba, ambérique) sont souvent cultivées en association avec le sorgho : on les trouve sur les sols rouges de la zone littorale et surtout dans les sables blancs de Beloha. Le sorgho est bien adapté au climat mais doit être protégé des oiseaux; ses rendements varient entre 300 et 600 kilogrammes, plus chez les variétés tardives. L'arachide a pris une extension rapide en tant que culture spéculative. Faite surtout dans les sols ferrugineux tropicaux humifères de la zone septentrionale, elle est malheureusement le plus souvent une culture itinérante dans laquelle le sol est abandonné après une seule récolte semée sur brûlis.

A ces produits de base s'ajoutent de nombreux produits de cueillette constituant un appoint commercialisable pour les habitants et parmi lesquels le ricin était ces dernières années l'un de plus rémunérateurs.

L'association culturale est en général la règle, surtout dans la zone côtière et il n'existe aucune alternance suivie. Les jachères sont de durée très inégale, mais en général pratiquées couramment sauf dans les régions très peuplées (environs de Beloha). La fumure est inconnue et le travail du sol est très rudimentaire : préparation à la bêche extrêmement sommaire surtout dans les zones de cultures anciennes, désherbages selon les pluies.

La propriété des terrains de culture est purement individuelle avec entente entre les collectivités des différents villages. L'individu devient propriétaire dès l'instant où il cultive de façon à peu près régulière.

La densité des champs est la plus grande dans la zone des sables blancs de Beloha et les dépressions du plateau Karimbola, là où l'humidité du sol se maintient le plus longtemps et non parce que la fertilité naturelle y est plus élevée. En année favorable, les cultures faites dans les sols jaunes ou rouges de la zone côtière donnent des rendements nettement plus élevés, surtout après défrichement récent.

On constate d'ailleurs depuis quelques années, par suite de la poussée démographique et des faibles rendements, que les habitants délaissent les zones traditionnelles de culture pour en rechercher de nouvelles, en particulier sur le plateau Karimbola, où la venue des pluies décide entièrement de la récolte.

Les mois de novembre et décembre sont en général les plus favorables à l'ensemencement et la plus grande partie des travaux doit être faite pendant cette période.

L'année agricole commence avec les pluies sauf dans les terres nouvellement en culture où le défrichement demande un certain temps. Les cultures étant souvent associées dans un même champ, l'ordre de plantation est en général, d'après

H. BÉRARD (6), le suivant : maïs, voanemba, sorgho, voazavo (pastèque), courge, antaka, manioc et patates.

Ces dernières années les productions ont été les suivantes : pour le district d'Ampanihy, maïs 150 à 300 tonnes sur 350 à 500 hectares, manioc 6.000 à 20.000 tonnes sur 2.000 à 5.000 hectares, légumineuses 300 à 350 tonnes sur 400 à 500 hectares, patates et saonjo 470 à 600 tonnes sur 150 à 200 hectares, arachides 600 à 1.000 tonnes sur 1.800 à 2.300 hectares, pois du Cap 20 tonnes sur 20 à 25 hectares.

Pour le district d'Ambovombe (dont une partie seulement est dans la zone cartographiée) : maïs 300 à 2.110 tonnes sur 600 à 3.800 hectares, manioc 1.400 à 9.000 tonnes sur 935 à 4.000 hectares, patates et saonjo 11 à 12.000 tonnes sur 8 à 10.000 hectares, légumineuses 2.805 à 5.500 tonnes sur 6.800 à 7.850 hectares, arachides 70 à 260 tonnes sur 125 à 746 hectares, pois du Cap 2,3 à 5 tonnes sur 10 à 20 hectares, haricots 35 à 75 tonnes sur 116 à 150 hectares, ricin 800 à 1.900 tonnes, pignon d'Inde 25 à 70 tonnes, coton 15 à 30 tonnes.

Les inégalités de production et de surfaces proviennent des irrégularités climatiques et des émigrations massives lors de sécheresses prolongées.

Malgré un troupeau bovin très important (413.000 bovins, 75.000 ovins, 122.000 ovins pour les districts d'Ampanihy et d'Ambovombe) (*), l'association agriculture-élevage n'existe pratiquement pas et le bœuf est pour l'habitant d'un rendement économique faible mise à part l'alimentation (viande et laïtages). La mentalité particulière de l'Antandroy vis-à-vis du bœuf, signe de richesse et non objet de rapport, ne peut être changée du jour au lendemain. Sans compter les difficultés pour alimenter et abreuver un pareil troupeau dans un pays à pluviométrie aussi irrégulière, et les longs déplacements qui en résultent pour les hommes et les bêtes.

Nous sommes donc ici en présence de systèmes d'agriculture souvent très primitifs et d'un élevage extensif. Le paysan autochtone est encore attaché à ses traditions ancestrales et l'éducation rurale ne peut faire de progrès sensibles que si elle débute à l'âge scolaire.

Par ailleurs, les rendements culturaux, souvent la totalité de la récolte, sont sous la dépendance étroite des conditions climatiques (durée de la saison des pluies, hauteur totale des précipitations, vents desséchants). Encore récemment deux années sèches consécutives (1956-1957) ont provoqué une disette et il a été nécessaire d'importer des vivres pour nourrir les populations. L'alimentation en eau des hommes et des bêtes pose également des problèmes en année sèche et les études hydrologiques sont en plein développement.

C'est en ayant présentes à l'esprit ces difficultés fondamentales que le pédologue pourra considérer l'influence du

(*) Renseignements fournis par le Service de l'Elevage.

facteur sol dans l'économie agricole de ce pays et conseiller des méthodes et systèmes culturaux qui permettent le maintien d'une certaine fertilité.

3° Possibilités de mise en valeur

a. *Choix des périmètres de culture*

A notre avis, compte tenu des facteurs édaphiques et humains, l'effort de mise en valeur doit être concentré sur les types de sols suivants : sols rouges sableux sur grès calcaire, sols jaunes sableux intermédiaires, sables dunaires décalcifiés plus ou moins rubéfiés, alluvions peu évoluées ou récentes, sables blancs. A un degré moindre, les dunes anciennes calcaires et les sols ferrugineux tropicaux humifères méritent également un certain intérêt.

Deux choses paraissent indispensables à une mise en valeur rationnelle : dans le cas des sols rouges et des sables dunaires l'emploi de brise-vent, dans celui des alluvions la possibilité d'irriguer.

Ensuite l'effort accompli sera vain si la rotation culturale sur le périmètre n'assure pas un minimum de matière organique dans l'horizon de surface (1,0 à 1,5 p. 100 pour les sols les plus sableux). Cet impératif suppose qu'un même sol ne pourra fournir une culture vivrière exportée en quasi-totalité ou une culture spéculative comme l'arachide que tous les deux ou trois ans au minimum.

Ce système d'agriculture suppose donc une grande discipline de la part des cultivateurs et presque un plan cadastral des terres de culture. Les périmètres choisis s'étendront par conséquent sur des surfaces assez grandes, mais cela n'est pas un inconvénient étant donné les irrégularités parfois très localisées de la pluviométrie.

Les cultures vivrières en association, telles que les pratique le cultivateur antandroy, sont à recommander et à définir, à condition de ne pas multiplier à l'excès le nombre des cultures sur une même parcelle.

Les méthodes de *dry-farming* doivent être essayées : non seulement la propogande auprès des populations pour l'emploi de la charrue doit être poursuivie, mais des essais devraient être entrepris par les collectivités pour rechercher les instruments les mieux adaptés à cette méthode de culture et à la texture sableuse des sols. L'emploi de cultivateurs à lames horizontales en V ou à lames verticales, et d'une façon générale des instruments qui ameublissent et aèrent la surface du sol sans perturbations importantes, est à recommander.

Le travail superficiel succédant à un apport organique (engrais vert ou prairie temporaire) permettra de maintenir une certaine humidité en profondeur.

Dans les cas où le défrichement est nécessaire, des bandes de végétation naturelle, orientées perpendiculairement à la direction des vents dominants, seront laissées tous les 100 mètres sur une largeur de 20 mètres. De plus, des haies brise-vent seront utilisées dans les bandes cultivées.

b. *Haies brise-vent*

Etant donné la constance des vents et leur intensité, les faibles dénivellations de la topographie, et la texture très sableuse des sols de la zone côtière, l'emploi des brise-vent est indispensable pour la mise en culture.

La raquette inerme (*Opuntia ficus-indica*) doit être l'espèce principale de ces haies brise-vent pour plusieurs raisons; en premier lieu son utilisation pour la nourriture des animaux, ensuite sa facilité de plantation, sa rapidité de développement, son efficacité contre le vent, surtout si les plantations sont faites en lignes jumelées avec des distances de 1 à 2 mètres entre les lignes et 0,50 à 1 m sur la ligne.

Les plantations denses ne sont pas à conseiller en raison de leur vulnérabilité vis-à-vis des troupeaux, et une distance de 10 à 15 mètres entre les lignes comme le préconisait le Service de l'élevage (**23**) semble trop faible. On estime en moyenne qu'un brise-vent protège une surface large d'environ 20 à 30 fois sa hauteur; or, la taille normale des *raketa* est 3,50 à 4 mètres. On sera donc assuré d'une bonne protection en espaçant les bandes de 50 à 60 mètres et en utilisant pour plus de sûreté des brise-vent secondaires espacés de 15 à 20 mètres.

La *raketa* peut très bien venir dans les différents types de sols cités précédemment pour les périmètres de culture. Lors du défrichement on aura intérêt à laisser sur le sol un paillis de débris de végétaux qui protégera à la fois le sol et les articles récemment plantés. Le labour n'est pas indispensable à la plantation : il ne devra se faire que deux ans après, lors de la mise en culture des interbandes. Le point le plus délicat reste la protection des jeunes plantations contre les déprédations des troupeaux. Dans les zones à peuplement dense, comme la région de Beloha, plutôt que de laisser se développer les agaves, bonnes protectrices mais peu utiles, on devrait chercher à implanter des carroyages de *raketa* (100 m × 100 m par exemple) avec entrées gardées par des épineux.

Comme brise-vent secondaires seraient intéressantes les espèces suivantes : *Pennisetum purpureum* (herbe à éléphant), *Tephrosia candida, Cassia siamea, Acacia cyanophylla, Acacia arabica.*

c. *Possibilités d'irrigation*

Ce problème sort du cadre de cette notice. Signalons cependant que les alluvions peu évoluées et récentes de la Menarandra sont des sols riches mais que les cultures pratiquées sans irrigation y sont encore plus aléatoires que dans les sols sableux car la capacité de rétention de ces sols alluviaux pour l'eau est beaucoup plus grande.

Certes, ces surfaces alluviales sont loin d'égaler en superficie celles de la basse-vallée du Mandrare, mais les caractères de fertilité naturelle sont dans l'ensemble sensiblement analogues (**13**) avec une texture en général plus sableuse.

La rive gauche de la Menarandra (Ampotaka-Marolinta) est particulièrement intéressante. La culture du sisal n'est pas intéressante ici faute d'eau et à cause de l'éloignement. Si cette zone est irriguée, elle pourrait devenir pour le pays antandroy un centre de production alimentaire important, rôle que remplit bien imparfaitement la vallée du Mandrare. D'ailleurs, le projet d'irrigation y serait plus facile et d'une ampleur moindre que sur le Mandrare. Parmi les sites de barrages en amont d'Ampotaka reconnus par H. BESAIRIE (7) et les projets de l'ingénieur GENDRAU, il semble que Bekily, à 14 kilomètres en amont d'Ampotaka, convienne le mieux pour une irrigation en toutes saisons de la rive gauche.

