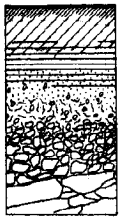
RÉPUBLIQUE MALGACHE

J. VIEILLEFON
F. BOURGEAT

NOTICE EXPLICATIVE

CARTES PEDOLOGIQUES DE RECONNAISSANCE AU 1/200 000

FEUILLE D'AMBILOBE



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE DE TANANARIVE

PARIS - 1965

RÉPUBLIQUE MALGACHE

NOTICE EXPLICATIVE

CARTES PÉDOLOGIQUES DE RECONNAISSANCE AU 1/200 000

FEUILLE D'AMBILOBE

J. VIEILLEFON
Maître de Recherches de l'O.R.S.T.O.M.
et
F. BOURGEAT
Maître de Recherches de l'O.R.S.T.O.M.

Centre O.R.S.T.O.M. de TANANARIVE
Section de Pédologie

TSIMBAZAZA - TANANARIVE

SOMMAIRE

INTRODUCTION ____ III

Fig.1 - Croquis de situation ____ IV

PREMIÈRE PARTIE - LES FACTEURS DE LA PÉDOGENÈSE ____ 1

A. LE CLIMAT ____ 1

1 - Les pluies ____ 1

2 - Les températures ____ 2

3 - Evapotranspiration ____ 3

4 - Les vents ____ 3

B. LA VÉGÉTATION ET CONSERVATION DES SOLS ____ 3

1 - La végétation primitive ____ 3

2 - La "Savoka" ____ 4

3 - La Savane ____ 4

4 - La prairie dégradée ____ 5

5 - Les cultures ____ 5

6 - La végétation adventice ____ 5

7 - La mangrove ____ 5

Fig. 2 - Ambanja ____ 6

Fig. 3 - Nosy-Bé ____ 7

Fig. 4 - Ambilobé ____ 8

Fig. 5 - Carte des roches mères et matériaux originels. Ambilobé ____ 9

C. ROCHES-MÈRES - MATÉRIAUX ORIGINELS ET GÉOMORPHOLOGIE ____ 11

1 - Le socle ancien ____ 11

2 - La couverture sédimentaire ____ 11

3 - Les roches éruptives post-liasiques ____ 12

4 - Les roches volcaniques de Nosy Bé ____ 13

5 - Les roches volcaniques quaternaires de la Montagne d'Ambre, Nosy Mitsio et Nosy Faly ____ 13

6 - Les Ankaratrites ____ 13

7 - La carapace argilo-sableuse (pédiment) ____ 13

8 - Les alluvions récentes ____ 14

DEUXIÈME PARTIE - LES SOLS 16

PHÉNOMÈNES PÉDOLOGIQUES PRINCIPAUX 16

A. Ferrallitisation et ferruginisation 16

B. Le Phénomène de lessivage 18

C. Phénomènes d'hydromorphie 19

CLASSIFICATION DES SOLS ET ÉTUDES DES PRINCIPAUX TYPES 19

I. Les sols minéraux bruts 21

II. Les sols peu évolués (sols alluviaux) 23

III. Les sols à Mull (sols bruns eutrophes) 27

IV. Les sols à sesquioxydes 30

1) Les sols ferrugineux tropicaux 30
2) Les sols ferrallitiques 32
Sols faiblement ferrallitiques 32
Sols ferrallitiques typiques 39
Sols ferrallitiques cuirassés 43

V. Les sols halomorphes 45

VI. Les sols hydromorphes 46

LES CULTURES ET L'ÉLEVAGE 51

CONCLUSIONS 54

BIBLIOGRAPHIE 55

TROISIÈME PARTIE - RÉSULTATS ANALYTIQUES REPRÉSENTATIFS DES DIFFÉRENTS TYPES DE SOLS 57

INTRODUCTION

La carte N° 2, centrée sur Ambilobé, fait suite vers le Sud-Ouest à la carte N° 1 dressée par P. SEGALEN et G. TERCINIER (22) (fig. 1).

Parmi les travaux de reconnaissance et de prospection, dans le domaine qui touche de près notre sujet, nous citerons une étude des roches d'Ampasindava par A. LACROIX (13), l'étude géologique de l'extrême Nord de Madagascar par J. DE SAINT OURS (21), et l'étude de la province pétrographique d'Ampasindava par le même auteur (20). Les travaux de PERRIER DE LA BATHIE nous ont fourni d'utiles renseignements sur la végétation de cette région (14). Enfin l'étude morphologique et sédimentologique de la plaine d'Ambilobé a été faite par L. BERTHOIS et A. GUILCHER (10). R. BATTISTINI a fait une description géomorphologique de Nosy Bé, du delta du Sambirano et de la baie d'Ampasindava (5).

Pour la cartographie nous avons consulté, dans le domaine géologique, les levers de reconnaissance au 1/200.000e par H. BESAIRIE de Nosy Bé, Ambanja, Ambilobé, les levers plus récents au 1/200.000e de J. DE SAINT OURS, et les levers au 1/100.000e de la région d'Ambakirano et Beramanja du Bureau de recherches des Pétroles.

Dans le domaine pédologique, les sols des deltas de la Mahavavy, du Sambirano et de Nosy Bé, ont fait l'objet de différentes études de P. SEGALEN (23, 24), J. RIQUIER (18), G. TERCINIER (26), P. ROCHE et J. VELLY (27). Plus récemment, J. VIEILLEFON a cartographié au 1/50.000e les sols de Nosy Bé (28). Quelques profils décrits ont été empruntés à ces divers auteurs, nous avons utilisé les levers pédologiques déjà effectués.

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 éditée par le Service Géographique de Madagascar.

Les analyses d'échantillons ont été faites au laboratoire de pédologie de l'IRSM sous la direction de Mme RUF.

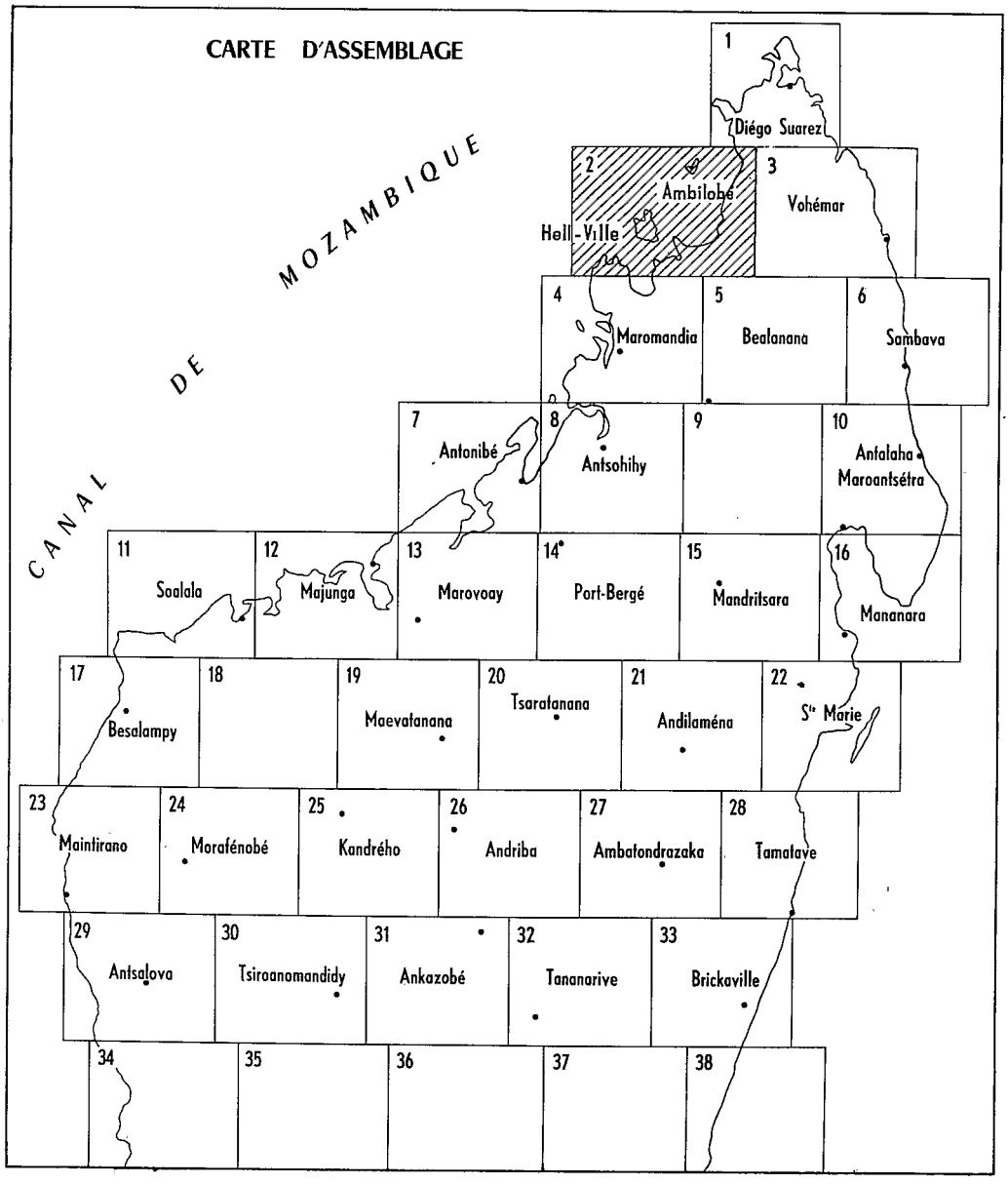


Fig. 1 – Croquis de situation

Première Partie

Les limites de la zone étudiée sont évidemment très arbitraires, on pourrait distinguer plusieurs régions naturelles constituant, au moins, autant d'entités géomorphologiques :

- le Sud de la Montagne d'Ambre
- le pays des côtes sédimentaires
- la presqu'île d'Ampasindava
- l'arrière pays cristallin
- la zone des deltas
- les îles.

La population est constituée essentiellement de Sakalaves et d'Antankarana. Des Antandroys travaillent dans les plantations européennes. Des comoriens, pakistanaix et réunionnais sont surtout nombreux à Nosy Bé. Les européens forment un noyau important dans les deltas et Nosy Bé. L'activité humaine est essentiellement localisée dans la région des deltas, la vallée de l'Ifasy et Nosy Bé.

Le grand axe routier est la route Majunga/Diégo, coupée en saison des pluies sur le tronçon Majunga/Ambanja. Nosy-Bé bénéficie d'un très beau réseau routier.

LES FACTEURS DE LA PÉDOGENÈSE

A CLIMAT

1 - Les pluies

La pluviométrie est assez élevée; elle varie, approximativement, entre 1700 et 2300 mm. Mais la hauteur annuelle des précipitations est un facteur moins intéressant à considérer que leur répartition. Il convient, à ce propos, de distinguer avec J. RAVET (16) deux régions climatiques :

- la région Ouest (Nosy Bé - Sambirano, vallée de l'Ifasy) où la saison sèche (Mai à Septembre) est accusée, mais sans véritable aridité. La pluviosité, durant cette période, atteint 246 mm à Nosy Bé et 174 mm à Ambanja, avec un minimum de 27 mm pour le mois de Juillet.

- la région Est, y compris le delta de la Mahavavy, le climat appartient au domaine de l'Ouest continental avec une longue saison sèche très prononcée. La pluviosité est, pour la période de Mai à Octobre, de 95 mm à Ambilobé avec un minimum de 3 mm au mois de Septembre.

PRÉCIPITATIONS ANNUELLES

	Nosy Bé	Ambanja	Ambilobé	Mahebo
Janvier	517 mm	558 mm	514 mm	454 mm
Février	381	462	427	412
Mars	330	299	294	241
Avril	133	116	105	101
Mai	77	34	22	53
Juin	56	30	12	26
Juillet	27	27	7	8
Août	44	32	10	13
Septembre	42	51	3	13
Octobre	108	58	41	37
Novembre	157	151	82	65
Décembre	422	365	295	288
TOTAL	2294 mm	2183 mm	1812 mm	1709 mm

2 - Les températures

Les températures moyennes sont les suivantes :

	Nosy Bé		Ambanja		Ambilobé	
	maxima	minima	maxima	minima	maxima	minima
Janvier	30, 7	23, 4	31	22, 5	31, 5	23
Février	30, 7	23, 4	31, 2	22, 6	31, 8	23, 1
Mars	31, 1	23, 6	31, 7	22, 9	32, 7	23, 2
Avril	31, 1	23, 2	31, 8	22, 2	33	22, 6
Mai	30, 2	22, 2	31, 2	20, 4	32, 7	21, 1
Juin	28, 9	20, 5	30, 5	18, 5	31, 7	18, 8
Juillet	28, 4	19, 4	30, 0	17, 1	31, 1	17, 9
Août	28, 6	19, 6	30, 2	17, 5	31, 6	18, 6
Septembre	29, 7	20, 4	30, 8	18, 9	32, 5	19, 3
Octobre	30, 7	21, 7	31, 9	20, 3	33, 8	21, 4
Novembre	31, 2	22, 7	32, 1	21, 8	34, 2	22, 6
Décembre	31, 2	23, 2	31, 8	22, 4	33, 2	22, 7

Les minima s'observent en Juin-Juillet. Les variations mensuelles sont faibles au cours de l'année. L'amplitude diurne atteint, en saison fraîche et en saison chaude, 10 à 12°.

3 - Évapotranspiration

Il serait intéressant de connaître le climat du sol au cours de l'année. Malheureusement, aucune mesure n'a été faite. Il existe des formules climatiques pour calculer le bilan hydrique des sols. La formule de PRESCOTT, qui tient compte de la température et de l'humidité de l'air, s'est révélée la meilleure, d'après J. RIQUIER (17).

Si EW mesure l'évaporation en mm par mois d'une surface d'eau libre

EW = 21 sd (sd déficit de saturation)

L'évapotranspiration potentielle

Et = k x $EW^{0,75}$ k est un coefficient variable suivant la végétation, nous avons pris k = 1,5 cas d'évaporation moyenne : exemple prairie naturelle. Les figures 2, 3 et 4 représentent les courbes pluie-évaporation pour la région cartographiée. Le déficit en eau, entre la fin de l'utilisation de la réserve de la saison des pluies et la reconstitution de la réserve à la saison suivante, dure de Juillet à Octobre à Nosy Bé, de Juin à Octobre à Ambanja, de Mai à Novembre à Ambilobé. Dans cette dernière station les cultures seront impossibles durant cette période sans irrigation. Le déficit en eau y atteint 830 mm alors qu'il n'est que de 307 mm à Ambanja.

Le ruissellement, du fait de l'intensité des pluies, est important surtout sur les sols à tendance subsquelettique que l'on rencontre après déforestation sur la chaîne très accidentée des grès de l'Isalo, sur les schistes, et dans la zone cristalline. Ce ruissellement important a contribué à l'alluvionnement des rivières et à la formation des vastes deltas.

4 - Les vents

Durant l'été austral le vent d'Est, connu sous le nom de "varatraza", souffle avec violence dans la zone Ouest. Ce vent a une action desséchante pour les cultures, et, jusque dans la vallée de l'Ifasy, il gêne la culture du bananier. Notons l'alternance des brises journalières dans la région de Nosy Bé-Sambirano. L'alizé est détourné vers le Nord par l'énorme massif du Tsaratanana; il s'ensuit la formation de dépressions favorables aux précipitations, même en saison fraîche.

Les vents Nord-Ouest, appelés moussons par GUILCHER (10), sont dominants durant l'été austral et provoquent des précipitations de type "tornade".

B - LA VÉGÉTATION ET CONSERVATION DES SOLS

1 - La végétation primitive

Elle subsiste sur les calcaires à lapiez de l'Ankarana, elle a un caractère nettement xérophytique. On y rencontre des *Pachypodium* et des Euphorbes qui poussent dans les diaclases. La forêt est inexploitée du fait de l'inaccessibilité de la région.

La flore primitive de la région de Nosy Bé-Ambanja a de nombreux rapports avec celle de la côte Est, la forêt est formée d'essences à feuilles persistantes. PERRIER DE LA BATHIE distingue trois formations :

a) - la forêt des deltas, seuls subsistent quelques arbres *Gluta tourtour* (que l'on retrouve dans le delta du Sambirano et la vallée de l'Ifasy) et des *Ficus*.

b) - la forêt des collines gréseuses (ex. : baie d'Ampasindava) beaucoup moins haute sans sous-bois, les essences rares : *Diospyros* (ébène) ont pratiquement disparu, de même que les plantes à caoutchouc : *Mascarenhasia*, *Landolphia*.

c) - la forêt poussant sur les pentes à sols profonds. Celles de Lokobe (sud-ouest de Nosy Bé) et Nosy Komba, érigées en réserves naturelles, sont des témoins de la végétation des sols profonds. C'est déjà une formation secondaire, mais on y rencontre de beaux arbres, dont le groupement montre une zonation avec l'altitude, les *Canarium (Ramy)* occupent les parties basses et les *Uapaca (Uapacka)* apparaissent plus haut.