La vallée de la Manambahy, de Tranoroa à Bekitro, devrait également être étudiée du point de vue irrigation.

d. *Assolement et fumures*

Il ressort des observations précédentes que l'assolement doit apporter au sol de quoi maintenir son taux de matière organique et laisser le sol à nu le moins longtemps possible.

Pour une zone déterminée, compte tenu des facteurs humains, cet assolement doit être simple. Par exemple :

— Un an : maïs ou sorgho ou manioc, associé à une légumineuse (voanemba ou antaka) ou à une culture de patates;

— Deux ou trois ans : prairie ou jachère naturelle dans les zones les plus humides.

Parmi les espèces fourragères, *Cenchrus ciliaris*, *Eragrostis curvula*, *Eragrostis chloromelas* sont particulièrement intéressantes à essayer (*).

Après une culture d'arachide, il est conseillé de semer une légumineuse qui sera enfouie comme engrais vert. L'arachide ne doit revenir sur une même parcelle que tous les trois ou quatre ans; l'alternance arachide-sorgho qui est souvent pratiquée de façon continue protège peu le sol contre l'érosion éolienne et provoque une dégradation rapide de sa structure et de sa fertilité.

Laisser se développer la culture de l'arachide dans les sols humifères peu profonds de la zone gneissique septentrionale, déjà si dégradée, est une erreur. Attiré par les avantages financiers que procure actuellement cette culture, dont la commercialisation est entre les mains des Indiens, le cultivateur exploite à fond le sol et les rendements diminuent très rapidement.

Compte tenu des résultats analytiques, il semble que si l'on maintient par l'assolement un taux de matière organique convenable (les apports de fumier sont actuellement difficiles à envisager) la fumure minérale azotée soit particulièrement intéressante. Etant donné les irrégularités climatiques et la texture

(*) Sur les espèces fourragères du Sud malgache, cf. l'intéressant article de R. MONTAGNAC, dans *Recherche Agronomique de Madagascar*, n° 2, compte rendu 1953.

souvent très sableuse des sols, jointe à un complexe absorbant peu important, l'azote devra être apporté en doses fractionnées et sous une forme rapidement assimilable (forme nitrique). Pour l'azote comme pour les autres éléments, les essais d'engrais sur culture exportée sont à faire sur les principaux types de sols.

e. *Proposition de secteurs pilotes*

Nous proposons ci-dessous une liste non limitative de secteurs où l'effort de mise en valeur devrait être intensifié et les essais d'assolement et de fumure entrepris :

— Sols rouges sableux sur grès calcaires (région côtière) : Tranovaho-Antsarika-Befamata-Anjedava;
— Sols jaunes sableux intermédiaires : Angirizato, Mifondra-Bevaro;
— Sols alluviaux : Marolinta, Matsandry, Betsintsy (Linta). Basse-vallée de la Manambahy;
— Sables blancs : Andrasemba, Motombositra, Itrambo, Bokonaky, Ankilimalangy, Kirimosa;
— Sables dunaires : Anjedava.

CONCLUSION

Sur cette feuille, comme sur la feuille voisine d'Ambovombe, les sols sableux de décalcification occupent des surfaces importantes dans toute la zone côtière au sens large. Les conditions climatiques particulières où se trouvent ces sols et leur texture très sableuse obligent à des précautions indispensables (brise-vent, rotations culturales appropriées) pour une mise en valeur rentable.

Les sols ferrugineux tropicaux occupent également des surfaces importantes, mais, à l'inverse des précédents, leur vocation est davantage pastorale que culturale à cause d'une texture et d'une structure plus défavorables. Dans les deux cas, la fertilité naturelle est faible.

La plupart des sols d'apport sont assez riches en éléments utilisables par les plantes, mais leur mise en valeur est liée aux possibilités hydrauliques.

Le plateau calcaire éocène et la zone gneissique septentrionale ne supportent que des sols superficiels et sont à laisser en végétation naturelle. Celle-ci doit être protégée du surpâturage et des feux.

Les sols hydromorphes occupent des surfaces très restreintes et sont difficiles à mettre en valeur.

L'effort de mise en valeur doit être porté de préférence sur la zone côtière et les vallées alluviales, et la création de secteurs pilotes est à préconiser.

Enfin, l'infrastructure économique du pays étant faible, il conviendrait d'appuyer toute politique agricole par une active propagande auprès des populations dont la participation dans les essais entrepris, est toujours restée faible, au moins jusqu'à ces dernières années.

VI. — METHODES ANALYTIQUES

L'analyse granulométrique a été faite par densimétrie après dispersion à l'hexamétaphosphate de soude et carbonate de soude à *p*H 8,5 et agitation de cinq minutes au mixer.

L'humidité équivalente a été mesurée après centrifugation d'échantillons humectés par capillarité pendant vingt-quatre heures (20 minutes à 3.500 tours/minute).

Le dosage des sels solubles a été fait par mesure de la conductibilité des extraits de sols. Les chlorures ont été dosés volumétriquement par le nitrate d'argent, les sulfates par précipitation à l'aide d'une solution de chlorure de baryum à 10 p. 100.

Le taux de matière organique a été calculé à partir de la teneur en carbone, cet élément ayant été dosé par attaque au mélange sulfo-chromique et colorimétrie.

L'humus a été extrait par une solution de soude n/20 et les acides humiques obtenus par précipitation à l'acide sulfurique. L'azote total a été dosé par la méthode Kjeldhal.

Les bases échangeables ont été dosées sur le percolat du sol par une solution d'acétate d'ammonium normale et neutre, le calcium par précipitation à l'oxalate d'ammonium, le magnésium par précipitation de phosphate ammoniaco-magnésien, le potassium et le sodium par spectophotométrie de flamme.

L'acide phosphorique assimilable a été dosé selon la méthode Truog, c'est-à-dire après extraction à l'acide sulfurique 0,002 N.

Le dosage du phosphore total a été fait selon la méthode de Lorentz après attaque nitrique.

La capacité d'échange a été titrée après saturation du sol par une solution de chlorure de sodium à 10 p. 100 additionnée de 4 cc d'acide chlorhydrique pur par litre.

Le rapport SiO^2/Al^2O^3 a été calculé d'après les résultats de l'attaque du sol au mélange triacide. Les éléments totaux ont été dosés après attaque à l'acide nitrique concentré.

Pour plus de détails cf. *Le Formulaire des méthodes analytiques en usage aux laboratoires de chimie analytique et microbiologie de l'I.R.S.M.* (document ronéotypé, Tananarive, 2e édition 1959).

REFERENCES

1. Archambault (J.). — «Etudes d'hydraulique pastorale dans le sud de Madagascar, 1re et 2e missions». — Inspection générale de l'élevage de Madagascar, Tananarive, janvier 1956 et janvier 1957.
2. Aubert (G.). — «Classification des sols, analyses de livres, brochures et articles à l'intention des pédologues», ORSTOM, 1958, tome VIII, fasc. 2.
3. Aubert (G.). — «La classification des sols utilisée dans les territoires tropicaux de l'Union Française». — *C.R. Deuxième*

Conférence interafricaine des Sols, Léopoldville, p. 705-708, document n° 51.

4. AUROUZE (J.). — «Notice explicative sur la carte hydrogéologique au 1/500.000e du sud de Madagascar». — Service géologique, Tananarive 1957.
5. BATTISTINI (R.). — «Structure et géomorphologie du Littoral Karimbola. — *Mémoires IRSM*, 1959, série D, à paraître.
6. BÉHARD (H.). — «Le problème agricole du ravitaillement des populations dans l'extrême-sud de Madagascar». — *L'Agronomie tropicale*, 1951, nos 3, 4, 5, 6, 7, 8.
7. BESAIRIE (H.). — «Recherches géologiques à Madagascar, l'Extrême-Sud et le Sud-Sud-Est», 2 volumes. — Bureau géologique, Tananarive, 1948.
8. BESAIRIE (H.). — «Notice explicative sur la carte géologique de reconnaissance au 1/200.000e», feuilles Tsihombe, Bekily, Ampotaka, Ampanihy. — Imprimerie Nationale, Paris 1948.
9. BESAIRIE (H.). — «Les sols de la Basse-Menarandra». — *Annales géologiques du Service des Mines*, fasc. 5, Tananarive. — Imprimerie officielle, 1935.
10. DECARY (R.). — «L'Androy, Essai de Monographie régionale». — Société d'Editions géographiques, maritimes et coloniales, Paris, 1930.
11. HERVIEU (J.). — «Notice sur la carte pédologique de reconnaissance au 1/200.000e Ambovombe». — *Publications IRSM*, 1958.
12. HERVIEU (J.). — «Note sur la dépression d'Ampamoloro-Ambovombe». — *Le Naturaliste Malgache*, 1957.
13. HERVIEU (J.). et RIQUIER (J.). — «Les séries pédologiques de la Basse-Vallée du Mandrare». — *Publications IRSM*, 1959.
14. LAUTEL (R.) et NOIZET (G.). — «Notice explicative sur la carte géologique au 1/100.000e Tranoroa-Bekitro». — Service géologique, Tananarive, 1953.
15. LE THOMAS (G.). — «Les plantes cultivées par les indigènes dans le sud de Madagascar». — *Revue de Botanique appliquée*, Cinquantenaire de Madagascar 1946, tome XXVI, p. 434-453.
16. MOUREAUX (Cl.), RIQUIER (J.) et SEGALEN (P.). — «Etude pédologique de la Basse-Vallée de la Menarandra». — *Mémoires IRSM* série D, 1952, tome IV, fasc. 1.
17. NOIZET (G.). — «Notice explicative sur la carte géologique au 1/100.000e Ankazontaha-Ampanihy». — Service géologique, Tananarive, 1953.
18. POUPON (J.). — «L'action du Service des Eaux et Forêts de Tuléar». — *Bull. de Madagascar*, janvier 1957, n° 128, p. 71.
19. REIFENBERG (A.). — «Some observations on red soils». — *Comptes rendus de la Conférence de Pédologie méditerranéenne*, 1947.
20. REIFENBERG (A.). — «The soils of Palestine, 1947». — Thomas Murby and Co, London.
21. RIQUIER (J.). — «Note complémentaire sur le bilan hydrique des sols». — *Le Naturaliste malgache*, à paraître, 1959.
22. SEGALEN (P.). — «Sur quelques sols dérivés de calcaire dans la région de Majunga». — *Communications du Sixième Congrès International de la Science du Sol*, V, 92, Paris, 1956.
23. SERVICE DE L'ÉLEVAGE DE MADAGASCAR. — «La Raquette inerme dans la lutte contre l'érosion éolienne». — *C.R. de la Conférence africaine des Sols, Bulletin agricole du Congo-Belge*, juin 1949, n° 2, volume XL, p. 1415.
24. VAN DER MERWE (C.R.). — «Soil Groups and Sub-groups of South Africa». — Department of Agriculture and Forestry. *Science Bulletin* 231, 1941.

RESULTATS ANALYTIQUES REPRESENTATIFS DES DIFFERENTS TYPES DE SOLS

NUMÉRO D'ORDRE : 63 — **Région : Ampanihy**

Type de sol : Sols rouges subsquelettiques sur calcaire éocène

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	pH	ARGILE p. 100 6	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE GROSSIER p. 100	HUMIDITÉ équivalente
11	0.10	7	16.0	25.3	49.4	7.70	19.0
12	0.50	6	20.05	19.3	50.1	9.6	18.0
81	0.20	7.4	13.2	22.0	46.2	16.8	16.2
82	0.50	6.2	10.4	18.45	53.6	16.8	16.3

NUMÉRO échantillon	Matière organique p. 1000 totale	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES (Milliéquivalents pour 100 g.) CaO	Mg O.	K^2 O	T	S	V p. 100
11	22.0	10.0	5.0	12.8	1.68	7.6	45.4	16.55	2.69	2.1	16.7	21.3	127.7
12	12.3	9.6	2.0	7.2	1.2	6.0	20.8	13.55	2.92	0.77	14.8	17.2	
81	22.0	10.0	5.0	12.8	1.68	7.6	45.4	16.55	2.69	2.1	16.7	21.3	
82	12.3	9.6	2.0	7.2	1.2	6.0	20.8	13.55	2.92	0.77	14.8	17.2	

NUMÉRO échantillon	PERTE au feu p. 100	RÉSIDU p. 100	SiO^2 combinée p. 100	Fe^2 O^3 p. 100	Al^2 O^3 p. 100	TiO^2 p. 100	SiO^2 / Al^2 O^3	ÉLÉMENTS TOTAUX CaO p. 1000	K^2 O p. 1000	P^2 O^5 p. 1000
11	7.28	52.21	17.59	7.6	14.90	0.045	1.98	5.1	4.6	0.6
12	6.71	54.06	15.83	6.8	16.14	0.055	1.66	4.0	4.6	0.5
81	7.32	59.02	15.58	6.4	11.39	0.06	2.32	6.1	3.3	0.8
82	5.64	58.40	16.58	6.0	12.49	0.055	2.25	7.2	4.0	0.6

NUMÉRO D'ORDRE : 63 **Région : Ampanihy-Beloha**

Type de sol : Sol rouge sableux sur grès calcaires quaternaires

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE grossier p. 100	HUMIDITÉ équivalente
41	0.20	7.4	2.8	5.65	38.3	51.8	6.2
42	0.50	7.4	9.2	3.4	40.2	45.95	4.3
441	0.30	6.4	7.2	1.2	74.0	13.15	6.7
442	0.50	7	11.6	2.0	74.7	10.5	7.0
443	0.80	6.4	11.2	3.2	74.1	10.45	5.5

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES (Milliéquivalents pour 100 g.) CaO	Mg O	K^2 O	T	S	V p. 100
41	10.3	3.4	2.0	6.0	0.54	11.1	92.9	23.20	1.39	0.42	3.4	25.0	
42	1.3	0.9	0.60	0.8	0.22	3.6	65.6	2.25	0.44	0.26	3.7	2.95	79.5
441	9.8	5.0	3.0	5.7	2.3	2.4	51.0	3.85	0.6	0.25	4.0	4.70	
442	3.5	1.5	1.0	2.08	0.85	2.4	42.0	3.65	0.6	0.22	3.8	4.4	
443	1.8			0.8				2.4	0.4	0.16	3.3	2.95	89.6

NUMÉRO échantillon	PERTE au feu p. 100	RÉSIDU p. 100	SiO^2 combinée p. 100	$Fe^2 O^3$ p. 100	$Al^2 O^3$ p. 100	TiO^2 p. 100	SiO^2 / $Al^2 O^3$	ÉLÉMENTS TOTAUX CaO p. 1000	K^2 O p. 1000	$P^2 O^5$ p. 1000
41	2.89	84.91	4.52	3.2	4.42	1.73	8.43	0.6	0.6	0.0
42	1.77	86.39	4.77	3.6	3.43	2.37	2.75	0.6	0.4	0.0
441	2.76	87.49	4.70	2.40	2.23	3.58	1.54	0.5	0.2	0.0
442	1.74	86.69	5.52	2.80	2.33	4.02	2.34	0.5	0.4	0.0
443	1.97	84.61	5.02	2.40	5.22	1.63	1.36	1.1	0.2	0.0

NUMÉRO D'ORDRE : 63

Région : Ampanihy-Beloha

Type de sol : Sols rouges sableux (*suite*)

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	pH	p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE GROSSIER p. 100	HUMIDITÉ équivalente
401	0.15	6.2	7.2	3.2	59.36	29.0	4.0
402	0.50	6.2	7.2	3.2	58.85	30.0	4.8
403	0.75	6.4	8.4	8.0	36.7	45.75	5.6
404	1.15	6.8	8.4	4.0	56.0	31.2	
405	2.00	6.8	5.6	6.0	56.7	30.9	

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES (Milliéquivalents pour 100 g.) CaO	Mg O	K^2 O	T	S	V p. 100
401	3.7	2.4	2.0	2.2	0.89	2.4	63.4	1.9	1.30	0.15	3.4	3.3	97.1
402	1.8	1.1	1.2	1.06	0.55	1.9	60.4	2.55	1.30	0.12	3.5	4.0	
403	1.3			0.8				2.15	I.25	0.10	2.4	3.4	

NUMÉRO échantillon	PERTE au feu p. 100	RÉSIDU p. 100	SiO^2 combinée p. 100	$Fe^2 O^3$ p. 100	$Al^2 O^3$ p. 100	SiO^2 / $Al^2 O^3$	ÉLÉMENTS TOTAUX CaO p. 1000	K^2 O p. 1000	$P^2 O^5$ p. 1000	
401	2.01	89.08	3.26	2.0	3.45	1.6	1.7	0.2	0.6	
402	2.23	85.34	4.77	2.40	5.0	1.62	1.6	0.4	0.3	
403	2.08	86.88	5.27	1.60	3.80	2.35	1.5	0.5	0.2	
404	1.89	84.50	6.03	2.0	4.75	2.15				
405	1.90	83.80	7.28	1.6	4.90	2.52				

NUMÉRO D'ORDRE : 63 **Région : Ampanihy-Beloha**

Type de sol : Sols rouges sableux *(suite)*

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE GROSSIER p. 100	HUMIDITÉ équivalente
481	0.20	6.4	7.2	1.2	37.95	52.45	3.6
482	0.50	7	3.6	4.8	33.2	57.25	2.7
483	1.20	6.6	6.4	20.1	13.9	77.25	3.1
484	1.80	7	5.6	1.6	41.5	50.8	

NUMÉRO échantillon	Matière organique p. 1000 totale	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES (Milliéquivalents pour 100 g.) CaO	Mg O	K^2 O	T	S	V p. 100
481	4.0	3.4	2.2	2.35	0.30	7.8	84.1	3.0	0.2	0.02	3.4	3.2	94.7
482	1.5	0.9	0.4	0.88	0.18	4.8	59.6	3.1	0.7	0.02	3.4	3.8	
483				0.84				2.25	0.4	0.04	2.1	2.6	

NUMÉRO échantillon	PERTE au feu p. 100	RÉSIDU p. 100	SiO^2 combinée p. 100	$Fe^2 O^3$ p. 100	$Al^2 O^3$ p. 100	TiO^2 p. 100	ÉLÉMENTS TOTAUX SiO^2 $Al^2 O^3$	CaO p. 1000	K^2 O p. 1000	$P^2 O^5$ p. 1000
481	1.70	90.91	2.36	2.8	2.1	0.010	1.9	2.4	0.1	0.6
482	0.97	90.7	3.25	2.4	2.50	0.02	2.20	2.7	0.1	0.7
483	1.08	2.3	2.75	2.0	1.75	0.02	2.6	1.8	0.2	0.4
484	1.20	91.5	2.00	2.4	2.70	0.02	1.25			

NUMÉRO D'ORDRE : 63 **Région : Ampanihy-Beloha**

Type de sol : Sols rouges ferrugineux tropicaux peu humifères sur nappes d'épandage

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE GROSSIER p. 100	HUMIDITÉ équivalente
21	0.25	5.8	14.0	3.6	38.0	43.3	7.1
22	0.50	5.4	12.8	5.6	39.8	40.45	8.3
23	0.90	6.4	8.1	6.4	43.3	40.5	6.75
24	1.20	5.0	14.8	5.1	40.2	38.3	
25	1.20	5.4	10.0	4.0	46.95	40.3	

NUMÉRO échantillon	Matière organique p. 1000 totale	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES (Milliéquivalents pour 100 g.) CaO	Mg O	K^2 O	T	S	V p. 100
21	9.6	4.8	1.3	5.6	0.61	9.1	49.8	1.90	0.56	0.04	2.8	2.5	
22	5.1	2.0	0.6	3	0.46	6.5	38.7	1.40	0.78	0.04	2.0	2.2	
23	1.4	0.5	0.25	0.83	0.25	3.3	25.2	2.35	0.52	0.04	2.2	2.9	
24													
25													

NUMÉRO échantillon	PERTE au feu p. 100	RÉSIDU p. 100	SiO^2 combinée p. 100	$Fe^2 O^3$ p. 100	$Al^2 O^3$ p. 100	TiO^2 p. 100	SiO^2 / $Al^2 O^3$	ÉLÉMENTS TOTAUX CaO p. 1000	K^2 O p. 1000	$P^2 O^5$ p. 1000
21	4.0	78.52	8.04	4.40	4.54	0.055	3.01	1.8	0.2	0.3
22	3.04	78.11	7.28	4.0	7.06	0.035	1.75	1.5	0.3	0.3
23	2.53	76.82	8.55	3.6	8.04	0.06	1.80	1.5	0.2	0.2
24	2.85	79.90	9.29	3.2	4.11	0.035	3.8	1.7	0.2	0.3
25	2.72	76.09	8.55	3.2	2.10	0.05	6.8	2.0	0.3	0.5

NUMÉRO D'ORDRE : 63 **Région : Ampanihy-Beloha**

Type de sol : Sols rouges de dolives

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE GROSSIER p. 100	HUMIDITÉ équivalente
61	0.20	7	10.0	25.7	59.4	4.3	28.9
62	0.50	6.4	8.8	22.45	62.4	4.8	25.7
63		7.4	4.8	28.1	62.2	3.9	28.1
551	0.10	6.6	11.6	4.8	38.7	44.25	4.8
552	0.60	6.6	10.5	3.2	32.75	52.1	6.5

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES (Milliéquivalents pour 100 g.) CaO	Mg O	K^2 O	T	S	V p. 100
61	16.1	6.0	2.8	9.4	1.10	8.5	37.1	9.90	2.61	2.75	15.5	15.2	98.0
62	4.4	1.50	0.4	2.6	0.47	5.5	33.3	18.60	2.66	2.25	16.7	16.5	98.8
63	2.7	0.9	0.25	1.6				15.30	2.73	2.20	17.2	20.2	
551	5.6		1.7	3.3	0.35	9		3.0	0.8	0.38	3.8	4.1	
552	3.2		1.1	1.9	0.27	7		2.75	0.6	0.36	4.0	3.7	92.5

NUMÉRO échantillon	PERTE au feu p. 100	RÉSIDU p. 100	SiO^2 combinée p. 100	$Fe^2 O^3$ p. 100	$Al^2 O^3$ p. 100	TiO^2 p. 100	SiO^2 / $Al^2 O^3$	ÉLÉMENTS TOTAUX CaO p. 1000	K^2 O p. 1000	$P^2 O^5$ p. 1000
61	6.12	49.82	15.07	8.0	20.44	0.055	1.25	6.7	11.5	1.2
62	4.82	41.10	22.61	8.8	21.08	0.07	1.82	4.9	11.3	0.9
63	5.73	39.27	24.67	9.2	20.34	0.06	2.06	5.0	12.6	0.7
551								2.1	0.6	0.5
552								1.9	0.9	0.8