Dans la région Ouest, la forêt galerie, qui devait exister le long des fleuves, a presque complètement disparu. Dans le delta de la Mahavavy, on rencontre cependant des peuplements de *Terminalia mantalia (Mantaly)*. Le massif au relief vigoureux, constitué par les grès de l'Isalo, est couvert d'une forêt relativement bien conservée.

2 - La "Savoka"

Dans les zones non cultivées de Nosy Bé (partie orientale), de Nosy Komba, de la presqu'île d'Ampasindava, la savoka à Ravenale, *Pteridium aquilinum*, Bambous, Haronga et *Erythroxylum (Tapiaka)* a souvent remplacé la forêt diversement détruite.

Dans les zones plus érodées, c'est la savoka à Ravenale et Anacardier marron *(Anacardium occidentale)* avec couvert herbacé à *Aristida*, *Panicum*, *Hyparrhenia* qui s'est installée.

Le terme ultime est représenté par la prairie à *Aristida* très difficile à réembroussailler qui couvre, par exemple, les sols très érodés sur grès schisteux dans le Nord de Nosy Bé.

La pratique du "tavy" pour la culture du riz semble se généraliser dans la presqu'île d'Ambato. Nous avons prélevé 2 échantillons :

NA 1 - Sous anacardier, *Tamenaka*, *Poivrea indica*, *Hyparrhenia rufa*, *Sporobolus indicus*.

NA 2 - Après culture du riz, le sol est recouvert d'une maigre prairie d'*Aristida* et d'*Hyparrhenia rufa*. Notons ici la présence de charbon de bois dans l'horizon supérieur du sol. On peut voir, d'après les résultats analytiques, que la pratique du tavy entraîne une diminution de la matière organique, de l'humus, des éléments échangeables (0,9 m.e. CaO au lieu de 2,0 m.e.); le taux de saturation passe de 20,7 % à 10,4 %.

3 - La Savane

La savane, très appauvrie à *Heteropogon contortus*, *Aristida* avec quelques touffes épaisses d'*Hyparrhenia rufa*, occupe de vastes zones au Nord du Massif de l'Isalo. Notons, à l'Ouest, la présence de palmiers *Hyphaenae shatan*, *Medemia nobilis*. Ceux-ci colonisent également les sols incultes du delta de la Mahavavy et les sols d'origine basaltique du Nord. Cette présence semble indiquer un climat plus sec, sur le dernier type de sol on trouve, en effet, des peuplements de *Pachypodium*, *Tamarindus indica* (Tamariniers), *Poupartia caffra* (Sakoa) et *Zizyphus jujuba* (Jujubiers).

4 - La prairie dégradée

Dans les collines situées au sud des deltas et dans la presqu'île d'Ambato, la déforestation a des conséquences néfastes et irréversibles pour la conservation des sols. De vastes espaces, fréquemment incendiés, portent des sols squelettiques ravinés, où l'on remarque la disparition plus ou moins complète de l'horizon humifère.

La prairie à base d'*Aristida*, plus rarement d'*Heteropogon*, couvre très mal le sol.

5 - Les cultures

Comme le remarque R. BATTISTINI (5), dans la plus grande partie de Nosy Bé, la destruction de la forêt n'a pas eu de conséquence quant à l'érosion des sols. La végétation primitive a été remplacée par des plantes arbustives : ylang-ylang, cacaoyiers, caféiers, poivriers, avec utilisation de plantes de support et de couverture *(Inga dulcis, Albizzia Lebbeck, Terminalia)*. Dans ce cas, le sol est bien protégé et reçoit un apport important de matière organique.

Dans le delta du Sambirano et de la Mahavavy l'érosion est évidemment négligeable. Les cultures arbustives entretiennent la matière organique à un taux suffisamment élevé ; par contre, dans de vastes zones du delta de la Mahavavy cultivées en canne à sucre, l'apport de matière organique fraîche peut être insuffisant du fait des conditions de culture : brûlage des cannes au moment de la récolte.

6 - La végétation adventice

Dans la zone des deltas, les sols incultes ou en jachère sont rapidement recouverts d'une végétation de graminées : *Phragmites mauritianus (Bararata)*, *Stenotaphrum dimidiatum*, *Eriochloa*, *Ischaemum rugosum* et de légumineuses : *Cassia occidentalis*, *Mimosa pudica*. On y trouve des plantes plus ou moins ubiquistes : *Euphorbia hirta*, *Heliotropium indicum*, *Stachytarpheta*, *Ambrosia maritima*, *Urena lobata*, *Sida rhombifolia*. Ce sont plutôt les conditions d'humidité que les caractères physico-chimiques du sol qui conditionnent leur répartition. Cependant *Stenotaphrum dimidiatum* colonise plutôt les sols limoneux à limono-argileux, *Urena lobata* les sols limoneux, *Phragmites communis* les sables micacés, *Hyparrhenia* et *Pennisetum* les sols limono-sableux.

7 - La mangrove

Elle a été très étudiée par R. BATTISTINI (5) dans le delta du Sambirano.

La masse principale de la forêt est peuplée d'*Avicennia maritima*, *Sonneratia alba*, *Rhizophora mucronata*, *Ceriops tagal*.

La frange interne des palétuviers ne dépasse pas quelques dizaines de mètres, on y rencontre une Malvacée halophile : *Hibiscus tiliaceus*.

Entre ces zones on rencontre souvent une zone de vase sans végétation (sols de tans). Il arrive qu'on trouve des sols de tans au centre même de la mangrove (Bobasakoa).

"Il est possible que la zone de vase nue corresponde à l'affleurement sous l'estran de la nappe d'eau douce du delta"

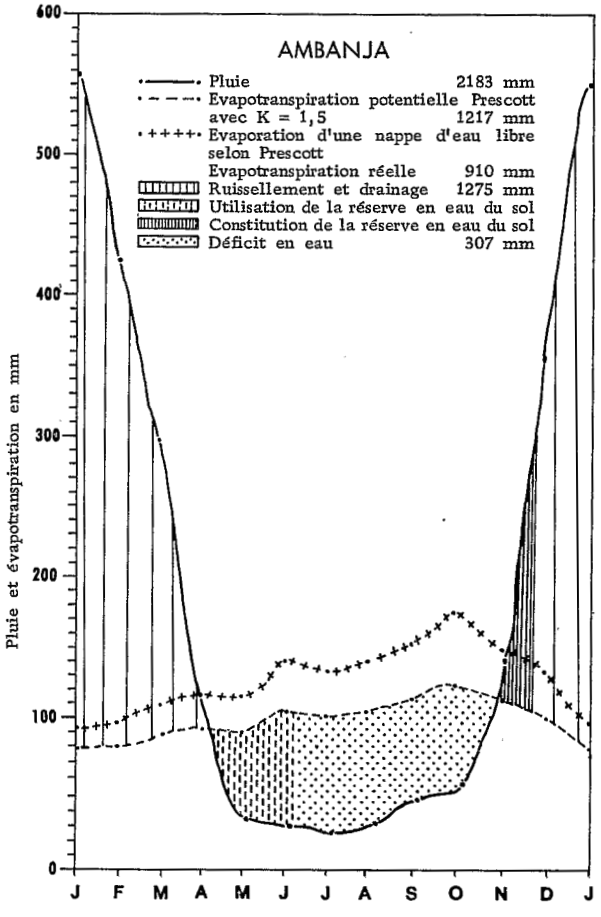

AMBANJA
Pluie 2183 mm
Evapotranspiration potentielle Prescott avec K = 1,5 1217 mm
Evaporation d'une nappe d'eau libre selon Prescott
Evapotranspiration réelle 910 mm
Ruissellement et drainage 1275 mm
Utilisation de la réserve en eau du sol
Constitution de la réserve en eau du sol
Déficit en eau 307 mm
Pluie et évapotranspiration en mm
600
500
400
300
200
100
0
J F M A M J J A S O N D J

Fig. 2

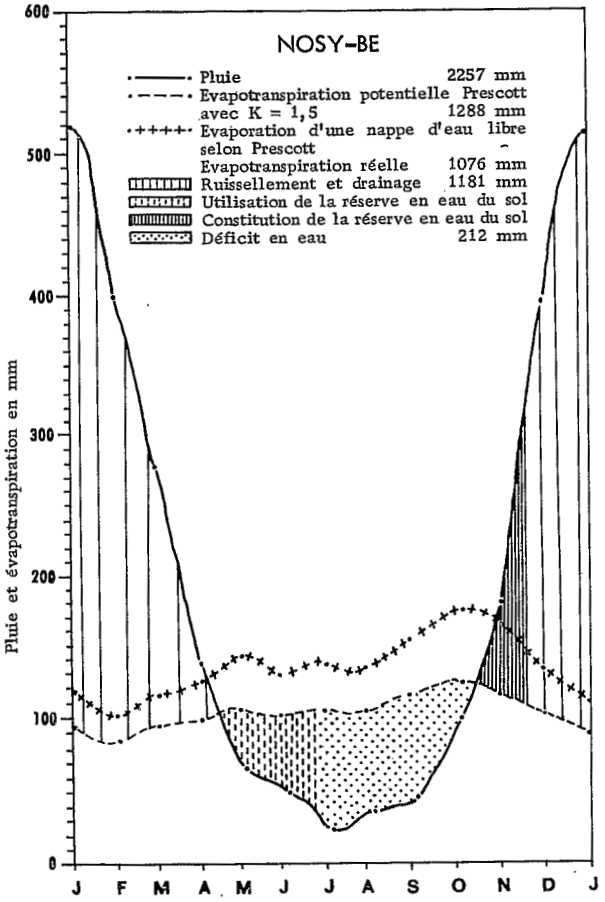

NOSY-BE
Pluie 2257 mm
Evapotranspiration potentielle Prescott avec K = 1,5 1288 mm
Evaporation d'une nappe d'eau libre selon Prescott
Evapotranspiration réelle 1076 mm
Ruissellement et drainage 1181 mm
Utilisation de la réserve en eau du sol
Constitution de la réserve en eau du sol
Déficit en eau 212 mm
Pluie et évapotranspiration en mm
600
500
400
300
200
100
0
J F M A M J J A S O N D J

Fig. 3

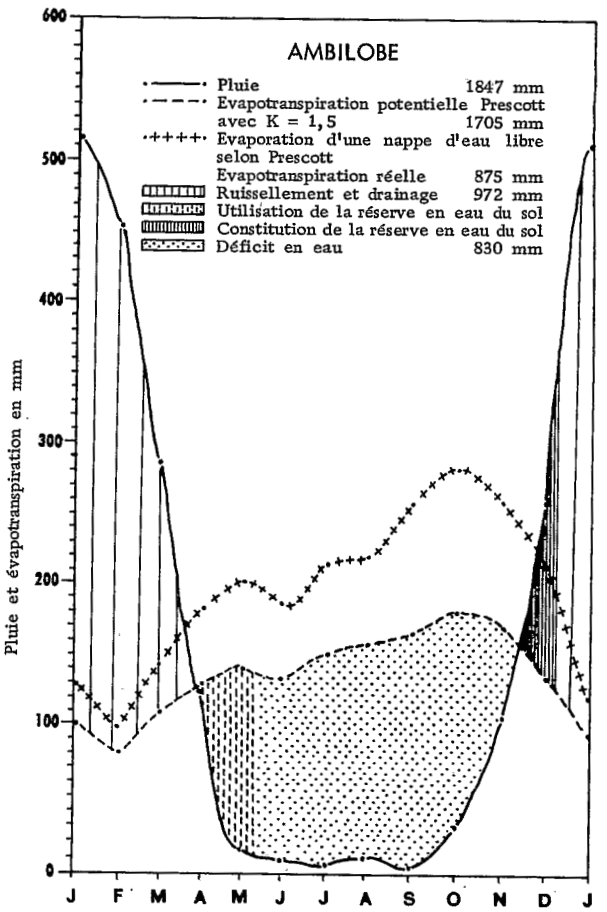

AMBILOBE
Pluie 1847 mm
Evapotranspiration potentielle Prescott avec K = 1,5 1705 mm
Evaporation d'une nappe d'eau libre selon Prescott
Evapotranspiration réelle 875 mm
Ruissellement et drainage 972 mm
Utilisation de la réserve en eau du sol
Constitution de la réserve en eau du sol
Déficit en eau 830 mm
Pluie et évapotranspiration en mm
600
500
400
300
200
100
0
J F M A M J J A S O N D J

Fig. 4

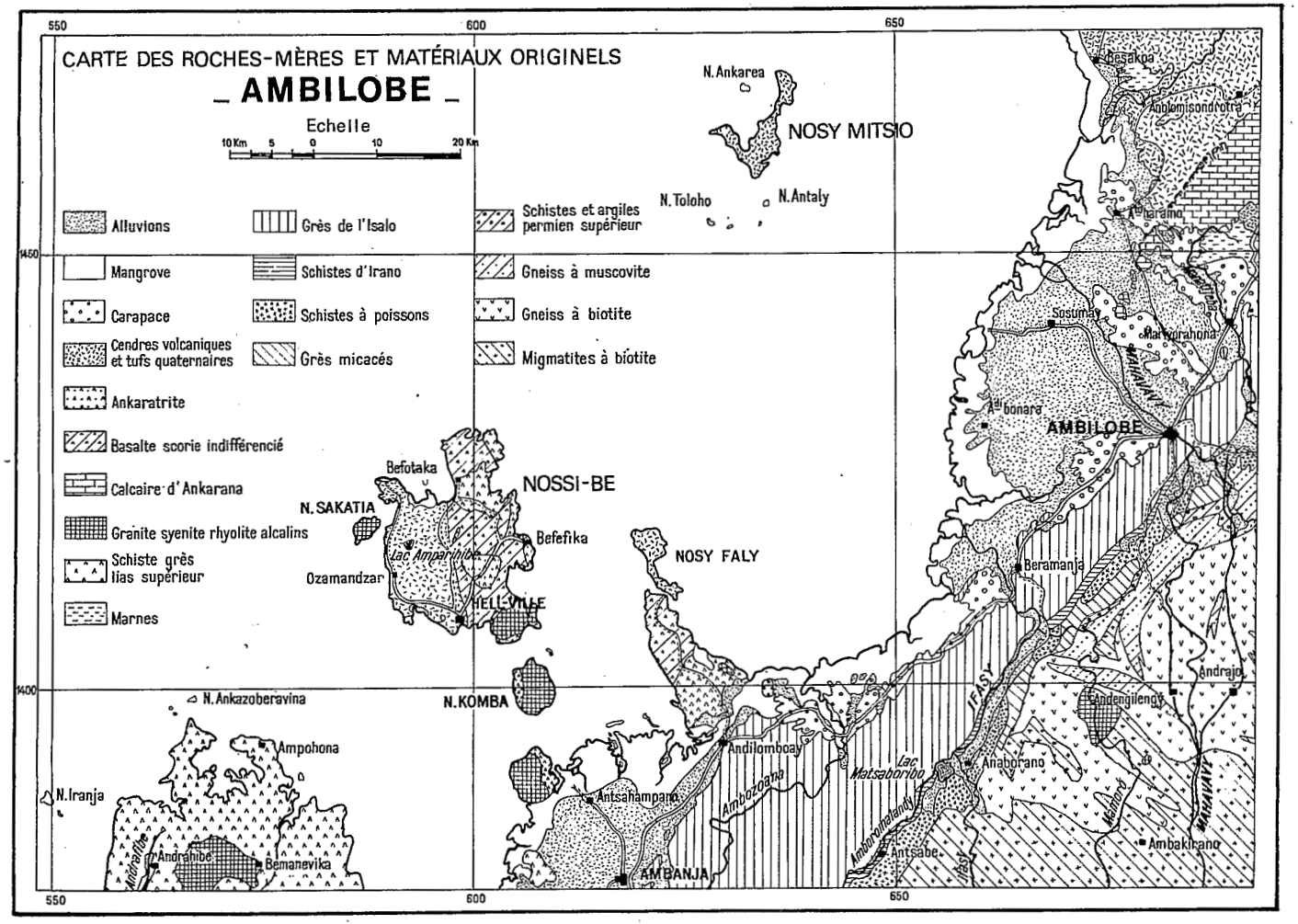

CARTE DES ROCHES-MÈRES ET MATÉRIAUX ORIGINELS
_ AMBILOBE _
Echelle
10 Km 5 0 10 20 Km
Alluvions
Grès de l'Isalo
Schistes et argiles permien supérieur
Mangrove
Schistes d'Irano
Gneiss à muscovite
Carapace
Schistes à poissons
Gneiss à biotite
Cendres volcaniques et tufs quaternaires
Grès micacés
Migmatites à biotite
Ankaratrite
Basalte scorie indifférencié
Calcaire d'Ankarana
Granite syenite rhyolite alcalins
Schiste grès lias supérieur
Marnes
550
600
650
1450
1400
N. Ankarea
NOSY MITSIO
N. Toloho
N. Antaly
Befotaka
NOSSI-BE
N. SAKATIA
Befefika
Lac Amparihibe
Ozamandzar
HELLVILLE
NOSY FALY
N. KOMBA
N. Ankazoberavina
Ampohona
N. Iranja
Andrahibe
Bemanevika
Antsahampano
AMBANJA
Andilomboay
Ambozoana
Lac Matsaboribo
Anboroifalandy
Antsabe
Anaborano
IFASY
Beramanja
Andengilendy
Andrajo
Ambakirano
MAHAVAVY
Sosumay
Mahavorahona
Bonara
AMBILOBE
Bekakoa
Anbolmisondrotra
Baramo