NUMÉRO D'ORDRE : 63

Région : Ampanihy-Beloha

Type de sol : Sables dunaires décalcifiés plus ou moins rubéfiés

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE GROSSIER p. 100	HUMIDITÉ équivalente
491	0.20	6.4	4.4	1.2	30.2	63.2	3.2
492	1.00	6.6	9.6	4.0	22.8	69.75	1.4
493	+ 1.00	6.8	6.4	4.0	37.1	51.40	

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES (Milliéquivalents pour 100 g.) CaO	Mg O	K^2 O	T	S	V p. 100
491	4.9	3.4	3.0	2.85	0.45	6.3	69.3	2.4	0.8	0.03	4.0	3.2	80.7
492	1.7	1.0	0.9	1.0	0.08	12.5	58.1	2.5	0.8	0.03	2.0	3.3	
493	0.9			0.56				2.25	0.2	0.10	2.0	2.5	

NUMÉRO échantillon	PERTE au feu p. 100	RÉSIDU p. 100	SiO^2 combinée p. 100	$Fe^2 O^3$ p. 100	$Al^2 O^3$ p. 100	TiO^2 p. 100	SiO^2 / $Al^2 O^3$	ÉLÉMENTS TOTAUX CaO p. 1000	K^2 O p. 1000	$P^2 O^5$ p. 1000
491	1.10	90.3	1.75	4.0	2.3	0.11	1.25	2.1	0.1	0.5
492	0.75	89.45	2.00	4.0	3.4	0.07	2.0	2.1	0.1	0.4
493	0.30	93.6	1.50	2.4	1.9	0.02	1.3	1.9	0.1	0.5

NUMÉRO D'ORDRE : 63 **Région : Ampanihy-Beloha**

Type de sol : Sols jaunes sableux intermédiaires

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE grossier p. 100	HUMIDITÉ équivalente
431	0.20	6.2	6.4	3.4	66.45	23.45	4.30
432	0.50	7	8.8	1.6	65.4	23.4	5.20
433	0.80	6.6	6.0	3.6	72.4	18.9	4.40
421	0.20	6.4	7.6	3.6	41.85	45.6	5.15
422	0.60	6.4	9.6	1.2	34.7	46.7	7.3

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES (Milliéquivalents pour 100 g.) CaO	Mg O	K^2 O	T	S	V p. 100
431	7.3	3.0	2.0	2.5	0.92	2.7	69.7	3.5	0.4	0.50	6.1	4.4	71.5
432	1.5	0.9	0.4	0.9	0.84	1.0	58.4	4.2	1.4	0.30	5.4	5.9	
433	1.0			0.6				2.4	0.7	0.32	4.3	3.4	79.5
421	12.3	6.2	2.4	7.2	3.33	2.1	50.0	4.85	1.0	0.65	6.1	6.5	
422	2.5	1.25	0.5	1.5	0.57	2.6	48.4	1.36	1.0	0.28	6.1	2.6	42.9

NUMÉRO échantillon	ÉLÉMENTS TOTAUX CaO p. 1000	K^2 O p. 1000	P^2 O^5 p. 1000
431	1.5	1.6	0.5
432	1.5	1.2	0.4
433	1.5	0.4	0.2
421	2.1	0.9	0.6
422	2.1	1.0	0.5

NUMÉRO D'ORDRE : 63

Région : Ampanihy-Beloha

Type de sol : Sols jaunes sur calcaires sableux fluviatiles

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE GROSSIER p. 100	HUMIDITÉ équivalente
411	0.20	7.2	9.2	6.8	51.30	31.00	9.60
412	0.40	7.4	12.10	5.6	50.10	29.40	13.3
413	0.60	8.2	14.4	6.95	50.8	25.85	18.5

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES (Milliéquivalents pour 100 g.) CaO	Mg O	K^2 O	T	S	V p. 100
411	10.6	2 8	2.4	6.2	3.32	1.8	26.2	7.30	3.95	0.82	8.6	12.0	
412	3.0	1.2	0.5	1.8	1.07	1.6	38.8	10.30	3.75	0.63	11.4	14.7	
413	2.4			1.4				25.10	4.35	0.45	5.9		

NUMÉRO échantillon	ÉLÉMENTS TOTAUX CaO p. 1000	K^2 O p. 1000	P^2 O^5 p. 1000
411	2.1	2.8	0.4
412	4.9	4.0	0.3
413	57.2	3.3	0.2

NUMÉRO D'ORDRE : 63 **Région : Ampanihy-Beloha**

Type de sol : Alluvions peu évoluées (*suite*)

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	pH	CO3 Ca p. 100	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE GROSSIER p. 100	HUMIDITÉ équivalente
511	0.25	6.2	trace	18.8	14.24	57.34	8.90	21.3
512	0.45	7.2	4.29	30.9	29.65	28.70	9.20	27.0
513	0.70	6.9	8.73	20.5	27.2	37.5	13.7	31.7

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	ACIDES fulviques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES (Milliéquivalents pour 100 g.) CaO	MgO	K^2O	Na^2O	T	S	V p. 100
511	19.2	6.0	2.6		11.2	1 32	8.4	31.1	22.15	2.4	2.10	0.0	27.4	31.6	
512	11.3	2.25	0.5		6.6	0.50	13.2	19.8	23.60	0.0	3.30	4.35	27.5	33.9	
513	6.8				4.0										

NUMÉRO échantillon	ÉLÉMENTS TOTAUX CaO p. 1000	K^2O p. 1000	P^2O^5 p. 1000	SELS solubles p. 1000	Cl p. 1000	SO^3 p. 1000
511	3.9	5.9	2.5	0.60	0.10	trace
512	12.7	5.5	2.1	4.4	1.36	0.32
513	32.0	6.0	1.5	17.0	1.84	9.40

NUMÉRO D'ORDRE : 63

Région : Ampanihy-Beloha

Type de sol : Sols rouges sableux (*suite*)

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	pH	p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE GROSSIER p. 100	HUMIDITÉ équivalente
521	0.25	7.2	5.6	2.0	35.85	55.75	4.8
522	1.00	6.8	6.4	1.2	40.0	51.7	4.8
523	+ 1.00	6.6	9.6	1.6	35.1	52.75	5.8

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES (Milliéquivalents pour 100 g.) CaO	Mg O	K^2 O	T	S	V p. 100
521	12.3	3.4	2.8	7.2	0.45	16.0	27.4	10.1	2.0	0.43	7.4	12.7	
522	3.6	0.5	0.4	2.1	0.04	52.5	13.8	4.1	1.4	0.61	5.7	6.1	
523	1.8			1.1				3.9	1.4	0.42	5.7	4.7	82.4

NUMÉRO échantillon	ÉLÉMENTS TOTAUX CaO p. 1000	K^2 O p. 1000	P^2 O^5 p. 1000
521	4.3	1.0	1.8
522	2.8	1.1	1.1
523	2.3	0.7	0.9

NUMÉRO D'ORDRE : 63 **Région : Ampanihy-Beloha**

Type de sol : Dunes anciennes faiblement rubéfiées

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	pH	CO^3 Ca p. 100	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE GROSSIER p. 100	HUMIDITÉ équivalente
531	0.15	7.4	0.62	7.2	1.2	58.9	31.85	9.8
532	0.60	7.4	0.55	5.6	0.6	60.55	31.5	11.0
533	1.00							

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES (Milliéquivalents pour 100 g.) CaO	Mg O	K^2 O	T	S	V p. 100
531	13.7	5.2	2.2	8.0	0.98	8.1	37.7	24.0	0.8	0.35	9.1	25.1	
532	7.48	0.9	0.7	4.35	0.39	11.1	12.0	11.6	0.4	0.57	9.0	12.5	

NUMÉRO échantillon	ÉLÉMENTS TOTAUX CaO p. 1000	K^2 O p. 1000	P^2 O^5 p. 1000
531	8.7	0.8	1.9
532	5.8	0.8	1.5

NUMÉRO D'ORDRE : 63 **Région : Ampanihy-Beloha**

Type de sol : Sols rouges ferrugineux tropicaux (*suite*)

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE grossier p. 100	HUMIDITÉ équivalente
151	0.20	6.4	16.0	2.8	33.1	46.6	7.5
152	0.50	6.4	17.4	7.1	30.3	43.55	6.75
153	0.80	6.2	16.0	8.8	28.7	45.6	6.2
154	1.40	6.2	16.8	8.4	31.95	42.45	

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES (Milliéquivalents pour 100 g.) CaO	Mg O	K^2 O	T	S	V p. 100
151	6.5	3.20	2.0	3.8	1.98	1.9	49.0	3.35	1.42	0.22	3.7	5.0	
152	3.0	1.40	0.6	1.8	0.45	4.0	45.3	3.25	0.87	0.18	3.5	4.2	
153				0.84				2.45	0.68	0.11	3.0	3.7	

NUMÉRO échantillon	PERTE au feu p. 100	RÉSIDU p. 100	SiO^2 combinée p. 100	Fe^2O^3 p. 100	Al^2O^3 p. 100	TiO^2 p. 100	SiO^2 / Al^2O^3	ÉLÉMENTS TOTAUX CaO p. 1000	K^2 O p. 1000	P^2O^5 p. 1000
151	3.3	83.47	5.77	3.6	3.17	0.03	3.09	2.3	0.9	0.6
152	2.91	80.44	6.38	3.6	6.38	0.02	1.7	2.7	0.7	0.4
153	2.82	80.08	7.53	3.2	6.03	0.02	2.12	2.5	0.8	0.7
154	2.77	80.70	7.03	3.2	6.13	0.02	1.94			

NUMÉRO D'ORDRE : 63 — **Région : Ampanihy-Beloha**

Type de sol : Sols rouges ferrugineux tropicaux (*suite*)

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE grossier p. 100	HUMIDITÉ équivalente
171	0.20	6.2	16.0	7.6	39.7	36.1	7.6
172	0.50	6.5	16.1	6.4	35.1	41.2	7.8
173	0.80	6.2	13.2	9.2	34.2	42.5	9.3
174	1.00	6.6	16.8	5.6	38.1	38.15	
175	1.45	7.0	18.0	8.4	30.3	42.4	
176	+ 1.45	7.0	6.0	5.6	49.2	38.1	

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES (Milliéquivalents pour 100 g.) CaO	Mg O	K^2 O	T	S	V p. 100
171	8.0	3.0	2.2	4.70	0.25	18.8	37.1	2.0	1.62	0.55	6.1	4.1	67.9
172	3.2	0.85	0.5	1.9	0.60	3.1	26.0	3.6	1.68	0.20	5.8	5.4	53.6
173				0.88				4.0	1.38	0.14	5.4	5.5	

NUMÉRO échantillon	PERTE au feu p. 100	RÉSIDU p. 100	SiO^2 combinée p. 100	Fe^2O^3 p. 100	Al^2O^3 p. 100	TiO^2 p. 100	SiO^2 / Al^2O^3	ÉLÉMENTS TOTAUX CaO p. 1000	K^2 O p. 1000	P^2O^5 p. 1000
171	3.22	79.72	5.77	4.0	6.79	0.01	1.44	2.6	1.0	0.4
172	2.85	81.20	6.03	3.2	6.24	0.01	1.64	2.2	1.9	0.6
173	2.89	80.06	7.28	3.6	5.94	0.01	2.08	2.9	1.0	0.5
174	3.26	78.70	7.79	4.4	5.64	0.01	2.34			
175	2.80	80.80	7.53	4.4	3.89	0.01	3.29			

NUMÉRO D'ORDRE : 63 — **Région : Ampanihy-Beloha**

Type de sol : Sols rouges ferrugineux tropicaux (*suite*)

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE GROSSIER p. 100	HUMIDITÉ équivalente
181	0.20	6.2	22.9	11.5	22.7	42.0	11.6
182	0.50	6.6	27.2	2.6	27.0	42.5	11.2
183	1.20	6.8	28.0	7.6	23.0	40.6	12.0
184	1.50	6.2	32.5	6.0	19.4	41.5	
185	1.80	6.8	21.95	8.5	32.7	36.2	
186	+ 1.80	6.3	22.15	13.3	32.9	30.9	

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p.1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES (Milliéquivalents pour 100 g.) CaO	Mg O	K^2 O	T	S	V p. 100
181	13.0	6.20	3.2	7.6	0.59	12.8	47.4	4.7	1.47	0.52	6.8	6.6	97.6
182	5.1	2.4	1.9	3.0	0.54	5.5	46.5	2.4	1.92	0.31	5.1	4.6	90.0
183				1.3				2.16	1.75	0.11	5.2	4.0	76.1

NUMÉRO échantillon	PERTE au feu p. 100	RÉSIDU p. 100	SiO^2 combinée p. 100	Fe^2O^3 p. 100	Al^2O^3 p. 100	TiO^2 p. 100	SiO^2 / Al^2O^3	ÉLÉMENTS TOTAUX CaO p. 1000	K^2 O p. 1000	P^2O^5 p. 1000
181	6.32	62.71	12.31	4.0	14.18	0.02	1.47	2.5	0.9	0.5
182	4.96	65.31	11.55	4.0	14.93	0.02	1.31	2.2	0.8	0.5
183	4.05	64.51	13.06	4.0	13.63	0.02	1.62	2.2	0.9	0.6
184	4.32	66.24	13.06	3.60	12.37	0.03	1.79			
185	5.21	57.59	15.32	4.8	16.42	0.03	1.58			
186	6.41	61.24	17.33	5.2	9.64	0.055	3.05			

NUMÉRO D'ORDRE : 63 **Région : Ampanihy-Beloha**

Type de sol : Sols rouges ferrugineux tropicaux (*suite*)

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE GROSSIER p. 100	HUMIDITÉ équivalente
191	0.20	6.4	14.4	2.4	29,3	52.4	7.3
192	0.50	6.0	20.0	2.4	26.4	49.6	6.2
193	0.80	6.2	18.2	4.25	28.7	48.45	8.4
451	0.20	6.4	14.8	5.6	31.6	46.7	7.7
452	0.50	7.2	17.9	4.5	29.7	46.9	7.9
453	1.00	6.8	9.2	13.2	21.8	54.6	6.95

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES (Milliéquivalents pour 100 g.) CaO	Mg O	K^2 O	T	S	V p. 100
191	16.5	5.70	1.90	9.6	1.44	6.6	34.5	2.96	1.42	0.15	5.4	4.5	83.5
192	3.9	1.45	0.35	2.28	0.91	2.5	36.9	1.44	1.62	0.08	3.5	3.1	87.9
193				0.88				0.88	1.93	0.09	3.7	2.9	78.1
451	6.1	2.8	2.0	3.6	2.23	1.6	45.2	4.35	0.70	0.28	4.5	5.3	
452	2.5	1.4	0.55	1.5	1.23	1.2	54.2	4.35	0.70	0.32	4.5	5.3	
453	1.3			0.76				4.25	0.70	0.25	3.4	5.2	

NUMÉRO écbantillon	PERTE au feu p. 100	RÉSIDU p. 100	SiO^2 combinée p. 100	$Fe^2 O^3$ p. 100	$Al^2 O^3$ p. 100	TiO^2 p. 100	SiO^2 / $Al^2 O^3$	ÉLÉMENTS TOTAUX CaO p. 1000	K^2 O p. 1000	$P^2 O^5$ p. 1000
191	4.68	71.28	11.05	5.2	9.64	0.08	1.94	1.0	0.5	0.6
192	2.54	77.00	8.04	4.0	8.32	0.13	1.64	0.6	0.4	0.3
193	2.23	76.20	8.29	3.6	8.62	0.055	1.63	0.8	0.2	0.5
451	3.17	78.38	8.04	2.80	7.18	0.02	1.90	1.9	0.5	0.5
452	3.59	78.09	7.28	3.20	7.27	0.03	1.70	2.7	0.4	0.5
453	2.65	77.28	9.04	3.60	6.78	0.020	2.26	2.3	0.1	0.6

NUMÉRO D'ORDRE : 63 — **Région : Ampanihy-Beloha**

Type de sol : Sols rouges ferrugineux tropicaux (*suite*)

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE GROSSIER p. 100	HUMIDITÉ équivalente
271	0.15	6.2	18.5	10.7	36.6	33.0	17.1
272	0.30	6	22.75	8.0	33.2	34.95	11.4
273	0.50	6.4	18.9	11.9	32.6	35.5	14.2
274	1.00	6	8.4	14.0	37.7	39.2	

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES (Milliéquivalents pour 100 g.) CaO	Mg O	K^2 O	T	S	V p. 100
271	11.0	6.5	4.0	6.4	0.57	11.2	59.0	4.0	0.27	0.72	8.5	4.9	58.2
272	10.3	2.8	2.2	6.0	0.76	7.8	27.1	3.0	0.20	0.64	7.1	3.8	53.7
273	4.5			2.66				2.55	0.28	0.34	5.0	2.9	59.4

NUMÉRO échantillon	PERTE au feu p. 100	RÉSIDU p. 100	SiO^2 combinée p. 100	Fe^2O^3 p. 100	Al^2O^3 p. 100	TiO^2 p. 100	SiO^2 / Al^2O^3	ÉLÉMENTS TOTAUX CaO p. 1000	K^2 O p. 1000	P^2O^5 p. 1000
271	6.21	62.86	11.30	7.2	0.01	1.67	1.78	0.7	0.7	11.4
272	6.07	63.81	13.06	8.0	0.035	2.50	1.82	0.7	0.9	8.8
273	4.85	65.23	11.65	6.8	0.035	1.75	1.92	0.5	0.9	11.3
274	4.58	65.57	12.56	6.4	0.035	2.02				10.5

NUMÉRO D'ORDRE : 63 — **Région : Ampanihy-Beloha**

Type de sol : Sol rouge peu humifère sur alluvions anciennes

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE GROSSIER p. 100	HUMIDITÉ équivalente
121	0.20	6.6	6.0	2.45	42.8	48.3	3.9
122	0.50	6.4	12.0	4.0	28.7	54.5	5.6
123	0.80	6.6	8.0	4.40	33.9	52.9	5.2
124	1.20	6.5	10.0	2.4	31.8	54.9	
125	1.50	7.0	6.0	2.2	32.7	58.7	
126	+ 1.50	6.6	3.2	2.4	20.2	72.75	

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES (Milliéquivalents pour 100 g.) CaO	Mg O	K^2 O	T	S	V p. 100
121	6.9	2.3	1.3	4.0	0.39	10.2	33.4	4.75	2.07	0.31	5.4	7.1	
122	3.0	0.85	0.5	1.8	0.31	5.8	27.5	3.00	1.15	0.10	4.3	4.2	98.8
123				1.10				3.65	1.96	0.10	4.3	5.7	

NUMÉRO échantillon	PERTE au feu p. 100	RÉSIDU p. 100	SiO^2 combinée p. 100	Fe^2O^3 p. 100	Al^2O^3 p. 100	TiO^2 p. 100	SiO^2 / Al^2O^3	ÉLÉMENTS TOTAUX CaO p. 1000	K^2 O p. 1000	P^2O^5 p. 1000
121	2.29	87.49	4.77	3.2	1.28	0.02	6.33	2.6	0.8	1.1
122	2.21	84.51	4.52	5.6	3.08	0.02	2.49	2.0	0.8	0.7
123	1.91	85.0	5.02	4.4	3.57	0.03	2.39	2.5	0.8	0.7
124	1.85	87.41	4.02	3.6	2.89	0.01	2.36			
125	1.49	88.47	2.76	3.6	3.19	0.01	1.47			
126	1.30	87.97	5.27	4.0	1.19	0.01	2.8			

NUMÉRO D'ORDRE : 63 — **Région : Ampanihy-Beloha**

Type de sol : Sol rouge humifère des thalwegs et dépressions

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE GROSSIER p. 100	HUMIDITÉ équivalente
211	0.15	6.6	18.8	14.8	36.3	28.45	19.3
212	0.50	6.6	22.45	8.4	33.8	35.1	13.6
213	0.75	6.8	23.9	6.35	36.8	33.25	17.6
231	0.30	6.2	29.7	24.0	42.1	3.25	57.7
232	0.60	6.6	22.9	5.2	56.1	15.2	25.5

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES (Milliéquivalents pour 100 g.) CaO	Mg O	K^2 O	T	S	V p. 100
211	20.6	7.5	2.40	12.0	3.25	3.6	36.3	11.52	5.73	0.12	19.0	17.3	91.4
212	3.2	1.60	0.35	1.9	0.85	2.2	49.0	6.24	4.60	0.60	13.1	11.4	87.0
213				1.4				7.68	5.18	1.0	13.8	13.8	99.9
231	66.0	33.5	10.6	38.4	2.38	16.1	50.7	25.6	10.49	0.51	47.8	36.6	76.4
232	13.0	2.2	0.5	7.6	1.32	5.7	16.8	13.6	6.29	0.62	22.8	20.5	89.7

NUMÉRO échantillon	ÉLÉMENTS TOTAUX CaO p. 1000	K^2 O p. 1000	P^2 O^5 p. 1000
211	2.9	2.6	1.3
212	2.5	2.4	0.5
213	1.7	1.7	0.6
231	6.3	4.9	2.1
232	4.2	4.7	3.6

NUMÉRO D'ORDRE : 63 — **Région : Ampanihy-Beloha**

Type de sol : Sols jaunes peu humifères sur nappe d'épandage

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE GROSSIER p. 100	HUMIDITÉ équivalente
111	0.20	6.8	7.2	0.8	30.3	57.9	3.3
112	0.60	6	4.8	5.6	31.8	56.55	3.3
113	1.00	6.6	9.8	5.4	30.6	53.1	4.6
114	+ 1.00	6.8	17.6	3.2	32.9	45.4	

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES (Milliéquivalents pour 100 g.) CaO	Mg O	K^2 O	T	S	V p. 100
111	10.6	2.8	2.2	6.2	0.45	13.7	26.2	2.85	0.70	0.05	2.8	3.6	
112	3.7	0.75	0.5	2.2	0.35	6.2	19.8	1.65	1.37	0.05	1.5	3.0	
113				1.9				2.40	1.65	0.05	2.3	4.1	

NUMÉRO échantillon	ÉLÉMENTS TOTAUX CaO p. 1000	K^2 O p. 1000	P^2 O^5 p. 1000
111	2.3	0.2	0.6
112	2.4	0.2	0.4
113	1.7	0.3	0.4
114	2.8	0.3	0.7

NUMÉRO D'ORDRE : 63

Région : Ampanihy-Beloha

Type de sol : Sols jaunes peu humifères (*suite*)