FIG. N°5

C - ROCHES-MÈRES
MATÉRIAUX ORIGINELS ET GÉOMORPHOLOGIE

1 - Le socle ancien

Les roches, gneiss et schistes, sont le résultat d'un métamorphisme général; elles couvrent la partie Sud-Est de la feuille d'Ambilobé, on peut distinguer (fig. 5) :

a) - **LA ZONE DES GNEISS SUPÉRIEURS** (gneiss à 2 micas)

Les roches sont pauvres en minéraux leucocrates. On y rencontre localement des gneiss à amphiboles, des amphibolites à hornblende verte, des quartzites à biotite. Mais c'est surtout la zone des micaschistes feldspathiques à muscovite. Les amphibolites proviendraient selon J. DE SAINT OURS (20) de la transformation des roches éruptives basiques.

b) - **LA ZONE DES GNEISS INFÉRIEURS** (gneiss à biotite)

Le type de roche le plus fréquent est un gneiss à biotite ou à amphiboles. Les principaux minéraux constitutifs de ces roches sont la biotite, la hornblende verte, les feldspaths calcosodiques, l'orthose et le quartz.

c) - **LA ZONE DES MIGMATITES** : on observe souvent des injections lits par lits dans le gneiss, les roches sont riches en microcline.

L'axe des plissements des terrains métamorphiques est généralement Sud-Est/Nord-Ouest. Notons une inflexion Sud-Ouest/Nord-Est au contact du sédimentaire.

La direction des plis ne conditionne pas l'orientation du réseau hydrographique; le cours supérieur, très encaissé, de la Mahavavy est presque rectiligne Sud-Nord.

Le massif d'Andrabanja, zone des granites à 2 micas, dont l'altitude ne dépasse pas 2 à 300 m, est une ancienne surface d'érosion imparfaitement pénéplainée ; on trouve sur le sommet des collines des galets de quartz roulés. Les cours d'eau actuels ont profondément disséqué cette surface.

Au Sud, zone des migmatites, l'altitude s'élève brusquement jusqu'à 1000 à 1200 m. J. DE SAINT OURS (21) émet l'hypothèse que ce brusque relèvement serait la conséquence d'une faille.

Quelques roches éruptives, granite migmatitique du Manoro, forment des flots dans le socle.

Sauf dans le Sud, les forêts ne recouvrent que les fonds des vallées. Les sols jaunes et rouges sont profondément érodés (érosion en nappes, rigoles, lavakas) et ne portent qu'une maigre prairie à base d'*Aristida*.

2 - La couverture sédimentaire

Le contact avec le socle se fait par failles, mais le rejet de celles-ci reste faible.

La base de la série sédimentaire (permo-trias) est constituée par des schistes et des argiles, des schistes et des grès micacés d'origine marine, qui forment une dépression périphérique que suit l'Ifasy sur une centaine de kilomètres avant la percée cataclinale des grès de l'Isalo. Les fleuves ont déposé dans cette région des alluvions fraîches présentant souvent des caractères d'hydromorphie (surtout avant la traversée des chaînes de l'Isalo). Ces sols sur schistes sont squelettiques très érodés et portent de maigres prairies d'*Heteropogon contortum*, la forêt *(Gluta tourtour)* a presque totalement disparu.

Il est à noter que ces formations sédimentaires sont souvent recouvertes d'une carapace argilo-sableuse analogue à celle que nous trouvons au Nord. Ce recouvrement, dont l'importance est variable et qui ne figure pas sur les cartes géologiques, a donné des sols jaunes riches en concrétions, l'imperméabilité relative des horizons inférieurs ayant provoqué une hydromorphie qui semble surtout ancienne.

Les grès de l'Isalo

Ils forment la première cuesta ; la chaîne gréseuse, orientée Sud-Ouest/Nord-Est, est très accidentée.

Ces grès sont riches en grains de quartz non usés ; on y trouve des lits de cailloux, et, parfois, des intercalations schisteuses.

Le contact du revers de la cuesta avec le pédiment, carapace argilo-sableuse, se fait par une rupture de pente. Cette chaîne, couverte d'une forêt tropophile est presque inhabitée. Les sols y sont généralement rouges. Lorsque la forêt disparaît l'érosion en ravins est intense ; la roche nue affleure en certains endroits, ailleurs on trouve un sol subsquelettique tronqué (sud d'Ambilobé).

Les marnes et calcaires

La série marno-calcaire (bajocien) forme la deuxième cuesta, celle-ci est moins abrupte que la précédente. On y rencontre quelques récurrences gréseuses de type Isalo. Les sols y sont, le plus souvent, subsquelettiques : sols bruns calcaires couverts d'une steppe à *Heteropogon*.

Le massif de l'Ankarana correspond au jurassique moyen (bathonien), les calcaires très lapiézés forment une muraille orientée Sud-Ouest/Nord-Est, interrompue par des failles qui correspondent à des cluzes et des épanchements basaltiques.

Ce massif est presque inaccessible, notons la disparition de certaines rivières et des résurgences au nord du massif.

Des affleurements de marnes callovo-oxfordiennes, dans le nord de la région étudiée, ont aussi donné des sols squelettiques très érodés.

Les grès et les schistes intercalés : Ils correspondent à l'Isalo II, et forment le substratum de la presqu'île d'Ampasindava, de Nosy Bé, de Nosy Komba, et sans doute, du sud de la presqu'île d'Ambato. Leur altération est profonde et ils donnent des sols beiges d'environ 2 m s'ils ne sont pas érodés. Les sols sur schistes ont parfois formé des cuirasses comme dans le Sud de la presqu'île d'Ambato. La différence d'érosion des différentes couches concordantes a permis la formation d'un relief à cuestas dans la presqu'île d'Ampasindava. Ces cuestas ont généralement une direction parallèle au littoral, R. BATTISTINI (5) y a reconnu 2 niveaux d'érosion.

3 - Les roches éruptives post-liasiques

Ce sont des roches alcalines dont les caractères pétrographiques sont très variés. A. LACROIX (13) leur a donné des noms variés (ampasiménite, ankaramite, bekinkinite, etc...).

Elles forment des massifs intrusifs qui ont affecté de plissements intenses les terrains sédimentaires environnants.

Dans le Lokobe et à Nosy Komba, le sol est jaune à brun jaune ou rouge à brun rouge, il peut dépasser 2 mètres, et ce sur des pentes voisines de 100 %.

4 - Les roches volcaniques de Nosy Bé

a) - **LES CENDRES ET ROCHES BASALTIQUES ANCIENNES.** Les formations les plus anciennes, rencontrées dans la partie orientale de l'île de Nosy Bé et le Nord de la presqu'île d'Ambato, sont constituées par des laves, des cendres basaltiques, des scories et basanitoïdes. On observe parfois la désagrégation du basalte en boules de grosseur variée, de quelques centimètres à un mètre de diamètre, suivant la texture du matériau.

Ces sols basaltiques sont peu riches en cailloux, ils sont bruns à brun-rouge sur les laves compactes, bruns à brun-jaune sur les cendres anciennes, rouges à brun-rouge sur scories anciennes.

On observe parfois des lits ferrugineux et des concrétions sous les cendres ainsi qu'une cuirasse dans la presqu'île d'Ambato.

b) - **LES ROCHES BASALTIQUES QUATERNAIRES.** Le massif basaltique, qui constitue à Nosy Bé la région des "cratères-lacs", n'a pas été formé par des coulées de lave, mais plus souvent par des coulées boueuses de matériaux projetés, plus ou moins fins qui, sous forme consolidée, donnent le tuf.

Lorsqu'on les observe, les sols sont plus ou moins squelettiques de teinte rouge ou violacée. Cette teinte est due à la couleur même du matériau originel.

c) - **LE TUF.** Il occupe à la périphérie du massif occidental à Nosy Bé, une grande surface, l'altération semble peu profonde, les sols y sont très riches et largement cultivés en canne à sucre. Il est à noter que dans la partie occidentale de Nosy Bé, un grand nombre de constructions volcaniques récentes, dômes et cônes de scories, sont parfaitement conservées.

5 - Les roches volcaniques quaternaires de la Montagne d'Ambre, Nosy Mitsio et Nosy Faly

Les planèzes forment au Sud de la Montagne d'Ambre un tronc de cône très aplati descendant en pente douce; les petites rivières n'ont pas détruit la surface structurale. Des cônes de cendres bien conservés, présentant des traces de ruissellement, par barrancos, s'observent au Nord de l'Ankarana (pic d'Andafiamenabe). Les sols rocheux y sont riches, notons la présence de rizières très fertiles là où l'irrigation est possible (Anketrakabe).

Pour Nosy Mitsio et Nosy Faly, les différents auteurs ne sont pas d'accord pour dater les formations basaltiques; H. BESAIRIE et R. BATTISTINI les attribuent, sans doute avec raison, à un volcanisme récent.

6 - Les Ankaratrites

Il s'agit là de roches compactes s'altérant sans donner de boules, mais laissant de gros résidus pierreux noirs. Ces roches se rencontrent surtout à Nosy Bé et dans la presqu'île d'Andilana.

7 - La carapace argilo-sableuse (pédiment)

On pourrait penser que cette formation qui provient des grès de l'Isalo est constituée par des alluvions anciennes. On peut observer, par endroits, des lits de galets roulés, notamment entre Ambanja et Ambilobé; mais ceux-ci se trouvent

également dans les grès eux-mêmes. Plusieurs coupes montrent au contraire cette formation reposant sur les grès de l'Isalo avec des pendages identiques, seule la partie supérieure a subi un certain transport. L'étude morphoscopique montre que les grains de quartz sont très anguleux, comme ceux de l'Isalo. A. GUILCHER (10) arrive à la conclusion suivante : "Il nous semble qu'il y a lieu de parler ici, de pédiment plutôt que de glacis d'érosion. Ce pédiment affecte les grès de l'Isalo pour sa plus grande part, et peut-être dans le Nord, les émissions volcaniques quaternaires du Massif d'Ambre, auquel cas le pédiment serait lui-même lié au quaternaire".

Analyse granulométrique. Des échantillons prélevés sur carapace aux environs d'Ambilobé, d'Antsoa et de Maherivaratra montrent une grande analogie du point de vue granulométrique avec les grès de l'Isalo. Les courbes cumulatives (poids en %) des sables sont très étalées et ne montrent que des maxima peu nets, le plus marqué étant pour la fraction comprise entre 0, 075 et 0, 1 mm. Les minima se retrouvent entre 0, 1 et 0, 125 mm et au-dessus de 0, 4 mm. La fraction argileuse est sensiblement la même que celle que l'on retrouve dans le sol sur grès. Ici, on peut noter l'absence de triage et de transport.

Plus à l'Ouest, la carapace, qui occupe des superficies beaucoup plus modestes, est beaucoup plus sableuse. Les maxima s'observent pour la fraction comprise d'une part, entre 0, 1 et 0, 5 mm ; et, d'autre part, entre 1 et 1, 25 mm. Ici les surfaces sont découpées par des ravines perpendiculaires au grand talus isalien. Il semble que nous ayons à faire à une formation plus remaniée constituée par des épandages.

Relief. Ce pédiment couvre des vastes surfaces planes, la pente concave atteint 1 ‰ vers l'aval et 5 ‰ vers l'amont. La reprise d'érosion est récente, les cours d'eau ont tendance à s'encaisser, leur versant ne se recoupant pas.

Les sols sont jaunes. A la suite des processus d'hydromorphie, des taches noires de manganèse, des taches rouges ferrugineuses et des concrétions s'individualisent dans le profil, ces taches peuvent même atteindre la surface, dans le cas extrême on passe à un sol gris.

8 - Les alluvions récentes

Le mont Tsaratanana, point culminant de Madagascar (2882 m), est le château d'eau du Nord de l'île. La Mahavavy (175 km), l'Ifasy, et la Mananjeba drainent, au Nord, le bassin. Le Sambirano, avec son principal affluent, la Ramena, draine tout le versant Ouest du Tsaratanana. Le cours supérieur de ces fleuves est torrentiel, parfois coupé de chutes (Mahavavy). Bien que leur bassin versant soit modeste, le débit de la Mahavavy et du Sambirano est considérable. Après la traversée, en percée cataclinale des grès isaliens, ces fleuves forment de vastes deltas.

Etude géomorphologique des deltas. Leur pente est relativement faible de l'ordre de 1 ‰, "la morphologie est de type classique avec des méandres à évolution rapide, levées, cuvettes et rigoles de débordement".

Les méandres sont souvent recoupés et groupés en trains (Mahetsadava, Amporaha).

Les levées (0, 50 m à 3 m au-dessus du lit) ne parviennent jamais à dépasser les hauteurs des plus hautes crues.

Les cuvettes et rigoles de débordement sont au même niveau ou au-dessous du niveau actuel du lit. Il en résulte une grande instabilité dans le tracé des cours d'eau, ceux-ci se déplacent par recoupements des berges sur les différentes génératrices des cônes deltaïques, d'où la formation de bras morts complètement à sec en saison fraîche, d'anciens lits, de méandres recoupés abandonnés.

Etude granulométrique. H. BESAIRIE, dès 1937, a étudié le delta d'Ambilobé.

Les sédiments des lits actuels et anciens et des bras morts sont constitués par des sables grossiers qui seraient, selon A. GUILCHER (10), empruntés au grès de l'Isalo ou au pédiment. Malgré l'analogie granulométrique, J. DE SAINT OURS (20) fait remarquer, avec juste raison, qu'il ne peut partager cette façon de voir : la Mahavavy ne traversant les grès isaliens que sur 26 kilomètres, et elle ne reçoit que des affluents minimes. D'autre part, en dehors de grains de quartz peu usés, on peut noter la présence de feldspath peu altérés, de micas. Ces matériaux proviendraient du massif cristallin où l'on observe une érosion intense et même de véritables lavakas.

Les sédiments des berges sont limoneux à limono-sableux très micacés. Dans les cuvettes on retrouve des grains de quartz non usés, quelques feldspaths et généralement beaucoup de micas. La granulométrie est très variable allant des sols limoneux aux sols argileux. Le drainage est souvent imparfait, voire même défectueux.

Des sondages faits dans le delta d'Ambanja ont montré l'existence d'un niveau madréporique et d'un sable d'estran à coquilles marines entre 15 m et 18,50 m de profondeur. Jusqu'à une époque récente, la mer devait s'arrêter aux collines gréseuses en arrière d'Ambanja. On peut dont logiquement penser qu'une partie de ces vastes deltas puisse être constituée par des alluvions marines, type mangrove, qui ont pu, partiellement ou en totalité, être recouvertes de dépôts fluviatiles récents. Ces remarques vous permettront de mieux comprendre la pédogenèse des sols des deltas.

Deuxième Partie

LES SOLS

PHÉNOMÈNES PÉDOLOGIQUES PRINCIPAUX

Bien que peu étendue la zone cartographiée comprend un assez grand nombre de sols différents. Dans leur formation roche-mère et climat ont joué des rôles prépondérants. A un moindre degré, la végétation et la topographie sont intervenues. Il est possible de préciser les quelques grands processus d'évolution qui se sont manifestés.