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE GROSSIER p. 100	HUMIDITÉ équivalente
281	0.15	6.6	22.95	9.10	39.7	27.2	17.7
282	0.50	7	13.6	16.0	40.6	29	16.2
283	+ 0.50	7	13.7	14.4	40.0	31.15	17.7

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES (Milliéquivalents pour 100 g.) CaO	Mg O	K^2 O	T	S	V p. 100
281	13.0	4.0	2.6	7.6	1.37	5.5	30.6	10.4	0.39	0.92	12.4	11.7	94.6
282	9.0	2.4	1.1	5.25	1.29	4.0	26.5	10.1	0.45	0.72	11.2	11.2	99.9
283	3.0			1.8				6.35	0.73	0.44	11.1	7.5	67.5

NUMÉRO échantillon	ÉLÉMENTS TOTAUX CaO p. 1000	K^2 O p. 1000	P^2 O^5 p. 1000
281	3.4	1.5	0.8
282	3.2	1.2	0.5
283	2.9	0.8	0.5

NUMÉRO D'ORDRE : 63 — **Région : Ampanihy-Beloha**

Type de sol : Sols jaunes peu humifères (*suite*)

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE GROSSIER p. 100	HUMIDITÉ équivalente
291	0.15	6.4	18.6	8.7	38.8	33.5	9.8
292	0.50	6.4	18.7	8.3	37.0	35.7	12.3
293	0.75	6.4	22.5	6.75	36.6	33.6	11.9
294	1.00	6.4	22.45	10.0	32.3	34.2	
295	1.50	6.5	21.4	8.3	40.75	28.65	
296	+ 1.50	6.6	22.75	5.7	25.40	45.3	

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES (Milliéquivalents pour 100 g.) CaO	Mg O	K^2 O	T	S	V p. 100
291	13.7	3.4	1.5	8.0	0.39	20.5	24.7	4.1	0.36	0.62	6.5	5.0	77.3
292	3.0	1.45	0.6	1.80	0.28	6.4	46.9	3.1	0.31	0.40	5.4	3.8	70.1
293	3.0			1.80				3.7	0.35	0.34	6.2	4.4	69.9

NUMÉRO échantillon	PERTE au feu p. 100	RÉSIDU p. 100	SiO^2 combinée p. 100	Fe^2 O^3 p. 100	Al^2 O^3 p. 100	TiO^2 p. 100	SiO^2 / Al^2 O^3	ÉLÉMENTS TOTAUX CaO p. 1000	K^2 O p. 1000	P^2 O^5 p. 1000
291	4.19	69.90	8.55	6.4	9.99	0.055	1.45	1.8	0.9	0.7
292	4.06	67.63	6.78	6.0	14.74	0.055	0.78	1.9	0 3	0 7
293	3.25	72.20	10.05	7.20	5.79	0.06	2.95	3.3	0.3	0.5
294	4.00	65.21	10.55	7.20	12.41	0.035	1.44			
295	4.52	66.55	10.55	7.60	11.22	0.030	1.59			
296	3.60	73.61	6.53	8.40	7.41	0.035	1.49			

NUMÉRO D'ORDRE : 63 — **Région : Ampanihy-Beloha**

Type de sol : Sols jaunes peu humifères (*suite*)

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE GROSSIER p. 100	HUMIDITÉ équivalente
341	0.10	6	18.4	8.0	50.5	21.65	8.2
342	0.25	6	22.45	5.42	38.5	32.5	9.6
343	0.50	6.4	14.4	12.0	37.9	35.15	11.8
344	1.00	6.6	10.8	14.5	41.70	32.25	
345	1.50	6.6	17.7	6.8	41.95	33.0	
346	1.70	6.8	10.4	12.45	39.75	36.5	

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES (Milliéquivalents pour 100 g.) CaO	Mg O	K^2 O	T	S	V p. 100
341	6.5	3.2	2.8	3.8	0.32	11.8	49.0	1.55	0.64	0.30	4.3	2.5	58.0
342	4.8	2.1	1.3	2.8	0.18	15.5	43.6	1.60	0.55	0.30	3.1	2.4	77.7
343	3.6			2.1				2.25	0.39	0.38	3.5	3.0	84.5

NUMÉRO échantillon	PERTE au feu p. 100	RÉSIDU p. 100	SiO^2 combinée p. 100	Fe^2 O^3 p. 100	Al^2 O^3 p. 100	TiO^2 p. 100	SiO^2 / Al^2 O^3	ÉLÉMENTS TOTAUX CaO p. 1000	K^2 O p. 1000	P^2 O^5 p. 1000
341	4.45	73.86	8.55	4.40	8.67	0.030	1.67	1.4	0.5	0.4
342	4.85	66.92	11.30	4.8	11.37	0.030	1.68	1.9	0.6	0.3
343	4.28	70.02	10.30	4.0	10.98	0.020	1.59	1.5	0.4	0.4
344	4.10	70.43	10.80	4.4	10.05	0.05	1.82			
345	4.31	68.7	11.55	4.4	10.50	0.05	1.87			
346	4.35	67.71	11.81	4.8	10.31	0.035	1.94			

NUMÉRO D'ORDRE : 63 **Région : Ampanihy-Beloha**

Type de sol : Sol jaune sableux sur néogène continental

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE GROSSIER p. 100	HUMIDITÉ équivalente
501	0.20	6	6.4	3.6	44.9	44.65	3.1
502	0.60	6.4	7.2	4.0	43.6	44.5	3.1
503	0.90	6.1	10.0	0.8	45.9	42.2	2.4
504	1.30	6.4	7.8	6.25	48.2	36.65	
505	2.00	5.4	8.8	4.0	51.75	34.50	

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES (Milliéquivalents pour 100 g.) CaO	Mg O	K^2 O	T	S	V p. 100
501	12.3	5.8	3.5	7.2	0.25	28.8	46.8	1.75	0.4	0.03	3.3	2.1	66.0
502	4.3	1.9	0.8	2.5	0.87	2.8	44.1	2.15	0.6	0.03	2.1	2.7	
503	1.4			0.84				1.3	0.4	0.10	1.8	1.8	97.2

NUMÉRO échantillon	PERTE au feu p. 100	RÉSIDU p. 100	SiO^2 combinée p. 100	Fe^2 O^3 p. 100	Al^2 O^3 p. 100	TiO^2 p. 100	SiO^2 / Al^2 O^3	ÉLÉMENTS TOTAUX CaO p. 1000	K^2 O p. 1000	P^2 O^5 p. 1000
501	2.88	85.95	3.50	2.8	4.40	0.01	1.35	2.5	0.0	0.8
502	2.20	82.35	3.75	3.6	7.20	0.09	0.9	2.5	0.3	0.3
503	1.90	84.10	5.75	3.2	4.90	0.07	1.9	2.3	0.3	0.5
504	2.01	83.50	5.25	3.6	5.10	0.06	1.75			
505	2.07	84.10	6.25	3.6	3.75	0.07	2.8			

NUMÉRO D'ORDRE : 63 — **Région : Ampanihy-Beloha**

Type de sol : Sols noirs hydromorphes sur matériaux argilo-calcaires

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	pH	CO^3 Ca p. 100	GRAVIERS p. 100	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE GROSSIER p. 100	HUMIDITÉ équivalente
261	0.25	6.2	trace	0	25.2	28.9	33.70	11.10	32.6
262	0.70	7.6	1.26	0	24.45	22.8	38.30	12.6	21.4
263	1.00	7.2	trace	0	13.6	39.3	36.4	9.35	44.7
361	0.35	7.0	trace		38.1	18.40	42.8	1.45	45.6
362	0.50	7.6			56.7	13.80	24.4	2.72	46.9
363	+ 0.50	6 9			42.6	26.15	26.3	4.1	45.3

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 100	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES (Milliéquivalents pour 100 g.) CaO	Mg O	K^2 O	Na^2 O	T	S	V p. 100
261	12.3	2.8	0.5	7.2	1.0	7.2	22.6	28.2	0.56	0.97	1.15	45.8	30.8	67.4
262	5.6	1.6	0.25	3.3	0.12	7.8	28.2	34.35	1.05	0.005	4.95	48.7	40.3	82.0
263	3.6			2.1				33	1.30	0.36	6.35	51.1	41.0	80.1
361	18 2	4 0	0.75	10.6	0.87	12.1	21.9	19.65	12.6	1.2	2.5	32.7	35.9	
362	10 6	2.2	0.65	6.2	0.43	14.4	20.6	19.85	8.0.	0.72	5.8	34.1	33.4	97.9
363	6 5			3 8				22.5	10 55	0.61	1.4	32.1	35.0	

NUMÉRO échantillon	ÉLÉMENTS TOTAUX CaO p. 1000	K^2 O p. 1000	P^2 O^5 p. 1000	SELS solubles p. 1000	Cl p. 1000	SO^3 p. 1000
261	8.5	2.1	0.9	0.3	0.08	trace
262	13.6	1.3	0.9	0.8	0.11	trace
263	14.2	1.5	0.8	5.3	1.33	0.89
361	6.7	6.4	1.3	2.5	0.84	trace
362	9.6	6.0	1.2	10.7	3.68	1.63
363	11.4	5.9	1.5	15.6	4.24	4.31

NUMÉRO D'ORDRE : 63 **Région : Ampanihy-Beloha**

Type de sol : Sols noirs hydromorphes argilo-calcaires (*suite*)

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	pH	CO^3 Ca p. 100	GRAVIERS p. 100	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE GROSSIER p. 100	HUMIDITÉ équivalente
301	0.20	7.4	5.59	0	18.65	7.0	47.9	25.65	32.7
302	0.50	7.6	9.32	0.7	18.4	20.1	42.2	18.3	38.6
303	1.00	7.4	20.14	0	24.45	7.6	50.8	15.1	
304	+ 1.00	7.6	15.85		18.4	12.70	53.1	13.75	

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES (Milliéquivalents pour 100 g.) CaO	Mg O	K^2 O	Na^2O	T
301	30.6	10.5	6.0	18.0	2.32	7.8	34.3	59.35	1.10	0.30	5.9	21.4
302	12.3	2.5	0.5	7.2	1.16	6.2	20.1	51.75	0.04	3.05	15.3	24.5
303	5.1			3.0						1.50	1.20	

NUMÉRO échantillon	ÉLÉMENTS TOTAUX CaO p. 1000	K^2 O p. 1000	P^2 O^5 p. 1000	SELS solubles p. 1000	Cl p. 1000	SO^3 p. 1000
301	17.3	5.1	1.7		0.08	trace
302	55.6	4.8	0.8	2.8	0.89	trace
303	114.7	3.4	0.6	14.4	2.48	7.19
304				18.7	3.93	5.98

NUMÉRO D'ORDRE : 63 **Région : Ampanihy-Beloha**

Type de sol : Sols noirs hydromorphes argilo-calcaires (*suite*)

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	pH	CO^3 Ca p. 100	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE GROSSIER p. 100	HUMIDITÉ équivalente
331	0.20	7.0	0.29	27.6	35.3	22.67	13.3	31.9
332	0.40	7.4	4.55	28.4	12.1	35.9	22.6	38.1
333	1.00	7.6	7.91	28.8	14.3	46.9	8.75	37.7
334	+ 1.00	7.2	7.61	30.4	16.1	46.2	6.0	