A - FERRALLITISATION ET FERRUGINISATION

La ferrallitisation est caractérisée par la destruction du complexe minéral, l'entraînement de la silice, l'augmentation des hydroxydes de fer et d'aluminium. Il y a accumulation relative de l'alumine par rapport au fer, et une altération profonde des minéraux, le rapport silice/alumine est inférieur à 2.

Influence du climat

Celui-ci joue un rôle primordial. Les indices climatiques combinent les données météorologiques en essayant d'assigner à chaque élément : précipitation, température, évaporation, une importance déterminée ; l'indice de Meyer défini par le rapport Précipitations annuelles en mm/Déficit de saturation de l'atmosphère est de 347 à Nosy Bé et 191 à Ambilobé ; au Sud-Ouest de la montagne d'Ambre, la pluviosité n'étant que de 1500 mm à Ankivanja, ce rapport se situe aux environs de 150. MOUREAUX et TERCINIER (14) admettent qu'entre les valeurs de 100 à 200, la ferrallitisation est faible. Nous admettons, actuellement à Madagascar, que la limite des sols ferrugineux et ferrallitiques se situe dans les zones où le rapport de Meyer est compris entre 150 et 200. Le rapport P/T défini par Lang, atteint 88,5 à Nosy Bé, 81,4 à Ambanja, 68,5 à Ambilobé, il est voisin de 56 pour le versant Sud-Ouest de la Montagne d'Ambre. RIQUIER admet pour la limite de la ferrallitisation un rapport P/T voisin de 60.

L'étude des sols de la région d'Ambilobé semble confirmer les limites climatiques admises à Madagascar : les sols ferrugineux sont très limités (versant Sud-Ouest de la Montagne d'Ambre), les sols ferrallitiques sont localisés à Nosy Bé et dans le delta d'Ambanja, les sols faiblement ferrallitiques ont une très grande extension.

Influence de la roche-mère

La ferrallitisation peut se produire sur des roches très acides, mais le phénomène est plus poussé sur les roches basiques (roches moins riches en silice).

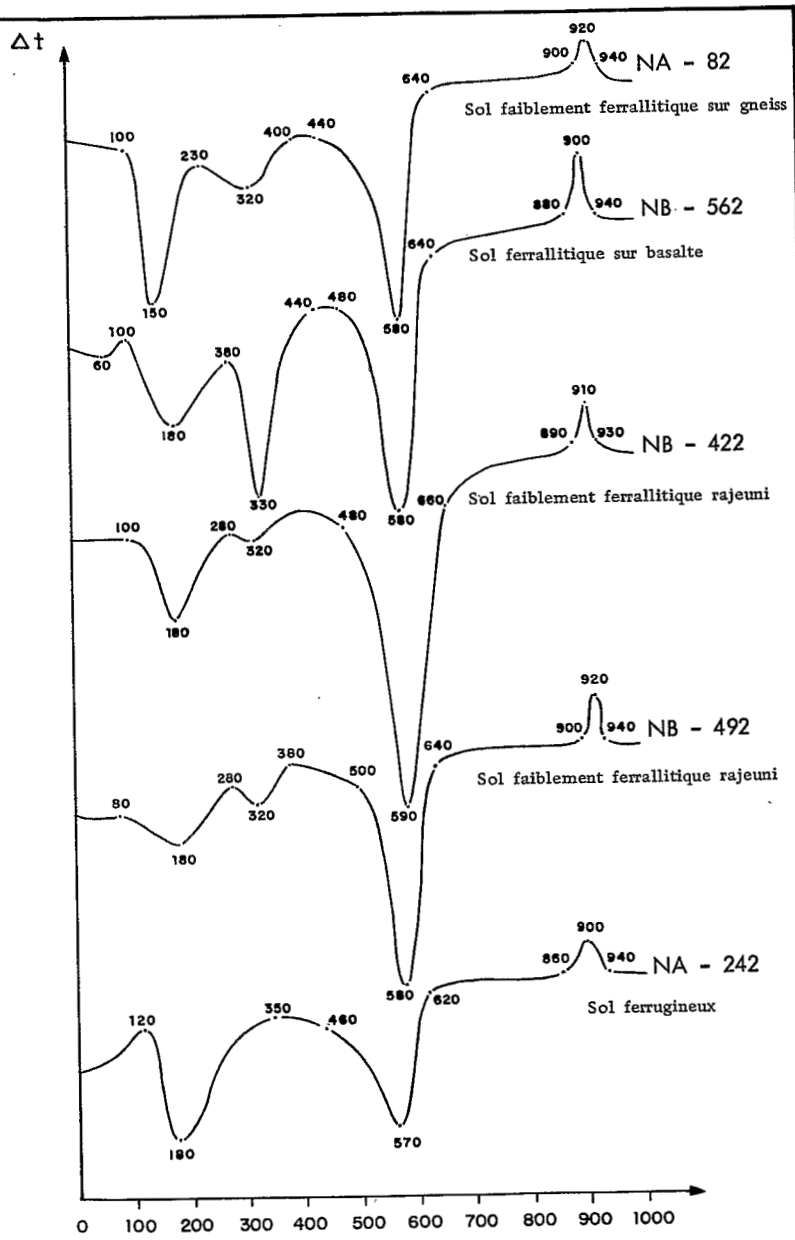


Fig. 6 - Courbes thermiques différentielles

A Nosy Bé, les sols, sur grès, schistes liasiques, et syénite, sont généralement faiblement ferrallitiques, alors que ceux développés sur basaltes anciens sont nettement ferrallitiques. Le rapport silice/alumine est compris entre 1,7 et 2 pour les premiers, 1,1 - 1,9 pour les seconds. Les courbes d'analyse thermique différentielle (fig. 6) montre pour ces sols 3 crochets endothermiques : entre 100 et 250°, entre 300 et 380°, entre 480 et 620°; 1 crochet exothermique assez net à 920°. La kaolinite est responsable du crochet endothermique compris entre 480 et 620° et du crochet exothermique à 920°, elle est abondante. La gibbiste est responsable du crochet à 360°; ce crochet est peu marqué dans le cas des sols sur roches acides, il est maximum pour les sols sur basaltes.

Sur les épanchements basaltiques récents, il y a décomposition rapide des minéraux mais l'accumulation des hydroxydes et l'évolution ferrallitique ne se manifestent pas, le rapport silice/alumine atteint 2 à 2,5; les sols y sont très riches : sols bruns eutrophes.

Influence du drainage

La ferrallitisation peut se produire sur des roches très pauvres en bases et très perméables.

Les matériaux issus de grès de l'Isalo donnent :

1°) - des sols ferrallitiques jaunes sur les épandages sableux : le sable grossier y atteint 50 à 60 % et le rapport silice/alumine est inférieur à 1,5.

2°) - des sols faiblement ferrallitiques sur le pédiment argilo-sableux : l'argile atteint 30 % dans l'horizon B et cimente les grains de quartz; le rapport silice/alumine est compris entre 1,8 et 2.

3°) - des sols ferrugineux à concrétions lorsque le matériau originel est en recouvrement sur des schistes qui créent un horizon profond imperméable, le rapport silice/alumine est compris entre 1,95 et 2,25, l'analyse thermique différentielle (fig. 5 NA242) ne montre pas de crochet entre 300 et 380°.

Les grès de l'Isalo donnent des sols rouges faiblement ferrallitiques. Dans quelques zones planes, à drainage déficient, le sol est jaune et le rapport silice/alumine y est légèrement supérieur à 2 (profil NBA 23).

Influence de l'érosion

Sur cristallin, sur syénite, sur grès schisteux du lias, se forment des sols faiblement ferrallitiques. Parfois l'érosion intensive provoque un rajeunissement du sol : des minéraux altérés se reconnaissent dans les horizons supérieurs (profils NB 42, NB 82, NB 48). L'analyse nous a fréquemment donné pour ces sols un rapport silice/alumine compris entre 2 et 2,3. Si l'on fait ce rapport non sur le sol total mais sur la fraction argileuse, il est de 1,8 à 2. Nous pensons que nous avons à faire à des sols rajeunis. L'évolution ferrallitique est certaine : l'analyse thermique différentielle montre la présence, en faible quantité il est vrai, de gibbiste. Nous n'avons pas pu à l'échelle de la carte distinguer ces sols faiblement ferrallitiques rajeunis, leurs caractères analytiques les distinguent d'ailleurs très peu des sols faiblement ferrallitiques.

B - LE PHÉNOMÈNE DE LESSIVAGE

Le fer est peu lessivé (caractéristique fréquente pour les sols ferrallitiques). Nous avons cependant observé aux environs d'Andilamboay, des sols ferrallitiques très quartzeux lessivés en fer (sables blancs).

Pour les éléments échangeables on observe le plus souvent une remontée au niveau de la roche-mère, l'horizon de surface étant d'ailleurs plus riche que les horizons intermédiaires.

Le lessivage de l'argile est assez fréquent (sols sur basalte, sols sur pédiment); parfois l'horizon lessivé a été décapé et il apparaît en surface un horizon très argileux (sols sur gneiss). Le lessivage oblique semble jouer un rôle primordial; il s'est formé en surface un horizon lessivé, sans qu'apparaissent les horizons d'accumulation (sols sur grès de l'Isalo, sur schistes).

C - PHÉNOMÈNES D'HYDROMORPHIE

Ils sont fréquents, ils apparaissent essentiellement dans les sols alluvionnaires et les sols sur pédiment. Des phénomènes d'hydromorphie semblent avoir existé bien qu'ils ne soient plus visibles, c'est le cas de certains sols jaunes. Nous avons, fréquemment, observé des taches et concrétions ferrugineuses et manganifères à travers le profil.

CLASSIFICATION DES SOLS ET ÉTUDES DES PRINCIPAUX TYPES

Nous avons adopté la classification proposée par le Professeur AUBERT (1, 2, 3, 4). A l'intérieur des processus pédogénétiques principaux, la nature de la roche-mère et l'intensité de son altération, ainsi que des variantes locales importantes nous ont amenés à suivre le schéma suivant :

I - LES SOLS MINÉRAUX BRUTS

Sols minéraux bruts non climatiques
Sols d'Erosion

a) Sol squelettique sur rhyolite
b) Sol squelettique sur basalte scoriacé
c) Sols squelettiques sur marnes et Sols bruns associés
d) Sols squelettiques sur schistes
e) Sols squelettiques sur le calcaire de l'Ankarana

II - LES SOLS PEU ÉVOLUÉS

Les sols peu évolués d'origine non climatique
Les sols d'apports : alluvions

a) Sols alluviaux sableux grossiers
b) Sols alluviaux sableux fins
c) Sols alluviaux limono-sableux
d) Sols alluviaux argileux d'origine marno-basaltiques
e) Sols alluviaux argilo-limoneux d'origine basaltique

III - LES SOLS À MULL

Les Sols bruns eutrophes

a) Les sols bruns à brun-jaune sur basaltes et cendres
b) Les sols bruns à brun-jaune sur tuf et scories
c) Les sols bruns sur rouge sur cendres et lapillis

IV - LES SOLS À SESQUIOXYDES INDIVIDUALISÉS

1°) Les Sols ferrugineux tropicaux (non lessivés)

a) Les sols brun-rouge et brun-jaune sur basalte
b) Les sols à concrétions

2°) Les Sols ferrallitiques

G. Les Sols faiblement ferrallitiques

s/G. Les sols modaux

a) Les sols rouges sur migmatites
b) Les sols rouges sur grès
c) Les sols rouges à orangé sur grès et schistes liasiques
d) Les sols jaunes à rouges sur granite et syénite
e) Les sols jaunes à ocre sur gneiss
f) Les sols jaunes de pédiplaine

s/G. Les sols ferrisoliques

a) Les sols bruns caillouteux sur ankarariste
b) Les sols rouges lithochromes sur scories rouges

G. Les Sols Ferrallitiques typiques

Sous-Groupes et Familles

a) Les sols rouges et jaunes sur lias schisteux
b) Les sols jaunes sur rouge sur rhyolite
c) Les sols brun-jaune et brun-rouge sur basalte
d) Les sols jaunes sur épandages sableux

G. Les Sols Ferrallitiques cuirassés

a) Les sols sur grès et schistes
b) Les sols sur basaltes et basanitoïdes

V - LES SOLS HALOMORPHES

Les sols salins ou sols de "tan"

VI - LES SOLS HYDROMORPHES

G. Les Sols Humiques à gley

s/G. Les sols modaux
s/G. Les sols de Mangrove

G. Les Sols à gley et pseudo-gley d'ensemble ou de surface.

a) Les sols gris de bas-fonds
b) Les sols tachetés limono-sableux
c) Les sols tachetés argilo-limoneux
d) Les sols hydromorphes à alcalis limono-argileux
e) Les sols hydromorphes à alcalis argileux

I - LES SOLS MINÉRAUX BRUTS

Les Sols minéraux bruts non climatiques

Les Sols d'érosion

a) - SOLS SQUELETTIQUES SUR RHYOLITE

Ces sols occupent la majeure partie de l'île de Sakatia. Le sol complet rouge est conservé sur quelques buttes témoins. Ailleurs, la partie supérieure du sol, rendue très friable par la dessication, se retrouve dans les talwegs et bas de pentes. Le paysage présente alors un aspect désolé, car la zone d'altération blanchâtre apparaît un peu partout.

On ne rencontre que de maigres cultures sur des colluvions. Les zones encore forestées doivent être protégées.

b) - SOLS SQUELETTIQUES SUR BASALTES SCORIACES

A Nosy Bé, la plupart des cônes de scories plus ou moins récents sont recouverts de tels sols, abondamment pierreux, avec une maigre végétation arbustive. Il en est ainsi dans le Nord-Ouest de l'île, vers Andilana, dans certaines parties du massif occidental, au Sud-Est près d'Ambatoloaka.

Quelques cultures de café et de poivriers sont parfois installées sur les pentes les plus faibles.

Sur les pentes Ouest du massif occidental, c'est le tuf très peu altéré qui donne cet aspect squelettique avec un tapis graminéen très peu dense. Sa situation en altitude empêche l'irrigation et la culture de la canne, même lorsque le sol est suffisamment développé.

c) - SOLS SQUELETTIQUES SUR MARNES ET BRUNS CALCAIRES

Ces sols se développent sur la série marno-calcaire bajocienne et liasique et sur les marnes callovo-oxfordiennes.

Les sols brun-jaune sont très érodés, bien pourvus en éléments fertilisants sauf en phosphore.

Sur marnes, à 2 kilomètres au nord d'Ambilomagodro, sous une prairie à Heteropogon à pente modérée, on note localement le profil suivant (NB A 10) :

0 à 10 cm : Brun; argileux; structure grumeleuse à cubique; bonne cohésion; forte porosité.

10 à 150 cm : Jaune; limono-argileux; structure polyédrique; très forte cohésion.

A partir de 150 cm, zone blanchâtre d'altération des marnes. Le plus souvent, les marnes ou la zone d'altération affleurent, l'érosion en nappe et rigoles ne permettant pas au sol de se développer.

Caractéristiques physiques et chimiques

Les teneurs en argile vont de 20 à 80 % avec 10 à 30 % de limon, peu de sable grossier. Les éléments échangeables et les réserves totales sont importantes, le phosphore est déficient (0,01‰ P_2O_5 assimilable, 0,3 à 0,5‰ P_2O_5 total).

Aptitudes culturales

Sols ne présentant aucun intérêt agricole ; il y a lieu de préserver la forêt lorsqu'elle existe. Les produits d'érosion, mêlés à ceux d'origine basaltique, donnent des zones alluvionnaires très riches.

d) - SOLS SQUELETTIQUES SUR SCHISTES (pélites)

La forêt à *Gluta tourtour* (faux acajou) qui recouvrait ces sols a presque complètement disparu ; il en résulte un modelé de collines très ravinées, surtout sur les schistes gréseux de l'Iraro : ceux-ci apparaissent fréquemment en surface.

Au voisinage d'Irarono, sur la piste Beramanja Anaborano, sous prairie de graminées à base d'*Hyparrhenia*, *Aristida*, *Heteropogon contortus*, on observe, localement, le profil suivant (NA 14) :

0 à 40 cm : Gris beige ; finement sableux ; structure lamellaire plus ou moins analogue à la roche-mère ; finement poreux.

40 à 60 : Rouge à beige ; prédominance d'éléments fins ; structure polyédrique secondairement lamellaire.

60 à 60 : Rouge violacé avec une structure schisteuse, nombreux morceaux de roche en voie d'altération.