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES (Milliéquivalents pour 100 g.) CaO	Mg O	K^2 O	Na^2 O	T
331	24.7	8.0	4.6	14.4	1.39	10.3	32.3	52.1	0.55	1.60	0.0	34.5
332	10.3	1.3	0.35	6.0	0.56	10.7	12.5	47.2	0.54	3.25	1.48	32.1
333	5.6			3.3				48.0	1.25	2.50	8.25	33.5

NUMÉRO échantillon	ÉLÉMENTS TOTAUX CaO p. 1000	K^2 O p. 1000	P^2 O^5 p. 1000	SELS solubles p. 1000	Cl p. 1000	SO^3 p. 1000
331	5.0	4.8	1.0	0.40	0.07	trace
332	31.4	3.3	0.6	0.81	0.09	trace
333	43.1	3.4	0.9	4.4	1.63	trace
334				20.0	3.86	1.84

NUMÉRO D'ORDRE : 63 **Région : Ampanihy-Beloha**

Type de sol : Sol noir hydromorphe de dépression

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE GROSSIER p. 100	HUMIDITÉ équivalente
221	0.20	6.4	36.75	20.4	35.2	6.7	32.6
222	0.50	6.8	21.2	29.5	40.4	7.6	30.6
223	0.75	7.2	24.0	24.8	40.20	10.6	40.2
224	+ 0.75	7.4	25.6	35.75	28.3	9.15	

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES (Milliéquivalents pour 100 g.) CaO	Mg O	K^a O	T	S	V p. 100
221	15.1	5.80	1.80	8.8	1.27	6.9	38.3	17.6	7.34	0.30	28.8	25.2	87.4
222	13.0	3.0	1.0	7.6	1.23	6.1	22.9	19.84	7.07	0.45	29.8	27.3	91.6
223				5.6				19.6	8.42	0.62	29.9	28.6	95.7

NUMÉRO échantillon	ÉLÉMENTS TOTAUX CaO p. 1000	K^a O p. 1000	P^a O^b p. 1000
221	4.1	3.6	1.3
222	6.5	2.7	1.2
223	7.5	3.3	1.6

NUMÉRO D'ORDRE : 63

Région : Ampanihy-Beloha

Type de sol : Alluvions récentes salées

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE GROSSIER p. 100	HUMIDITÉ équivalente
541	0.20	7.1	29.3	24.4	42.45	2.50	28.7
542	0.50	7.1	22.9	5.2	67.40	3.25	15.5
543	0.75	7.4	26.9	14.8	53.95	3.00	25.8
544	+ 0.75	7.6	24.85	16.0	55.55	2.25	

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 100	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES (Milliéquivalents pour 100 g.) CaO	Mg O	K^2O	Na^2O	T	S	V p. 100
541	39.2	12.5	5.0	22.8	1.78	12.8	31.8	32.9	8.8	0.85	0.25	30.2	42.5	
542	24.7	1.5	0.55	14.4	0.22	65.4	6.0	29.4	8.4	1.82	0.35	18.8	39.9	
543	11.6			6.8				27.2	9.2	0.90	1.75	17.1	39.0	

NUMÉRO échantillon	ÉLÉMENTS TOTAUX CaO p. 1000	K^2O p. 1000	P^2O^5 p. 1000	SELS solubles p. 1000	Cl p. 1000	SO^3 p. 1000
541	12.1	4.6	3.0	0.49	0.04	trace
542	21.5	3.9	3.1	4.4	1.42	0.19
543	23.4	4,3	2.6	5.8	1.73	0.60
544				7.2	2.20	0.62

NUMÉRO D'ORDRE : 63 **Région : Ampanihy-Beloha**

Type de sol : Sols ferrugineux tropicaux subsquelettiques

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE GROSSIER p. 100	HUMIDITÉ équivalente
251	0.15	7	12.8	8.8	44.5	32.5	14.1
252	0.25	6.6	14.8	7.6	44.8	31.9	11.4
253	+ 0.25	7.2	8.0	4.4	40.5	46.2	6.4

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES (Milliéquivalents pour 100 g.) CaO	Mg O	K^2 O	T	S	V p. 100
251	10.3	3.0	0.8	6.0	2.11	2.8	29.0	12.88	5.76	5.0	17.5	23.6	
252	7.7	1.50	0.45	4.5	0.72	6.2	19.3	13.05	0.74	0.17	16.4	13.9	85.1
253	2.4			1.4				13.0	0.60	0.10	16.0	13.7	85.6

NUMÉRO échantillon	ÉLÉMENTS TOTAUX CaO p. 1000	K^2 O p. 1000	P^2 O^5 p. 1000
251	3.2	1.1	0.9
252	4.1	0.8	0.6
253	4.7	0.5	0.9

NUMÉRO D'ORDRE : 63

Région : Ampanihy

Type de sol : Sols gris sableux sur néogène continental

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE GROSSIER p. 100	HUMIDITÉ équivalente
161	0.20	6.2	10.0	1.20	39.0	48.9	4.9
162	0.50	6.4	9.2	6.0	32.9	50.9	4.1
163	+ 0.50	6.6	16.1	6.4	32.9	43.6	7.2

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES (Milliéquivalents pour 100 g.) CaO	Mg O	K^2 O	T	S	V p. 100
161	10.6	8.5	3.40	6.20	0.47	13.1	79.7	3.2	0.81	0.13	3.8	4.1	
162	11.0	1.60	1.10	6.40	0.65	9.8	14.5	2.75	0.57	0.04	2.7	3.3	
163				2.0				1.95	0,98	0.04	3.1	2.9	94.58

NUMÉRO échantillon	ÉLÉMENTS TOTAUX CaO p. 1000	K^2 O p. 1000	P^2 O^5 p. 1000
161	2.1	0.3	0.7
162	2.5	0.2	0.5
163	2.0	0.3	0.5

NUMÉRO D'ORDRE : 63 — **Région : Ampanihy-Beloha**

Type de sol : Sol gris sablo-argileux sur gneiss

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE grossier p. 100	HUMIDITÉ équivalente
381	0.15	6.8	14.0	11.4	30.2	41.95	21.0
382	0.40	7	8.4	3.6	51.2	36.3	23.6
383	0.60	7.6	16.7	11.2	30.0	40.25	

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES (Milliéquivalents pour 100 g.) CaO	Mg O	K^2 O	T	S	V p. 100
381	15.1	3.8	1.3	8.8	1.44	6.1	25.1	10.0	4.95	0.52	20.	15.4	77.2
382	5.3	1.0	0.45	3.1	0.50	6.7	18.7	12.75	8.05	0.09	19.	20.9	
383	3.0			1.8				29.4	8.15	0.09	26.	37.6	

NUMÉRO échantillon	ÉLÉMENTS TOTAUX CaO p. 1000	K^2 O p. 1000	P^2 O^5 p. 1000
381	4.6	0.6	0.6
382	5.0	0.3	0.8
383	47.2	0.4	0.3

NUMÉRO D'ORDRE : 63

Région : Ampanihy

Type de sol : Alluvions peu évoluées

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	pH	CO^3 Ca p. 100	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE grossier	HUMIDITÉ équivalente
131	0.35	8.0	0.97	7.6	7.6	49.8	34.3	20.4
132	0.70	7.6	0.26	8.8	9.8	51.6	28.9	13.0
133	0.80	7.4	0.37	15.4	13.5	55.3	15.2	23.0
134	+ 0.80	7.4	0.46	24.6	7.9	19.35	47.8	

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES (Milliéquivalents pour 100 g.) CaO	MgO	K^2 O	T
131	46.7	17.0	6.0	27.2	3.14	8.6	36.3	32.25	3.71	1.25	18.9
132	19.2	5.0	2.2	11.2	2.10	5.3	25.9	21.05	3.65	0.78	12.1
133				16.8				19.95	2.70	1.25	17.85
134											

NUMÉRO échantillon	ÉLÉMENTS TOTAUX CaO p. 1000	K^2 O p. 1000	P^2 O^5 p. 1000
131	15.1.	3.9	2.2
132	9.5	3.6	2.0
133	9.3	5.3	3.5
134			

NUMÉRO D'ORDRE : 63 **Région : Ampanihy**

Type de sol : Alluvions peu évoluées (*suite*)

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE GROSSIER p. 100	HUMIDITÉ équivalente
241	0.20	7.0	22.65	10.6	51.8	14.0	25.1
242	0.50	7.2	25.00	14.25	49.6	13.25	25.8
243	0.80	6.8	22.3	11.4	54.9	10.95	19.2
244	+ 0.80	7.4	4.8	5.6	74.5	14.5	19.2

NUMÉRO échantillon	Matière organique p. 1000 totale	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES (Milliéquivalents pour 100 g.) CaO	Mg O	K^2 O	T	S	V p. 100
241	17.2	5.50	2.6	10.0	0.97	10.3	31.9	12.0	6.35	0.97	20.0	19.3	96.6
242	8.9	1.25	0.35	5.2	0.69	7.5	13.9	13.36	6.40	0.37	20.8	20.1	96.5
243				3.8				13.44	6.51	0.50	19.1	20.5	

NUMÉRO échantillon	Perte au feu p. 100	Résidu p. 100	SiO^2 combinée	$Fe^2\ O^3$ p. 100	$Al^2\ O^3$ p. 100	TiO^2 p. 100	SiO^2 / $Al^2\ O^3$	ÉLÉMENTS TOTAUX CaO p. 1000	K^2 O p. 1000	$P^2\ O^5$ p. 1000
241	5.15	65.41	11.81	6.4	10.82	0.63	1.85	3.4	3.5	1.7
242	4.89	63.79	15.83	7.6	7.82	0.03	3.44	3.6	3.6	1.7
243	4.83	65.04	14.82	7.6	7.65	0.035	3.29	3.6	3.6	1.1
244	3.12	76.97	9.29	5.2	4.83	0.02	3.26			

NUMÉRO D'ORDRE : 63

Région : Ampanihy-Beloha

Type de sol : Alluvions récentes

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	pH	CO^3 Ca p. 100	Graviers p. 100	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE GROSSIER p. 100	HUMIDITÉ équivalente
351	0.20	8.2	14.51	0.20	16.1	20.2	40.75	23.2	25.8
352	0.50	8	25.07	2.7	18.3	11.4	46.7	22.7	23.2
353	+ 0.50	7.4	24.70	12.6	11.2	7.2	62.1	19.5	16.6
371	0.20	7.4	trace		16.8	14.0	52.3	15.3	19.50
372	0.40	8.2	0.66		26.5	9.8	51.5	11.0	20.4

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humique p. 1000	Acides fulviques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES (Milliéquivalents pour 100 g.) CaO	Mg O	K^2 O	T	S	V p. 100
351	13.0		5.0	3.4	7.6	0.8	9.5		54.4	4.48	0.30	26.3		
352	7.5		1.5	0.65	4.4	0.25	17.6		26.75	0.74	0.17	24.1		
353	2.8				1.65				21.80	0.73	0.12	18.5		
371	9.1	2.40	1.2		5.3	0.5	10.1	26.3	13.7	4.25	1.65	17.3	19.6	
372	6.8	1.35	0.6		4.0	0.2	16.6	19.6	25.65	4.35	1.70	18.1	31.9	

NUMÉRO échantillon	ÉLÉMENTS TOTAUX CaO p. 1000	K^2 O p. 1000	P^2 O^5 p. 1000
371	4.7	4.3	1.6
372	7.8	4.8	0.7
351	95.9	1.4	0.7
352	173.2	1.2	0.5
353	207.6	0.6	0.6