Sur schistes à poissons (pélites), le sol est le plus souvent inexistant. Sur la piste Beramanja-Anaborano, on peut observer localement un profil bien développé NB A 18 :

0 à 30 cm : Gris beige ; argilo-sableux ; structure grumeleuse ; cohésion moyenne ; bon enracinement.

30 à 200 : Beige rouge clair ; limono-argileux ; structure polyédrique ; peu poreux ; très mal pénétré par les racines.

Au-dessous de 2 m, zone de départ blanchâtre avec des morceaux de schistes en voie d'altération.

Caractéristiques physiques et chimiques

Le sol (lorsqu'il existe) est moyennement argileux (30 à 40 % d'argile). On note souvent un lessivage oblique. Les sables fins sont importants.

Le pH est compris entre 5,5 et 6, les éléments échangeables sont tous déficients. Les réserves ne sont notables qu'en potasse.

Le rapport silice/alumine, même lorsque le sol est peu épais, atteint 2 à 2,5.

Aptitudes culturales

Ces sols, trop sujets à l'érosion, sont à réembroussailler.

e) - LE CALCAIRE DE L'ANKARANA occupe de vastes surfaces dans le Nord-Est de la feuille. Il s'agit d'un calcaire à lapiez pratiquement dépourvu de sol, la forêt pousse dans les anfractuosités de la roche.

II - LES SOLS PEU ÉVOLUÉS

Les Sols peu évolués d'origine non climatique

Sols alluviaux

a) - SOLS ALLUVIAUX SABLEUX (sable grossier)

Les alluvions sableuses se rencontrent le long des cours d'eau actuel, Mahavavy et Sambirano, dans la zone de divagation, le long des bras morts. La végétation qui colonise ces sables est à base de *Phragmites mauritianus*, notons la présence de quelques peuplements de *Terminalia mantaly*.

Morphologie (Profil NA 34) au voisinage d'Aiguebelle (Mahavavy).

0 à 15 cm : Brun ; sableux ; structure à tendance nuciforme, particulaire ; cohésion très faible ; enracinement moyen.

15 à 40 : Brun-jaune ; sableux ; structure particulaire.

40 à 100 : Sable grossier micacé ; quelques gros quartz et feldspath ; cohésion nulle.

Caractéristiques physiques et chimiques

La granulométrie est caractérisée par l'abondance des sables, la faible teneur en argile et limon. Le complexe absorbant est caractérisé par une faible capacité d'échange comprise entre 5 et 12 me pour 100 g de sol. Le taux de saturation atteint 22 à 30 %, il augmente en profondeur ainsi que le pH, mais celui-ci reste acide dans tout le profil : les réserves sont bonnes en chaux, potasse et phosphore. Le taux d'éléments échangeables est moyen en chaux et faible en potasse (< 0,10 me pour 100). Peu de phosphore assimilable. La matière organique présente des teneurs intéressantes en surface (4 % environ), tandis que l'azote atteint 1,65 ‰.

Aptitudes culturales

Ces sols, à sables grossiers, pauvres en éléments assimilables et retenant très mal l'eau, sont impropres à toute culture rentable. On peut y planter des arbres.

b) - SOLS ALLUVIAUX SABLEUX FINS

Ces sols occupent une grande étendue dans le delta de la Mahavavy, en dehors des zones sujettes actuellement au débordement. La topographie y est plane, le drainage actuellement satisfaisant. Parfois on note des traces d'hydromorphie à travers le profil, celles-ci apparaissent dans les sols situés au voisinage des bras morts et à l'arrière de la mangrove. La végétation herbacée y est à base de *Mimosa pudica*, *Phragmites mauritianus*, *Scoparia dulcis*, *Sida rhombifolia*.

Morphologie

Profil noté au Sud-Est du village de Tanambao **NA 38** sous végétation d'*Hyparrhenia rufa*.

0 à 20 cm : Brun gris; sablo-limoneux; micacé; structure massive secondairement nuciforme à particulaire ; quelques trous de vers ; bonne porosité ; cohésion faible.

20 à 60 cm : Brun-jaune; sableux; très peu de limon, très micacé; structure massive secondairement particulaire, cohésion faible.

60 à 120 Brun pâle; sableux avec des micas; structure particulaire, cohésion très faible.

Profil noté sur la route d'Ambilobé à Marivorahona.

0 à 15 cm : Gris brun avec quelques taches rouille suivant les racines; sablo-limoneux, riche en micas; structure fondue secondairement nuciforme; enracinement important; cohésion moyenne.

15 à 100 Brun avec quelques rares taches brunes; sableux (fin) micacé; bonne porosité tubulaire et ordinaire, cohésion faible.

Caractéristiques physiques et chimiques

Le pH est acide dans tout le profil, voisin de 5,5 en surface, il atteint 6 à 6,5 en profondeur. La granulométrie est caractérisée par des teneurs importantes en sable fin (40-60 %). Le limon atteint 15 à 20 % en surface; en profondeur, le sable fin augmente légèrement et le limon diminue. Le complexe absorbant est assez fortement désaturé. La capacité d'échange est moyenne, de l'ordre de 15 à 18 me en surface, elle diminue avec la profondeur. Les bases échangeables sont assez élevées en chaux (2 à 8 me/100 g), variables en potasse (0,1 à 0,5 me pour 100 g) teneur moyenne en phosphore assimilable (0,05 ‰ P_2O_5). La matière organique est voisine de 5 % en surface avec 1,5 ‰ d'azote. Les réserves nutritives sont élevées en chaux, potasse et acide phosphorique.

Notons que le magnésium échangeable varie de 0,4 à 0,8 me/100 g : dans les sols des deltas, pour les échantillons prélevés du Sud de la chaîne de l'Isalo (Haute vallée de l'Ifasy), ce taux n'atteint que 0,03 à 0,09 me %. Peu de différence en ce qui concerne les autres éléments.

Aptitudes culturales

Ces sols où l'on observe des traces d'hydromorphie ont actuellement un bon drainage, ils conservent une certaine fraîcheur vers un mètre, ils conviennent aux cultures arbustives telles que : bananiers et au manioc.

Les sols qui bordent la haute vallée de l'Ifasy sont plantés en caféiers, cacaoyers, poivriers; on utilise comme plantes de couverture l'*Inga dulcis* ou *Albizzia lebbeck*.

Dans le delta de la Mahavavy, après drainage et irrigation, ces sols conviennent très bien à la canne à sucre.

c) - SOLS ALLUVIAUX LIMONO-SABLEUX

Ils se forment à partir d'alluvions fluviatiles. Ces sols, très intéressants, couvrent une surface importante dans le delta du Sambirano, leur extension est plus réduite dans le delta de la Mahavavy. On observe assez fréquemment de légères traces d'hydromorphie à travers le profil; mais il s'agit d'un caractère très secondaire, le drainage étant à peu près satisfaisant. L'immersion, si elle se produit, est de courte durée.

Morphologie

1°) **Profil NA 37** - Boucle de la Mahetsadava (delta de la Mahavavy) sous culture de canne à sucre.

0 à 30 cm :	Brun-gris; sablo-limoneux à limoneux; structure grumeleuse à nuciforme; bon enracinement; cohésion moyenne à bonne; porosité ordinaire et tubulaire.
30 à 50	Brun-jaune avec quelques taches rouille et brunes diffuses; sablo-limoneux à limoneux; structure massive secondairement nuciforme; bonne porosité; cohésion faible.
50 à 100	Brun-jaune à taches diffuses; sablo-limoneux; structure massive secondairement particulaire; cohésion faible.

2°) **Profil NA 43** (Delta Sambirano).

0 à 20 cm :	Brun, sablo-limoneux à limoneux; structure nuciforme, cohésion moyenne; bonne porosité surtout tubulaire.
20 à 80	Brun-jaune; sablo-limoneux à limoneux; structure nuciforme; cohésion faible.
80 à 120	Brun-jaune; sablo-limoneux; nuciforme à tendance particulaire; marbrures noires et brunes assez nombreuses.

Caractéristiques physiques et chimiques

Le pH est acide dans tout le profil (5 à 6). La granulométrie montre que les teneurs en limon sont normalement supérieures à l'argile : en surface, 25 à 40 % de limon et 10 à 25 % d'argile. Le sable fin est assez variable, 20-50 %. Le sable grossier est peu abondant. En profondeur les fractions fines diminuent mais de façon assez irrégulière.

La matière organique totale est comprise en surface entre 2 et 4 %, l'azote entre 1,3 et 2 ‰.

Le complexe adsorbant présente une capacité d'échange plutôt moyenne comprise entre 15 et 20 me/100 g. Les teneurs en chaux échangeable sont bonnes. La potasse échangeable atteint 0,2 me/100 mg en surface et décroît vite en profondeur.

Ces sols sont moyennement saturés en surface, en profondeur le degré de saturation atteint 60 à 80 %.

Bonne teneur en chaux, potasse et acide phosphorique.

Aptitudes culturales

Sols à très bonne texture, forte perméabilité, bonne capacité de rétention pour l'eau. Ces sols conviennent à la plupart des cultures tant arborées qu'herbacées : cacaoyers, caféiers, ylang-ylang, canne à sucre.

d) - SOLS ALLUVIAUX ARGILEUX, D'ORIGINE MARNO-BASALTIQUES

Ces alluvions très riches se trouvent au Sud-Ouest de la Montagne d'Ambre. Nous n'avons pas fait de distinction entre les différents types de sol; en fait, à une échelle plus grande, on pourrait distinguer les sols à hydromorphie temporaire de surface sur lesquels sont établis de très riches rizières et les sols non hydromorphes recouverts par la forêt sèche à tamariniers, sakoas, jujubiers (bourrelet de berge des rivières); à Ankivanja le profil sous forêt est le suivant **(NA 26)**.

0 à 50 cm : Brun-noir ; grumeleux ; cohésion et porosité très fortes ; enracinement très important.

50 à 400 : Brun-jaune ; structure polyédrique ; les autres caractéristiques sont les mêmes que l'horizon précédent.

En dessous, blocs basaltes peu altérés, la transition est très progressive entre les horizons.

Dans les sols à hydromorphie temporaire de surface, on trouve fréquemment des nodules calcaires à faible profondeur.

Caractéristiques physiques et chimiques

Les teneurs en argile atteignent 30 % avec 25 % de limon et 35 % de sable fin, les sables grossiers sont pratiquement nuls. La teneur en matière organique atteint 10 % ; les acides fulviques sont très abondants dans les horizons de surface. Cette matière organique a un rapport C/N plutôt fort, 17 ; la teneur en azote est très forte, elle atteint 3,5 ‰. Le complexe adsorbant a une très forte capacité d'échange (supérieure à 30 me pour 100 g) et le taux de saturation atteint, généralement, 85 %.

Tous les éléments échangeables sont abondants : 10-25 me de calcium, 13 me magnésium, 1,7 me potassium pour 100 g.

Les réserves en chaux, potasse, phosphore, sont très élevées.

Aptitudes culturales

Sols à texture lourde très favorables à l'établissement de rizières.

e) - SOLS ALLUVIAUX ARGILO-LIMONEUX D'ORIGINE BASALTIQUE

A Nosy Bé, les rivières ont accumulé parfois de belles alluvions, en particulier l'Andranobe et la rivière de Fascène.

Morphologie

La rivière de Fascène, au Nord-Est du terrain d'aviation, montre une belle coupe **(NB 1)** :

0 à 20 cm : Brun foncé ; argilo-limoneux ; grumeleux à cubique ; poreux.

20 à 40 : Brun-jaune ; légèrement humide ; argilo-limoneux, grumeleux à nuciforme.

40 à 90 : Brun-jaune, argilo-limoneux.

90 à 160 : Brun-jaune foncé ; limono-argileux ; tendance massive à petites taches noires.

Les galets sont à 2-2,50 m.

Le long de l'Andranobe, le sol brun est mêlé de concrétions calcaires, les blocs et galets apparaissent à 2 m de profondeur.

Caractéristiques physiques et chimiques

La granulométrie est argilo-limoneuse à sable fin. La matière organique est très abondante. L'azote est forte, le C/N bon. Le complexe absorbant est bien saturé, avec pH supérieur à 6. Le phosphore assimilable est assez bon. Les réserves sont élevées sauf en potasse (moins de 1 ‰ contre 3 ‰ pour chaux et phosphore).

Variations

Les projections volcaniques ont souvent provoqué un barrage s'opposant à l'écoulement dans certains talwegs ; elles sont à l'origine de certaines dépressions (création de cratères-lacs).

L'érosion très active sur les matériaux volcaniques a accentué le comblement des dépressions et permet le drainage des autres. Néanmoins, le drainage est assez mauvais, la nappe phréatique est haute ; ses variations, liées au climat, conduisent à une hydromorphie. Il s'agit le plus souvent d'une hydromorphie de profondeur, pouvant conduire à des sols à gley.

La granulométrie est argileuse à argilo-limoneuse. Le complexe adsorbant est riche en chaux et magnésie, la potasse étant toujours déficiente. Les réserves sont fortes, sauf en potasse.

Aptitudes culturales

Lorsque le drainage est normal, ces alluvions sont cultivées en canne à sucre, éventuellement ylang-ylang ou café. Les sols hydromorphes sont peu ou pas cultivés (dépression alluviale du Voririky) ; après drainage, ils pourraient convenir à la riziculture, des apports potassiques seraient utiles.

III - LES SOLS A MULL

Sols bruns eutrophes

a) - SOLS BRUNS ET BRUN-JAUNE SUR BASALTE ET CENDRES (Montagne d'Ambre)

Ces sols, rencontrés au Sud de la Montagne d'Ambre, sont peu profonds et très caillouteux.

Sur la route Diégo-Suarez/Ambilobé, sous savane à *Hyphaene shatan*, *Heteropogon contortus*, le profil est le suivant **(NBA 11)**

0 à 8 cm : Brun-noir ; limoneux ; structure grumeleuse ; densité apparente assez faible ; très forte porosité ; enracinement maximum.

8 à 60 : Brun jaune avec taches rouges et de petites concrétions ; structure grumeleuse devenant polyédrique en profondeur ; cohésion très forte.

A partir de 60 cm, on trouve des cailloux de basalte s'altérant en boules et des pseudo-concrétions.

A l'Ouest de Marovato, le profil reste le même, la végétation est constituée par une prairie très dense de *Themeda quadrivalvis*. Au Nord de Bobasakoa, le même type de sol se retrouve sous une savane à *Pachypodium*, *Poupartia caffra* (Sakoa), *Zizyphus jujuba*.

Caractéristiques physiques et chimiques

La granulométrie de ces sols varie suivant le matériau dont ils sont issus. On a 40 à 60 % d'argile dans l'horizon supérieur, 20 à 30 % de limon, 10 à 40 % de sable fin, le sable grossier est peu abondant. Le pH, légèrement acide en surface (6 à 6,9), s'élève en profondeur jusqu'à la neutralité.

La capacité du complexe adsorbant, comprise entre 15 et 20 me, pour 100 g, est bonne. Le rapport silice/alumine oscille entre 2 et 2,5; il indique une évolution déjà assez poussée. On note une très grande richesse en éléments échangeables : 10 me de chaux, 3 à 7 me magnésium, 0,2 à 0,9 me de potasse pour 100 g.

Les réserves sont fortes en phosphore, 2 à 4 ‰ de P_2O_5, bonnes en chaux et en potasse. Il est à noter, que pour le prélèvement **NBA 13,** le pH n'atteint que 6; la teneur en chaux échangeable est un peu inférieure à 3,5 me %.

La richesse de ces sols, formés sur des projections et épanchements récents, est essentiellement fonction de l'âge de la roche dont ils sont issus; de nombreux prélèvements seraient nécessaires pour définir leur richesse agronomique, on peut cependant dire qu'ils sont très fertiles.

Aptitudes culturales

De nombreuses rizières, en terrasses, ont été observées à Anketrakabe, l'eau est le facteur limitant pour leur extension. L'économie de l'eau devrait y être davantage recherchée et le système d'irrigation perfectionné. Les rendements en riz, dont la qualité est très appréciée par les indigènes (riz à grains courts), atteignent 2 à 3 tonnes/ha; deux récoltes par an sont possibles. La culture du maïs devrait donner de bons résultats. L'arachide sur ces terres argileuses mais à très bonne structure avec agrégats fins, donne des récoltes de 1000-1200 kg/ha. Ici, la mécanisation n'est pas possible du fait des blocs basaltiques qui émergent du sol.

b) - LES SOLS BRUNS À BRUN-JAUNE SUR TUF ET SCORIES

Le tuf, coulée boueuse formée de lapillis et cendres, éléments assez fins, consolidés ou cimentés, occupe une assez grande surface dans la partie occidentale de Nosy Bé.

Seule les basses pentes, où le ruissellement est moins rapide et les nappes fréquentes, ont subi un commencement d'évolution. Plus haut on a plutôt affaire à des sols lithiques ou même à des lithosols.

Le tuf a très souvent fossilisé un sol évolué, rouge. Nous prendrons un exemple au Sud-Est de Lambert sous Eucalyptus. C'est le **Profil NB 20 :**

0 à 5 cm :	Brun-gris; limoneux; grumeleux; bonne porosité.
5 à 40	Brun foncé; argilo-limoneux; grumeleux; bonne porosité.
40 à 80	Brun tacheté de rouge; montrant les stratifications.
80 à 180	Couche de tuf très peu altéré, gris-beige.

A Antsatrakola, dans un champ de cannes, on observe le **profil NB 11 :**

0 à 30 cm :	Brun-noir; limono-argileux; grumeleux à particulaire.
30 à 50	Brun-jaune; sablo-limoneux; particulaire.
50 à 80	Brun-jaune, particulaire.
80 à 120	Plus sableux à graviers.
120 à 150	Brun-jaune; "soufflé", très sableux.

Caractéristiques physiques et chimiques

La granulométrie est limono-argileuse, avec un peu plus d'argile dans les horizons supérieurs, 30 à 40 %.

On a plus ou moins de sable grossier suivant l'origine des coulées. La capacité de rétention pour l'eau est assez forte.

L'horizon humifère est moyennement pourvu en matière organique, mais le sol sous culture montre une nette migration en profondeur (2 % à 80 cm de profondeur).

L'azote est généralement abondant. Le C/N est un peu faible. Le complexe absorbant possède une très forte capacité d'échange et est bien saturé. La chaux et la magnésie sont abondantes (10 et 25 me pour 100 g). La potasse est moyenne. Le phosphore assimilable est fort. Le pH est généralement supérieur à 7, l'imperméabilité du matériau empêchant le lessivage et l'acidification.

Les réserves sont fortes, surtout en chaux et phosphore. La potasse y est également abondante (1,7 ‰ K_2O). Les rapports SiO_2/Al_2O_3 obtenus sur ce type de sol sont toujours supérieurs à 2 (2,2 à 2,5).

Aptitudes culturales

Ces sols sont cultivés en canne à sucre.

c) - LES SOLS BRUNS SUR ROUGE SUR CENDRES RÉCENTES ET LAPILLIS

Ces sols, d'extension réduite, se rencontrent principalement dans la zone occidentale de Nosy Bé, vers Kalampobe et Antsoa. L'altérabilité plus grande de la roche et une relative perméabilité ont permis une évolution assez rapide.

Nous décrirons un profil relevé près d'Antsoa, près d'une zone d'extension de la canne à sucre. C'est le **profil NB 22 :**

0 à 30 cm :	Brun-jaune ; argilo-limoneux ; grumeleux.
30 à 150	Brun-jaune; argilo-limoneux; structure grossièrement cubique; dur.
150 à 250	Rouge ; tacheté ; argileux ; même structure.
250 à 350	Brun tacheté de gris et noir ; altération des cendres.

Au Sud de Kalampo, sur la route de Beomby, le sol passe plus rapidement au brun-rouge.

Caractéristiques physiques et chimiques

La granulométrie est argilo-limoneuse, sans sables grossiers. La capacité de rétention pour l'eau est moyenne.

La matière organique, peu abondante, est bien répartie. L'azote est déficient mais le C/N bas.

Le complexe absorbant, de forte capacité, 35 me pour 100 g, est bien saturé. Le phosphore assimilable est bon. Le pH est supérieur à 7 en surface. Les réserves sont bonnes en tous éléments. Le rapport silice/alumine est légèrement supérieur à 2.

Aptitudes culturales

Ces sols sont cultivés en canne à sucre.

IV - LES SOLS A SESQUIOXYDES

1 - Les sols Ferrugineux tropicaux Les sols non lessivés

a) - LES SOLS BRUN-ROUGES ET BRUN-JAUNES SUR BASALTE

Ces sols couvrent une assez vaste zone au Sud-Ouest de la Montagne d'Ambre, on les retrouve dans l'île de Nosy Mitsio.

Le profil suivant **(NB A6)** a été observé à 200 mètres au Nord d'Andrafiabe, sous savane à *Hyphaene shatan*, *Medemia nobilis*, *Heteropogon contortum* et *Aristida*.

Morphologie

0 à 20 cm	: Brun rouge; argilo-limoneux; structure grumeleuse, cohésion forte; bonne perméabilité.
20 à 160	: Brun rouge devenant plus jaune en profondeur, argilo-limoneux, structure nuciforme à polyédrique (agrégats de petite taille ; bonne porosité, cohésion forte).
160 à 200	: Jaune ; limono-sableux ; structure à tendance particulaire ; en dessous de 2 mètres, on trouve des blocs de basalte, altérés en boules.

Près d'Ankivanja, on a le profil suivant :

0 à 10 cm	: Brun jaune, grumeleux à nuciforme; densité apparente faible; enracinement important; cohésion moyenne.
10 à 30	: Jaune avec des taches noires et des petites concrétions (le nombre augmente avec la profondeur).

Structure à tendance polyédrique devenant particulaire en profondeur.

A partir de 30 cm on passe à un horizon rouge.

Ces sols sont souvent très érodés, il en résulte de grandes variations dans le profil. Notons la présence fréquente de concrétions qui ne semblent pas liées à un processus d'hydromorphie.

A Nosy Mitsio on a, le plus souvent, des sols squelettiques à semi-squelettiques.

Caractéristiques physiques et chimiques

Du point de vue granulométrie, l'argile est la fraction la plus abondante avec près de 45 % en surface, le limon atteint 20 à 30 %. En profondeur le sable fin augmente ainsi que le sable grossier (20 %).

La matière organique est voisine de 3 % avec 1,5 ‰ d'azote. Cette teneur décroît rapidement avec la profondeur.

La capacité d'échange du complexe est voisine de 15 me pour 100 g. Le pH, voisin de 5-5,5, s'élève au voisinage de la roche-mère ou il atteint la neutralité.

Les teneurs en chaux échangeable varient de 1,5 me à 2,8 me %, suivant les prélèvements; la potasse atteint rarement 0,5 me en surface et décroît vite avec la profondeur.

Ces sols sont pauvres en phosphore assimilable.

Quant aux réserves, elles sont faibles en potasse et en chaux : 1 à 1,5‰ CaO, fortes en phosphore : 2-3 ‰ P_2O_5.

Aptitudes culturales

Ces sols sont plutôt pauvres du point de vue chimique. Ils ont de bonnes qualités physiques, malheureusement ils sont très sujets à l'érosion. Le pâturage paraît encore le meilleur emploi, en apportant des améliorations sensibles à celui qui s'y pratique actuellement. Dans les zones planes on pourrait développer la culture de l'arachide. L'ylang-ylang aurait trop à souffrir de la sécheresse dans cette zone à saison sèche trop marquée.

Il faut noter que, dans des dépressions très limitées, on passe aux sols dits de "tany manga" (sols à hydromorphie temporaire de surface) (Nosy Mitsio) très favorables à l'installation de rizières.

b) - SOLS À CONCRÉTIONS

Ces sols occupent des surfaces relativement restreintes au Sud des grès de l'Isalo, ils se sont formés sur des épandages très remaniés des produits d'altération des grès de l'Isalo. Ces épandages recouvrent des pélites (schistes à poissons); la différence de perméabilité cause, à travers le profil, une hydromorphie temporaire qui a permis l'individualisation, parfois jusqu'en surface, de petites concrétions noires et rouges.

Morphologie

A 1 km à l'Ouest d'Ambakirano, sous prairie d'*Aristida*, couvrant mal le sol **(NA 24)** :

0 à 10 cm : Jaune à brun jaune; argilo-sableux; structure massive à particulaire; porosité tubulaire moyenne; enracinement moyen.

10 à 200 : Jaune à taches rouges (taches devenant de plus en plus nombreuses en profondeur et se transformant en concrétions); structure massive à particulaire; porosité faible.

En dessous horizon jaune, argileux, avec des morceaux de schistes altérés donnant des pseudo-concrétions.

Caractéristiques physiques et chimiques

L'horizon de surface, quand il a été conservé, est moins argileux que les horizons sous jacents (25 % d'argile). Dans l'horizon d'altération des schistes l'argile atteint 40-45 % avec 30 % de sable fin, pas de sables grossiers alors que leur taux se situe aux environs de 20 % en surface.

La matière organique n'atteint pas 1 %, avec moins de 0,5 ‰ d'azote. Les éléments échangeables sont tous déficients. Le complexe adsorbant, caractérisé par une faible capacité d'échange (10 me pour 100 g), a un taux de saturation inférieur à 17 %.

Dans l'horizon profond la capacité d'échange remonte à 17 me.

Le rapport silice/alumine est légèrement supérieur à 2.

Les réserves sont très faibles, la potasse étant l'élément le moins déficient, son taux ne dépasse pas cependant 1,2 ‰ de K_2O.

Aptitudes culturales

Ces sols très pauvres, sont couverts de pâturages de qualité médiocre. Nous ne pouvons que répéter ici ce que nous avons indiqué au sujet des sols jaunes faiblement ferrallitiques de pédiplaine.

2 - Les sols Ferrallitiques

G. Les Sols faiblement ferrallitiques
s/G Les sols modaux.

a) - SOLS ROUGES SUR MIGMATITES

Ces sols couvrent le coin Sud-Est de la zone cartographiée, le relief est plus accentué. La forêt sèche subsiste en de nombreux endroits; partout où elle a été détruite l'érosion, en ravins, nappes et "lavakas", a tronqué le profil.

Morphologie

A 6 km à l'Est d'Anaborano, sous forêt sèche à forte pente, on note le profil suivant **(NA 12)** :

0 à 30 cm : Rouge-brun; sablo-limoneux; structure grumeleuse à nuciforme; cohésion faible à moyenne; enracinement important.

30 à 50 : Rouge; argileux à argilo-sableux; structure nuciforme à polyédrique; cohésion moyenne; enracinement moyen.

250 à 300 : Ocre; sableux; structure à tendance particulaire.

Caractéristiques physiques et chimiques

Les teneurs en argile sont plutôt faibles en surface (18 %), le sable fin y atteint 30 à 35 %; il y a sans doute là un lessivage des éléments argileux.

Taux faible en matière organique (1 %); mais celle-ci, à C/N voisin de 10, est bien humifiée. Les acides fulviques sont importants.

Pour les autres caractères: capacité d'échange du complexe, taux de saturation, teneurs en éléments échangeables et totaux, ces sols sont à rapprocher des sols jaunes sur gneiss.

Le rapport silice/alumine est compris entre 1,6 et 2.

Aptitudes culturales

La forêt qui recouvre les sols, est à préserver contre les déboisements ultérieurs.

b) - LES SOLS ROUGES SUR GRÈS

Ces sols occupent une grande surface formant sur la carte une diagonale Sud-Ouest/Nord-Est. Ils se forment aux dépens des grès de l'Isalo; les sols profonds ne subsistent que sous forêt. Dans les zones déforestées, d'ailleurs réduites (versant Ouest), l'érosion est intense et l'on passe à des sols squelettiques. Sous forêt, on observe quelques glissements.

Morphologie

Sur la piste Ambilobé-Ambakirano à 3 km à l'Est d'Ambilobé, sous forêt sèche à pente forte, le profil est le suivant **(NA 22)** :

0 à 18 cm : Gris; humifère; argilo-sableux; structure grumeleuse à nuciforme; cohésion faible, très poreux et racines abondantes, matière organique bien décomposée. Le passage avec l'horizon suivant est assez progressif.

18 à 150 cm : Rouge ; argilo-sableux ; structure polyédrique à prismatique ; cohésion faible à moyenne ; porosité moyenne, seules les grosses racines pénètrent cet horizon ; à partir de 1,50 m apparaissent des morceaux de grès altérés.

Caractéristiques physiques et chimiques

Ces sols ont une teneur importante en argile. L'horizon supérieur est moins argileux mais on n'observe pas d'horizon d'accumulation (lessivage oblique). La teneur en sable peut varier dans d'assez larges proportions, avec toujours 20 à 30 % de sable grossier.

Le pH, inférieur à 5, est nettement acide dans tout le profil ; notons parfois une légère remontée en surface. Les teneurs en matière organique dans l'horizon supérieur n'excèdent pas 2 %. C'est une matière organique bien humifiée, à C/N voisin de 10. Les teneurs en azote sont moyennes. La capacité d'échange du complexe adsorbant est faible et le pourcentage de saturation n'atteint pas 15 %.

Parmi les éléments échangeables, seul le potassium n'est pas déficient. Le phosphore assimilable et total est faible. Les réserves minérales sont faibles, sauf en potasse.

Le rapport silice/alumine est légèrement inférieur à 2.

Variations

Nous avons déjà indiqué les variations observées dans le profil dans le chapitre relatif aux processus pédogénétiques. Les sols jaunes, que l'on observe dans les zones les moins bien drainées, sont très localisés. Leur rapport silice/alumine peut être légèrement supérieur à 2. Les caractéristiques analytiques sont très voisines de celles des sols rouges, le taux de saturation est un peu plus élevé dans l'horizon supérieur et le pH y atteint 5,8.

Sols rouges sur grès micacés

Ces sols se rencontrent au Sud des grès de l'Isalo, généralement en association avec des sols squelettiques sur schistes. Près de Morafeno sous forêt sèche très dégradée de *Gluta tourtour*, le profil est le suivant **(NA 20) :**

0 à 8 cm : Brun, organique ; argilo-sableux ; structure grumeleuse à faible cohésion.

8 à 150 : Rouge ; argilo-limoneux ; structure polyédrique à prismatique ; cohésion moyenne à forte ; jusqu'à 60 cm l'enracinement est important.

En dessous, horizon identique avec quelques minéraux en voie d'altération, notamment de la muscovite.

Le pH est encore acide dans tout le profil (5 à 5,5), la teneur en matière organique peut atteindre 4 %.

Le calcium échangeable n'atteint que 2 me pour 100 g ; la potasse est encore le seul élement non déficient.

La forêt a souvent été détruite, on passe alors à des sols tronqués sans horizon humifère où sévit l'érosion en nappe et surtout en ravins.

Aptitudes culturales

Ces sols sont actuellement plus ou moins recouverts de forêts. Celles-ci doivent être protégées et l'on doit éviter toute destruction ultérieure.

c) - LES SOLS ROUGE À ORANGÉ SUR GRÈS ET SCHISTES LIASIQUES

Ces sols sont présents dans le Nord de l'île de Nosy Bé, dans la presqu'île d'Ampasindava, le delta du Sambirano. Ils sont couverts d'une forêt secondaire généralement très dégradée; ils sont, le plus souvent, très érodés mais parfois encore cultivés en riz sec (Nosy Bé).

Nous en prendrons un exemple à un kilomètre au Sud de Mahalony, sur une colline à pente moyenne couverte de forêt sèche. C'est le **profil NA 30 :**

0 à 17 cm : Brun, finement sablo-argileux, structure grumeleuse à consistance plutôt faible, très poreux, bon enracinement.

17 à 300 : Rouge beige, argileux, structure polyédrique très poreux, on note déjà des morceaux de grès et de schistes altérés plus ou moins ferruginisés.

A partir de 3 m zone d'altération de grès schisteux blanc-grisâtre bariolée de rouge se prolongeant au-delà de 5 m.

Caractéristiques physiques et chimiques

La granulométrie est argileuse, seul l'horizon de surface lessivé peut contenir 50 % de sable fin.

La matière organique est peu abondante et moyennement humifiée. L'azote atteint 1 à 2 ‰ en surface, sa diminution est très progressive en profondeur; le C/N, compris entre 9 et 12, indique une bonne minéralisation.

Le complexe adsorbant a une capacité d'échange moyenne : 15 à 30 me pour 100 g, le taux de saturation est très faible, le pH est acide dans tout le profil (5).

Les éléments échangeables sont à un niveau faible. Les réserves sont moyennes en chaux; bonnes en potasse, la roche contient 5 pour mille de cet élément mais l'horizon de surface est parfois carencé; très variables en phosphore 0,8 à 2,5 ‰ P_2O_5.

Le rapport silice/alumine est inférieur à 2 dans les horizons de surface. Pour les sols érodés, ce rapport atteint et dépasse même légèrement 2 (cf. chapitre évolution pédogénétique des sols).