NUMÉRO D'ORDRE : 63 **Région : Ampanihy-Beloha**

Type de sol : Alluvions récentes (*suite*)

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	ACIDITÉ pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE GROSSIER p. 100	HUMIDITÉ équivalente
201	0.06	6.4	16.5	6.1	48.15	28.3	14.0
202	0.15	6.5	15.7	9.8	45.7	28.4	18.3
203	0.25	7.2	19.60	5.8	40.7	33.4	17.8

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES (Milliéquivalents pour 100 g.) CaO	Mg O	K^2 O	T	S	V p. 100
201	17.2	3.40	1.0	10.0	1.26	7.9	19.7	14.16	5.54	0.09	20.1	19.8	98.5
202	11.3	2.60	0.45	6.60	0.7	9.4	21.9	17.44	4.74	0.30	23.0	22.5	97.8
203				9.40				19.20	5.88	0.15	26.2	25.2	96.0

NUMÉRO échantillon	ÉLÉMENTS TOTAUX CaO p. 1000	K^2 O p. 1000	P^2 O^5 p. 1000
201	4.3	1.5	1.6
202	6.0	1.1	1.1
203	4.9	0.8	0.9

NUMÉRO D'ORDRE : 63

Région : Ampanihy-Beloha

Type de sol : Dunes anciennes calcaires

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	pH	CO^3 Ca p. 100	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE GROSSIER p. 100	HUMIDITÉ équivalente
51	0.20	7.4	22.01	21.0	13.3	20.8	43.3	5.1
52	0.50	8.4	39.17	29.90	23.4	18.2	26.7	6.6

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES (Milliéquivalents pour 100 g.) CaO	Mg O	K^2 O	T	S	V p. 100
51	8.0	1.50	0.5	5.0	0.78	0.78	6.4	33.05	1.14	0.13	2.2	34.2	
52	6.2	1.00	0.4	3.6	0.46	0.46	7.8	35.35	1.05	0.05	2.4	36.4	

NUMÉRO échantillon	ÉLÉMENTS TOTAUX CaO p. 1000	K^2 O p. 1000	P^2 O^5 p. 1000
51	108.2	0.6	1.3
52	120.6	0.6	0.7

NUMÉRO D'ORDRE : 63 **Région : Ampanihy-Beloha**

Type de sol : Sables blancs type Beloha

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE GROSSIER p. 100	HUMIDITÉ équivalente
391	0.20	7.0	2.4	1.6	43.15	52.2	2.0
392	+ 0.20	7.0	2.4	1.6	42.35	52.65	0.95
471	0.25	6.4	3.2	1.2	60.6	34.40	2.7
472	0.50	6.4	4.0	0.8	34.7	59.7	2.1
473	1.00	7.0	4.4	0.8	24.1	69.8	1.9
474	1.50	7.2	6.4	6.2	28.5	58.6	

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES (Milliéquivalents pour 100 g) CaO	Mg O	K^2 O	T	S	V p. 100
391	7.2	2.4	2.0	4.2	1.57	2.6	33.2	3.4	1.25	0.1	4.3	4.75	
392	1.0	0.35	0.25	0.6	0.45	1.3	33.9	2.0	1.05	0.05	8.15	3.10	
471	12.3	5.2	3.0	7.2	1.24	5.8	42.0	5.15	0.4	0.02	5.0	5.67	
472	1.8	0.8	0.4	0.76	0.97	0.7	61.5	3.15	0.2	0.02	3.14	3.37	
473	1.0			0.62				3.5	0.2	0.02	2.85	3.72	

NUMÉRO échantillon	ÉLÉMENTS TOTAUX CaO p. 1000	K^2 O p. 1000	P^2 O^5 p. 1000
391	2.1	0.4	0.5
392	2.4	0.4	0.3
471	2.9	0.1	0.4
472	2.8	0.1	0.3
473	1.9	0.3	0.5

NUMÉRO D'ORDRE : 63

Région : Ampanihy

Type de sol : Sols colluviaux peu évolués

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	ACIDITÉ pH	CO3 Ca p. 100	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE grossier p. 100	HUMIDITÉ équivalente
91	0.20	7.2	2.98	21.6	29.5	25.1	23.15	21.8
92	0.50	7.4	17.35	19.25	35.52	24.9	19.2	24.1
93		7.6	22.76	26.2	33.3	28.3	9.8	24.0
461	0.20	8	5.21	10.0	9.73	50.15	28.6	9.3
462	0.45	8.2	9.70	9.80	8.6	53.9	26.7	9.7
463	+ 0.45	8.2	9.93	11.2	10.1	53.6	25.1	12.9

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 100	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES (Milliéquivalents pour 100 g.) CaO	Mg O	K² O	T	S	V p. 100
91	19.2	6.0	2.0	11.2	1.74	6.4	31.1	24.95	4.05	2.20	23.8	31.2	
92	17.2	2.4	0.7	10	1.20	8.3	13.9	51.35	6.82	1.70	21.4	59.8	
93	11.8	1.70	0.3	2.8				51.4	8.28	0.40	17.4	60.0	
461	17.8	5.2	2.4	10.4	3.85	2.7	29.0	31.4	2.8	0.52	7.7		
462	7.9	1.7	1.5	4.65	1.68	2.7	21.2	34.25	2.8	0.40	5.1		
463	4.9			2.88				33.5	2.8	0.46	5.1		

NUMÉRO échantillon	ÉLÉMENTS TOTAUX CaO p. 1000	K² O p. 1000	P² O⁵ p. 1000
91	21.9	7.3	0.8
92	80.0	7.2	0.9
93	171.2	6.1	0.6
461	28.5	0.9	0.6
462	46.1	1.4	0.7
463	61.1	1.0	0.6

IMPRIMERIE OFFICIELLE — TANANARIVE
Dépôt légal : Nov. 1959, 4e trim. [2523-59]

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER_HAUT COMMISSARIAT DE MADAGASCAR ET DEPENDANCES

INSTITUT DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE DE MADAGASCAR

CARTE PEDOLOGIQUE DE RECONNAISSANCE AU 1/200.000

FEUILLE N°63

AMPANIHY-BELOHA

LEVERS DE : J. HERVIEU, J. R. RATASILAHY, J. D. RAKOTOMIRAHO 1957

Travaux consultés : J. Riquier, C. Moureaux et P. Ségalen 1951

LEGENDE

I_SOLS A HYDROXYDES ET HUMUS BIEN DÉCOMPOSÉ

A_SOLS DE DECALCIFICATION (PSEUDO-MÉDITERRANÉENS)

1 Sols rouges subsquelettiques sur calcaire éocène (en complexe avec 28)
2 Sols rouges sableux sur grès calcaires quaternaires
3 Sols rouges de dolines
4 Sols rouges sur calcaires sableux fluviatiles
5 Sables dunaires décalcifiés plus ou moins rubefiés
6 Sols jaunes sableux intermédiaires
7 Sols jaunes sur calcaires fluviatiles

B_SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX NON LESSIVÉS

8, 9 Sols rouges peu humifères — { nappes d'épandage / alluvions anciennes

10 Sols rouges humifères (thalwegs et dépressions)
11 Sols jaunes : nappes d'épandage
12 Sols jaunes sableux sur néogène continental

II_SOLS HYDROMORPHES

13, 14 Sols noirs hydromorphes (origine due à des conditions topographiques) — { Sur matériaux fluviatiles argilo-calcaires (axes de drainage) / Dépressions endoréiques

III_SOLS SALÉS

15 Sols salins : alluvions récentes salées

IV_SOLS CALCIMORPHES

16 Sols rendzinoïdes sur calcaires sableux fluviatiles

V_SOLS PEU ÉVOLUÉS À PROFIL AC

A_SOLS D'EROSION (RANKERS LITHOSOLIQUES)

17 Sols ferrugineux tropicaux subsquelettiques sur séries métamorphiques
18 Sols gris sableux sur néogène continental
19 Sols gris sablo-argileux sur gneiss

B_SOLS D'APPORT

20, 21 Alluvions peu évoluées (influence d'une nappe en profondeur) — { Calcaires / Non calcaires

22, 23 Alluvions récentes — { Calcaires ou saturées en Ca / Non calcaires

24, 25 Sols éoliens — { Dunes anciennes faiblement rubefiées / Dunes anciennes calcaires

26 Sables blancs ou beiges, type Beloha — (origine complexe)

27 Sols colluviaux — (glacis de bas de pentes calcaires)

VI_SOLS MINÉRAUX BRUTS [SOLS NON ÉVOLUÉS A PROFIL (A) C]

A_SOLS BRUTS D'EROSION

28, 29, 30 Lithosols { Séries métamorphiques / Calcaire éocène et grès quaternaires / Néogène continental }

31 Carapace calcaire

B_SOLS BRUTS D'APPORT

32 Sols colluviaux : colluvions sableuses calcaires

33, 34 Sols éoliens : dunes récentes { fixées / actives }

Zones d'affleurement de croûtes calcaires dans la région cotière

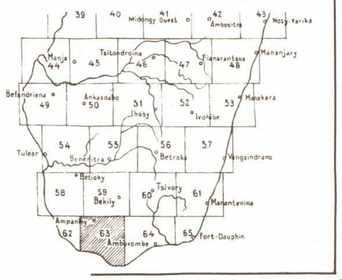
COMPLEXES

- 8 + 30
- 27 + 29
- 11 + 18 + 30
- 1 + 29
- 2 + 6
- 2 + 29
- 6 + 26
- 7 + 13 + 16
- 8 + 11
- 10 + 17
- 18 + 28
- 25 + 32
- 29 + 32

SIGNES CONVENTIONNELS

- Chef lieu de District
- d° Poste Administratif
- d° Canton
- Village
- Route
- Piste jeepable
- Sentier
- Fleuve
- Rivière
- Escarpement
- Emplacement des prélèvements des sols

CARTE D'ASSEMBLAGE



Imprimé au Service Géographique de Madagascar en 1959

P. Raoilinjatovo

PUBLICATIONS DE L'INSTITUT DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE TANANARIVE, TSIMBAZAZA

SECTION DE PEDOLOGIE

Notices parues

Notices sur les cartes d'utilisation des sols

1. Bosser J. et Roche P. — *Feuille d'Andilamena* (24 p.).
2. Riquier J. — *Feuille d'Ankadinondry et de Babetville* (28 p., 12 fig.).
3. Bosser J. et Hervieu J. — *Feuilles de Marovoay* (50 p., 1 fig.)
4. Bosser J. et Hervieu J. — *Vallée de l'Onive* (2 feuilles) (44 p., 1 dépliant).
5. Bosser J. et Riquier J. — *Feuilles de Morarano-Amparafaravola et Ambohijanahary (lac Alaotra)* (54 p.).
6. Vieillefon J. — *Feuilles d'Imady* (39 p., 5 fig.).
7. Vieillefon J. — *Feuille de la Manandrotsy* (35 p., 1 fig.).
8. Vieillefon J. — *Feuille de la Mananantana* (43 p., 1 fig.).
9. Vieillefon J. — *Feuille de l'Ankona* (25 p.).
10. Hervieu J. — *Etudes et possibilités de mise en valeur des sols de la plaine d'Anosibe* (38 p.).
11. Hervieu J. et Riquier J. — *Notice sur les sols du Bas-Mandrare* (64 p., 1 fig.).

Notices sur les cartes pédologiques de reconnaissance au 1/200.000e

Hervieu J. — Feuille n° 64. *Ambovombe.*