Aptitudes culturales

La forêt sèche qui recouvre ces sols, est à conserver et à préserver contre des dégradations ultérieures.

d) - SOLS JAUNE À ROUGE SUR GRANITE ET SYENITE

On rencontre ces sols dans la zone des sols ferrallitiques, sur le versant Nord-Est du Lokobe, sous végétation de forêt secondaire, dans la presqu'île d'Ankify, la presqu'île d'Ambato, à Ampasindava.

A un kilomètre à l'Ouest d'Ampasipohy, vers 200 mètres d'altitude, sous pente modérée, on observe le profil suivant **(NB 49):**

0 à 75 cm : Jaune orangé; argilo-sableux; structure particulaire, poreux.

75 à 130 : Jaune clair; argilo-sableux; particulaire.

130 à 150 : Zone d'altération blanchâtre, argilo-sableuse.

Le granite dur affleure dans les talwegs.

A Nosy Komba, sur la partie Nord de l'île vers Anketsabe, sous une culture de manioc, on peut observer le **profil NB 39 :**

0 à 10 cm	: Brun clair; argilo-limoneux; grumeleux, à cubique, poreux.
10 à 30	: Brun-jaune; cubique.
30 à 100	: Jaune-orangé; argilo-limoneux.
100 à 140	: Jaune-orangé; limono-argileux, friable.
+ 140	: Jaune; roche altérée, friable.

Caractéristiques physiques et chimiques

Sols argilo-sableux sur granit. La matière organique est très peu abondante (1 ‰). L'azote est à un niveau moyen ou faible. Le complexe absorbant est très pauvre, surtout en chaux, 0,1 à 0,6 me %. La potasse est moyenne. Le pH est très acide (4 à 5).

Les réserves sont très faibles, sauf parfois en potasse. Le rapport SiO_2/Al_2O_3 est généralement compris entre 1,8 et 2. Pour les sols de Nosy Komba et du Lokobe, ce rapport est parfois légèrement supérieur à 2. Ces sols, sur pentes généralement fortes, sont probablement rajeunis par l'érosion. La roche est rarement à une profondeur supérieure à 2 m. Nous pensons que l'évolution est ferrallitique, nous avons classé tous ces sols, à caractères morphologiques et analytiques très voisins, dans le groupe des sols faiblement ferrallitiques (cf. chapitre : Evolution pédogénétique).

Aptitudes culturales

Forêt à conserver.

e) - SOLS JAUNES ET OCRE SUR GNEISS

Ces sols occupent une ancienne surface d'érosion imparfaitement pénéplainée. Quelques affleurements de gneiss amphiboliques donnent des sols rouges; ceux-ci, très localisés, n'ont pas été cartographiés.

Ces sols de collines sont très ravinés. L'érosion en nappe, lavaka, y sévit; le plus souvent on a des sols tronqués sans horizon humifère, sous une végétation très clairsemée d'*Aristida* et de *Ravenala*.

Morphologie

A quatre kilomètres au Nord d'Amborondolo, on note le profil suivant **(NBA 1) :**

0 à 200 cm	: Ocre (on ne distingue pas à la partie supérieure d'horizon humifère); argilo-limoneux; structure nuciforme; porosité bonne; cohésion plutôt faible, les racines pénètrent bien dans cet horizon.
200 à 300	: Jaune à rouge; limoneux; structure nuciforme à polyédrique; cohésion moyenne.

En dessous horizon blanc grisâtre d'altération se prolongeant au-delà de 5 m.

A Tsarafotsy, sur pénéplaine, se développe un sol jaune avec de nombreuses concrétions ferrugineuses en surface.

Caractéristiques physiques et chimiques

L'analyse granulométrique a donné une forte proportion d'argile dans l'horizon de surface (40 %) avec 15 à 20 % de limon. Il arrive, très fréquemment que l'horizon de surface soit le plus argileux, peut-être s'agit-il d'un ancien horizon d'accumulation; ces sols sont trop remaniés pour pouvoir conclure.

Le pH, compris entre 5 et 6, est acide dans tout le profil, on note une légère remontée dans le matériau originel.

Le complexe adsorbant a une faible capacité d'échange et le taux de saturation ne dépasse jamais 16 %. Les teneurs en éléments échangeables sont faibles; le phosphore assimilable est également déficient.

La matière organique est comprise en surface entre 0,3 et 2 %; le rapport C/N, anormalement faible, semble indiquer la présence d'azote minéral : les processus de minéralisation de la matière organique l'emportant sur les processus de synthèse. Les réserves sont très faibles.

Le rapport silice/alumine compris entre 1,8 et 2 est l'indice d'une évolution faiblement latéritique. On ne rencontre d'ailleurs pas de minéraux en voie d'altération à une profondeur inférieure à 3 ou 4 mètres.

Aptitudes culturales

Ces sols constituent une zone de pâturages extensifs difficile à reboiser. Leur valeur pastorale est médiocre; il faut éviter des feux trop répétés.

f) - SOLS JAUNES DE PÉDIPLAINE

Ces sols se forment à partir d'un matériau originel issu des grès de l'Isalo; aussi il n'y aura pas lieu de s'étonner de leur pauvreté minérale. Ils couvrent une vaste zone, à pente faible, entre le grand talus et la mer.

Morphologie

Si cette formation se trouve à l'abri de l'érosion, on a le profil caractéristique suivant, que l'on observe à 5 km au Nord-Ouest d'Ambilobé **(NA 32)**, sous savane à *Heteropogon contortus*, à *Aristida rufescens*, et quelques rares *Medemia nobilis*.

0 à 25 cm : Brun grisâtre assez humifère; très sableux; structure fondue à particulaire; porosité ordinaire, cohésion moyenne.

25 à 110 : Jaune clair; très tassé; formé de sables grossiers cimentés par une assez forte proportion d'argile dispersée; des concrétions ferrugineuses de couleur rouille à noire apparaissent et deviennent de plus en plus nombreuses vers le bas.

Cet horizon jaune passe progressivement vers le bas à un horizon jaune orangé à concrétions puis à un horizon rouge.

Variations

A l'Ouest d'Ambilobé, quelques dépressions sont dépourvues d'exutoire, l'eau y séjourne en saison des pluies : on passe alors à des sols gris hydromorphes de bas-fonds.

Le plus souvent la partie supérieure du profil, décapée par l'érosion, est de teinte jaune, l'horizon humifère ayant pratiquement disparu.

A Antsoa, sous steppe à *Aristida*, on a le profil **(NA 9)** :

0 à 5 cm : Jaune gris ; argilo-sableux ; structure massive à particulaire ; cohésion moyenne ; enracinement moyen ; la surface du sol est très compactée.

5 à 10 : Jaune ; structure massive secondairement nuciforme ; cohésion moyenne ; porosité et enracinement faibles.

A partir de 1 m, des taches et concrétions rouges s'individualisent dans le profil ; dès 1,80 m on passe à un horizon jaune rouge. Ces sols, du point de vue chimique, sont très voisins des sols à profil complet. L'horizon de surface est évidemment plus pauvre en matière organique : la teneur allant de 0,5 à 1 %, le C/N est voisin de 10. L'argile peut atteindre 30 % dans l'horizon de surface avec 50 % de sable.

Pour la cartographie, nous n'avons pas tenu compte des variations observées dans le profil. Tous les intermédiaires entre les 2 types décrits existent, et ils ne constituent pas des types différents pour la classification génétique adoptée à l'échelle du 1/200.000.

Caractéristiques physiques et chimiques

En surface, la teneur en argile varie entre 15 et 10 % avec 60 % de sable ; en profondeur, l'argile augmente surtout aux dépens du limon.

Dans l'horizon humifère on a 3 à 5 % de matière organique et 1 ‰ d'azote total. Le rapport C/N, assez élevé (voisin de 15), indique une activité biologique assez faible. La chaux, la potasse échangeable sont très peu abondantes. Le pH est inférieur à 6 dans tout le profil ; le complexe adsorbant, caractérisé par une faible capacité d'échange (5 à 15 me pour 100 g), est très mal saturé. Le phosphore assimilable et total est très déficient.

Les réserves sont très faibles en chaux, potasse et phosphore.

Le rapport silice/alumine est légèrement inférieur à 2. Ces sols occupent une surface que l'on peut qualifier de plane ; le drainage superficiel peut s'effectuer normalement, par contre l'hydromorphie en profondeur (actuelle et passée) ne fait pas de doute.

Aptitudes culturales

Ces sols servent de parcours aux bœufs, les pâturages sont de qualité médiocre. D'après J. CARRE (11), l'amélioration de ceux-ci serait possible par l'introduction de *Stylosanthes gracilis*. Nous ne saurions mieux faire que de conseiller une grande prudence, vu le niveau de fertilité très bas des sols : une mise en place de nouveaux essais s'impose.

Pour les sols érodés on peut préconiser la plantation d'Eucalyptus ; quant aux autres, à condition d'apporter une forte fumure organique et minérale, on pourrait peut-être y essayer la culture de l'ylang-ylang. Avec apport de fumure, on devrait augmenter les rendements des rares zones cultivées en manioc.

s/G Les sols ferrisoliques sur ankaratrites

a) - SOLS BRUNS CAILLOUTEUX SUR ANKARATRITES

On rencontre ces sols dans la partie orientale et septentrionale de Nosy Bé.

Morphologie

Sur la route d'Ambatozavavy, dans une plantation de caféiers, vanilliers et poivriers, des blocs de roche sonore parsèment la surface du sol ainsi que tout le profil.

Le **profil NB 6** présente :

0 à 5 cm	: Brun foncé ; argileux ; structure grumeleuse, poreux.
5 à 50	: Brun-jaune ; argileux ; structure grumeleuse à particulaire.
50 à 120	: Brun-jaune à taches noires ; argileux.
+ 120	: Roche très peu altérée.

Vers Mazavalalana, le profil est moins profond, brun foncé et grumeleux sur 50 cm, au-dessus de la roche, tachetée de rouge.

Enfin, entre Maharandry et Kalampobe, le sol, toujours mêlé de roches, est brun-rouge et plus finement grumeleux.

Caractéristiques physiques et chimiques

Mis à part les gros blocs, le reste du sol est assez nettement argileux à argilo-limoneux, avec une apparente migration d'argile. La capacité de rétention pour l'eau atteint 40 %.

La matière organique est assez abondante et bien répartie. L'azote est abondant et le rapport C/N plutôt faible. Le complexe absorbant est doué d'une assez forte capacité, riche en chaux et magnésie échangeable, mais plutôt pauvre en potasse, cette déficience étant par ailleurs accentuée par une supériorité de la soude échangeable. La saturation est assez forte et le pH voisin de 6.

Les réserves sont bonnes en phosphore, moyennes en chaux et faibles en potasse.

L'analyse triacide donne un rapport SiO_2/Al_2O_3 légèrement inférieur à 2 (1,85 à 50 cm).

Aptitudes culturales

Ces sols caillouteux assez profonds, moyennement riches, conviennent à la culture du café. Les sols du Nord sont plus vieux et plus évolués, et aussi moins cultivés.

b) LES SOLS ROUGES LITHOCHROMES SUR SCORIES ROUGES

Ces sols sont fréquents sur les scories anciennes, épaisses, que l'on rencontre à Tanikely, Nosy Faly.

Nous prendrons un exemple de ce sol sur les pentes du volcan Bemoko, sous végétation d'*Hyparrhenia rufa*. C'est le **profil NB 21 :**

0 à 20 cm : Brun-rouge ; argilo-limoneux ; structure grumeleuse à cubique.

20 à 60 : Brun, tacheté de rouge ; argilo-limoneux.

60 à 130 : Brun à taches noires sur les débris de roche qui apparaissent de plus en plus.

130 à 170 : Plus rouge en profondeur avec de très nombreux débris.

A Tanikely, le profil est moins épais (50 cm) mais également brun-rouge sans zone d'altération.

Caractéristiques physiques et chimiques

La granulométrie est plus grossière que sur les laves basaltiques avec argile, limon et sable fin en quantités voisines. L'horizon supérieur est moyennement pourvu en matière organique. L'azote y est assez abondant.

Le complexe absorbant, de forte capacité (30 me pour 100 g), est bien saturé en chaux et magnésie, mais pauvre en potasse.

Le phosphore assimilable est élevé. Le pH est voisin de 6.

Les réserves sont bonnes en chaux (2 à 4 ‰ CaO) et phosphore (3 à 5 ‰ P_2O_5), faibles en potasse sauf à Tanikely (2 ‰).

Le rapport silice/alumine est de 1,75 vers 1,50 m de profondeur.

Aptitudes culturales

Sols convenant à la culture du caféier, de l'ylang-ylang, du poivrier.

G. Sols ferrallitiques typiques

a) - SOLS ROUGES ET JAUNES SUR LIAS SCHISTEUX

Ces sols se rencontrent à Nosy Bé. La végétation est généralement dégradée, à base d'Avocat marron et *Aristida*.

Le relief est en collines basses. On observe une forte érosion en nappe, la couche humifère faisant pratiquement défaut.

Nous prendrons un exemple de ce type de sol sur la route d'Ambatozavavy à Ambanoro, un kilomètre après Bemanondro. C'est le **profil NB 5 :**

0 à 100 cm : Brun-rouge; sec ; limono-argileux ; structure grumeleuse à cubique.

100 à 200 : Brun-rouge ; sec ; mêmes texture et structure.

200 à 250 : Brun clair.

+ 250 : Roche schisteuse altérée à facettes grises et rouille.

La structure schisteuse est moins bien conservée dans le profil au fur et à mesure que l'on s'éloigne du Lokobe, les schistes étant moins métamorphisés.

Par contre, le redressement des couches a probablement permis une plus grande altérabilité, grâce à la plus facile pénétration de l'eau.

Des sols jaunes s'observent le plus souvent sous forêt. Ils sont fortement érodés, et passent parfois à des sols squelettiques.

On en voit dans le massif du Lokobe et à Nosy Komba.

Nous en prendrons un exemple dans le massif du Lokobe, à 200 m d'altitude, sur le chemin menant au sommet. C'est le **profil NB 4 :**

0 à 20 cm	: Brun foncé légèrement humifère ; sablo-limoneux ; structure grumeleuse à nuciforme.
20 à 60	: Brun tacheté de jaune et rouge; limono-argileux; tendance plastique.
60 à 130	: Jaune-rouge ; argileux.
130 à 210	: Roche altérée bariolée ; sablo-argileux.

On ne peut atteindre la roche-mère.

Caractéristiques physiques et chimiques

La granulométrie est argilo-limoneuse, avec un peu de sable fin (60% d'argile). La capacité de rétention pour l'eau n'est pas très élevée.

Ces sols sont pauvres en matière organique, et l'azote est particulièrement faible (0, 4 ‰).

Le complexe absorbant a une capacité plutôt faible, et il est déficient en toutes bases échangeables. Le pH est acide (5, 3 à 5, 6).

Le pH des sols jaunes est plus bas, leur déficience en potasse est moins forte.

Les réserves reflètent les caractères ci-dessus, à l'exception du phosphore, abondant, mais peu assimilable.

Le rapport SiO_2/Al_2O_3, obtenu par l'analyse au réactif triacide, est nettement l'indice d'un sol ferrallitique (1, 3).

b) - SOLS JAUNE SUR ROUGE SUR RHYOLITE

Ces sols s'observent à Ampasindava, ils occupent la majeure partie de l'île de Nosy Sakatia, sous des phases d'érosion diverses, le plus souvent maximale, la roche altérée blanchâtre étant visible un peu partout, ce qui donne de loin un aspect très particulier à cette île.

En quelques endroits, des îlots de forêts reliques ont subsisté, formant des sortes de buttes témoins. Sinon on ne rencontre qu'une maigre steppe à *Aristida* ou pas de végétation du tout.

Nous prendrons un exemple de ce type de sol avec le **profil NB 23,** relevé à Nosy Sakatia, sous *Aristida*, au bord d'un ravin. On observe :

0 à 20 cm	: Jaune ; argilo-sableux ; structure grumeleuse ; poreux.
20 à 40	: Lit de concrétions ferrugineuses dures.
40 à 90	: Jaune-rouge ; argileux ; cimenté.
90 à 300	: Bariolé blanc et rouge ; argileux.
300 à 500	: Zone d'altération blanchâtre.

Dans une zone de savane à arbustes, l'horizon supérieur (0 à 20) est presque brun et légèrement humifère.

L'érosion provoque de nombreux colluvionnements dans les ravins.

Caractéristiques physiques et chimiques

La granulométrie est plus argileuse en remontant dans le profil, mais l'horizon supérieur est partiellement lessivé. Vers un mètre on trouve 60 % d'argile et 20 % de limon.

L'horizon supérieur est moyennement pourvu en matière organique (3 %). L'azote y est en quantité moyenne. Le C/N est plutôt bas.

Le complexe absorbant est peu saturé. La chaux et la potasse sont déficientes. Par contre on trouve en profondeur (200 cm) un assez fort pourcentage de sodium échangeable : 1 à 4 me %).

Le pH est acide dans la zone d'altération et remonte dans les horizons intermédiaires au-dessus de 6.

Les réserves sont très faibles. L'échantillon prélevé à Ampasindava est riche en potasse.

Le rapport SiO_2/Al_2O_3 est bas (1, 3) et déjà inférieur à 2 dans la zone d'altération.

c) - SOLS BRUN-JAUNE ET BRUN-ROUGE SUR BASALTE

Les sols ferrallitiques sur basalte sont répandus dans la partie Est de Nosy Bé. On ne reconnaît généralement pas la texture de la roche-mère, l'altération étant trop profonde.

Sur la route du centre, on peut observer le profil suivant **(NB 56)** sous couverture d'anacardiers.

0 à 15 cm	: Brun à brun foncé ; argileux ; structure polyédrique à grumeleuse ; agrégats de 0, 1 à 0, 3 cm ; cohésion forte ; bonne porosité.
15 à 40	: Brun ; argileux ; structure polyédrique plus grossière ; agrégats 2 à 3 cm ; cohésion moyenne ; bonne porosité.
40 à 120	: Brun ; argileux ; structure polyédrique à tendance prismatique.

Caractéristiques physiques et chimiques

La granulométrie présente des teneurs en argile de 50 à 60 %, avec 20 à 30 % de limon.

L'horizon supérieur est assez riche en matière organique. L'azote est assez abondant dans les zones peu érodées (1, 5 à 2, 5 ‰). Le rapport C/N est plutôt faible.

Le complexe adsorbant est doué d'une forte capacité d'échange (20 à 30 me pour 100 g) ; il est moyennement pourvu en chaux dans l'horizon de surface, en profondeur la teneur diminue. La teneur en magnésium échangeable est très forte. La potasse manque. Le pH est acide (5, 4).

Les réserves sont faibles ou moyennes en chaux, faibles en potasse, bonnes en phosphore.

Le rapport silice/alumine est compris entre 1, 1 et 1, 9.

Variations

On assiste parfois, comme vers Amporaha, à une érosion assez forte, le sol intact ne subsistant que sur quelques buttes témoins.

Dans le centre, sur la route d'Ambodimanga à Tanambao, on observe le profil suivant **(NB 44)** :

0 à 150 cm : Brun ; limono-argileux ; grumeleux à nuciforme.

150 à 300 : Brun-jaune ; limono-argileux ; tendance massive.

+ 300 : Brun-jaune ; limoneux ; à concrétions surmontant des laves altérées en boules, visibles dans les talwegs.

Dans ces zones, les sols à phase plus ou moins érodée ont un rapport silice/alumine voisin de 2, parfois légèrement supérieur.

Aptitudes culturales

Ces sols sont très favorables à la culture. En effet, ils supportent l'essentiel des plantations de caféiers et d'ylang-ylang de Nosy Bé et sont très sensibles à l'érosion en nappe : la plantation arborée sera préférable à la culture annuelle.

d) - SOLS JAUNES SUR ÉPANDAGES SABLEUX RÉCENTS

Dans le chapitre relatif aux roches-mères, nous avons déjà fait mention de ces épandages.

Aux environs d'Antanambao, sur des collines, à pente modérée, on note sous forêt sèche le profil suivant **(NA 13)** :

0 à 40 cm : Gris ; sableux ; structure particulaire ; porosité forte ; enracinement élevé.

40 à 200 : Jaune ; sableux ; présence dans la partie supérieure d'un lit de cailloux roulés, ceux-ci ayant 2 à 3 cm de diamètre.

A partir de 2 mètres, horizon jaune avec des taches rouges plus ou moins durcies.

Les variantes sont dues à l'érosion qui tronque le profil : l'horizon humifère disparaît, les taches et concrétions se rapprochent de la surface. A Andilamboay, sous forêt d'anacardiers, on observe le lessivage du fer, on passe à des sables blancs (non représentés sur la carte).

Caractéristiques physiques et chimiques

Du point de vue granulométrique, la fraction sable grossier totalise 50 à 60 %.

Le complexe adsorbant a une capacité d'échange et un taux de saturation très faibles ; le pH est inférieur à 6.

La teneur en bases échangeables est très faible : la chaux n'atteint pas 2 me %, la magnésie 0, 15 me, la potasse 0, 10 me. Sous forêt, la teneur en matière organique atteint 3 à 4 %. Le C/N est assez élevé (20). Le rapport silice/alumine est inférieur à 1, 5.

Aptitudes culturales

Sols très pauvres. Partout où la forêt subsiste, la préserver contre des dégradations ultérieures. Ailleurs, on pourrait essayer des boisements d'anacardiers, cet arbre étant très peu exigeant du point de vue chimique.

G. Sols ferrallitiques cuirassés

a) - LES SOLS SUR GRÈS ET SCHISTES INTERCALÉS

Ces sols couvrent le Sud de la presqu'île d'Ambato. Le plus souvent le sol est très érodé, et l'on passe à un sol semi-squelettique. On peut observer, en de nombreux endroits, une cuirasse alvéolaire d'environ 50 cm. Celle-ci nous est apparue discontinue, très disloquée ; elle devait correspondre à une ancienne surface plus ou moins pénéplainée, surbaissée. La reprise de l'érosion a fortement disséqué cette surface.

Morphologie

Sous savoka à Ravenala à *Aristida*, un peu au Nord de Morafeno, on note le profil suivant **(NA 3)** :

0 à 20 cm	: Gris-jaune ; limoneux ; structure grumeleuse, bonne porosité ; cohésion moyenne ; enracinement moyen.
20 à 50	: Orange ; argilo-sableux ; structure nuciforme à particulaire ; morceaux de grès en voie d'altération ; seules quelques grosses racines traversent cet horizon.
50 à 80	: Jaune à taches rouges ; nombreuses pseudo-concrétions constituées par des morceaux de grès schisteux plus ou moins ferruginisés.

En dessous, zone d'altération blanchâtre avec des grès ferruginisés.

Caractéristiques physiques et chimiques

Ces sols, issus d'un matériau originel hétérogène plus ou moins remanié, ont une granulométrie très variable à travers le même profil. La teneur en argile va de 30 à 55 % avec 30 à 50 % de sable.

La matière organique, dans les zones les moins érodées, atteint 2 % en surface avec 1,5 ‰ d'azote.

Le complexe adsorbant est fortement désaturé, le pH est inférieur à 5 dans tout le profil.

Parmi les éléments échangeables, seul le potassium n'est pas trop déficient : 0,2 me de potasse pour 100 g, la chaux ne dépasse pas 0,5 me.

Les réserves nutritives sont également très faibles, exception faite de la potasse (2 ‰ K_2O).

Aptitudes culturales

Sols très sensibles à l'érosion en nappe et ravins, à réembroussailler. On pourrait envisager des plantations d'anacardiers, bien que la granulométrie, le manque de perméabilité des horizons sous-jacents, semblent peu favorables à une bonne croissance.

b) - LES SOLS SUR BASALTES ET BASANITOIDES

Ces sols couvrent le Nord de la presqu'île d'Ambato.

Morphologie

A l'Est d'Ampilahoa, on observe le profil suivant (NA 1) sous anacardiers et Tamenaka (les zones débroussaillées sont couvertes d'une végétation d'*Hyparrhenia, Sporobolus indicus, Poivrea coccinea, Urena lobata)* :

0 à 20 cm	: Gris-brun ; argileux ; structure grumeleuse ; bonne cohésion ; très forte porosité et enracinement très important.
20 à 40	: Jaune ; argilo-sableux ; structure grumeleuse à nuciforme ; bonne cohésion et bonne porosité. Les racines se prolongent dans cet horizon.
40 à 60	: Jaune , argileux , structure nuciforme à polyédrique , présence de concrétions très arrondies, atteignant 2 à 3 mm.
60 à 80	: Argilo-sableux, très grosses concrétions ferrugineuses ; à partir d'un mètre, cuirasse alvéolaire ferroalumineuse.

Caractéristiques physiques et chimiques

Du point de vue granulométrique l'argile est l'élément dominant (40-50 %), les sables grossiers augmentent avec la profondeur, les limons sont très peu abondants (10 %). Lorsque la cuirasse est assez profonde, ces sols ont de très bonnes qualités physiques : les agrégats très fins, à forte cohésion, assurent une bonne perméabilité, le volume de terre prospecté par les racines est grand.

Le pH est acide (5 à 6) ; il s'élève légèrement en profondeur.

Le complexe absorbant est caractérisé par une capacité d'échange très faible : 5 à 7 me pour 100 g, sauf en surface où la forte teneur en matière organique élève cette capacité d'échange à 20 me. Le taux de saturation du complexe est faible (10 à 20 %). Les éléments échangeables sont déficients : 0,7 me % de chaux, 0,2 me % de potasse. L'acide phosphorique assimilable est peu abondant.

Forte teneur en azote dans les horizons de surface 4 à 5 ‰ ; le rapport C/N, voisin de 11, indique une bonne minéralisation.

Les réserves en phosphore sont seules notables : 2,5 ‰ , P_2O_5, celles en potasse et en chaux sont très insuffisantes.

Le rapport silice/alumine = 1 indique une ferrallitisation très poussée.

Aptitudes culturales

Ces sols volcaniques, chimiquement pauvres, ont conservé une bonne structure. Ce n'est pas là un cas particulier : à Madagascar, les sols très évolués sur roches volcaniques, ont toujours des propriétés physiques exceptionnelles.

La culture de l'ylang-ylang, peu exigeant en chaux, pourrait être développée ; des apports de fumure potassique devraient augmenter les rendements. Nous ne saurions trop insister sur le fait que la pratique du "tavy", pour la production de riz en culture sèche, a une influence néfaste pour le maintien de la fertilité de ces sols, déjà déséquilibrés du point de vue chimique. Nous avons pu observer quelques cultures de caféiers, mais ceux-ci semblent souffrir d'une période sèche trop accentuée, d'autre part, les sols peuvent manquer de profondeur. Ces sols conviennent très bien à l'anacardier.

V - LES SOLS HALOMORPHES

Sols salins ou sols de tan

Nous n'envisagerons ici que les sols formés en amont de la mangrove, où l'exhaussement a provoqué une forte diminution de la fréquence des marées. La forte évaporation est la cause d'une grande concentration des sels : on observe souvent des efflorescences salines en surface. Notons l'absence quasi totale de végétation à part quelques espèces halophiles *(Arthrocnemum)*.

Morphologie

Aux environs de Bobasakoa, dans une ancienne mangrove asséchée, au relief bosselé, on note le profil suivant **(NBA 7)** :

0 à 40 cm : Brun ; argileux ; plastique ; très adhérent. En saison sèche, seule la surface se dessèche et il se forme de nombreuses fentes de retraits.

40 à 90 : Plus clair ; argileux.

En dessous horizon gris argileux de mangrove.

Caractéristiques physiques et chimiques

Le pH est très variable pour le sol décrit, il se situe aux environs de 8, alors que pour un autre échantillon, prélevé au sud de la digue sur la route Ambanja/Diégo-Suarez, il n'atteignait que 6 ; la présence de sulfure est la raison de cette chute du pH.

Du point de vue granulométrique, l'argile est très nettement la fraction dominante (50 %), les sables grossiers sont absents.

Le complexe adsorbant est caractérisé par une forte capacité d'échange. Le rapport $\frac{\text{Mg échangeable}}{\text{Ca échangeable}}$, voisin de 6, la teneur en sel soluble et en sodium échangeable sont beaucoup trop élevés. Ces sols sont riches en phosphore assimilable et total.

La matière organique atteint 7 %, le rapport C/N est très variable suivant les prélèvements. Les réserves sont bonnes.

Aptitudes culturales

Ces sols sont inutilisables ; ils sont, en effet, trop salés pour permettre même la riziculture.

VI - LES SOLS HYDROMORPHES

G. Les sols humiques à gley

Ces sols occupent des zones très mal drainées au nord de la route Ambanja-Ambilobé.

Morphologie

Aux environs de Bedrakaka on a le profil suivant **(NA 17) :**

Sous végétation de Cypéracées :

0 à 15 cm : Gris noir ; taches rouille suivant les racines ; argilo-limoneux ; structure massive, mais bien qu'humide donnant secondairement des agrégats nuciformes à polyédriques ; porosité tubulaire assez forte ; enracinement important.

15 à 60 : Gris très argileux ; humide ; très plastique , porosité faible ; quelques racines en voie de décomposition.

60 à 120 : Gris uniforme très plastique.

Caractéristiques physiques et chimiques

La réaction est fortement acide : le pH est voisin de 4 dans tout le profil. La teneur en argile (50 %) est très forte.

Le taux de matière organique est élevé avec un C/N voisin de 12, comme souvent en sols hydromorphes ; l'azote atteint 4 ‰ . Forte capacité d'échange du complexe adsorbant.

Les teneurs en chaux et magnésium échangeables sont faibles, la potasse n'est pas déficiente.

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

Aptitudes culturales

Les sols sont très lourds et ne peuvent convenir qu'à la riziculture. Mais, pendant les fortes marées, l'eau de mer envahit une superficie importante de ces sols.

A ce groupe sont rattachés les sols de mangrove qui bordent presque toute la côte.

G. Les sols à gley et pseudo-gley d'ensemble

a) - SOLS GRIS DE BAS-FONDS

Ces sols se forment sur pédiment, surtout à l'est d'Ambilobé, dans des zones mal drainées.

Le profil **NA 33** a été observé au Nord d'Ambilobé, à 500 m au Nord-Ouest de Tanambao.

Sous une ancienne rizière on note :

0 à 5 cm : Gris clair ; sec ; craquelé ; argilo-limoneux ; structure peu nette à tendance nuciforme ; porosité tubulaire ordinaire ; cohésion moyenne.

5 à 35 : Gris, identique au précédent mais moins argileux, avec des taches rouille le long des racines.

35 à 60 : Jaune avec des taches rouille bien délimitées ; structure massive à polyédrique, assez plastique.

A partir de 80 cm, on rencontre la nappe phréatique.

Caractéristiques physiques et chimiques

Ce type de sol se caractérise par une forte teneur en argile, 30 à 40 % avec 20 à 40 % de limon. La matière organique est de 2 % avec 1,4 ‰ d'azote. Le C/N n'est pas anormalement élevé (9). Le pH est fortement acide dans tout le profil. Le complexe adsorbant a une capacité d'échange de 20 me en surface et les éléments échangeables sont à un taux relativement correct pour un sol dérivant d'un matériau très pauvre.

Les réserves minérales sont moyennes en chaux (2,5 ‰ CaO) et fortes en potasse 1,5 ‰ K_2O et en phosphore 1 ‰ P_2O_5).

Aptitudes culturales

La richesse relative de ce type de sol, notamment en potasse, laisse à penser qu'il a pu se former à partir d'un matériau originel issu des grès isaliens, mais il y aurait eu également des apports sous forme d'alluvions récentes.

Ces sols sont aptes à la riziculture.

G. Les sols à gley et pseudo-gley d'ensemble ou de surface tachetés

b) - LES SOLS LIMONO-SABLEUX

Ces sols bordent de près le cours de la Mahavavy. La végétation naturelle est à base de *Mimosa pudica*, *Heliotropum indicum*, *Ambrosia maritima*. L'inondation, par les crues du fleuve, est annuelle.

Le **profil NA 57** en bordure de la Mahavavy est le suivant :

0 à 50 cm : Gris à brun gris avec de nombreuses taches rouille bien délimitées; limono-sableux ; structure à tendance lamellaire indiquant des apports récents ; bonne porosité ; cohésion faible.

50 à 100 : Gris avec de grandes taches rouille, plus sableux ; structure nuciforme à lamellaire ; cohésion faible.

Caractéristiques physiques et chimiques

Du point de vue granulométrique, le limon est la fraction la plus abondante : 35 à 45 %, le sable fin est compris entre 25 et 30 %, 10 à 25 % d'argile.

Le complexe adsorbant est caractérisé par une capacité d'échange de 20 à 30 me avec un taux de saturation de 20 à 30 %. Le pH est acide (4,8 à 5,6).

La chaux échangeable atteint en surface 7 me pour 100 g et le magnésium 5 me ; le rapport Mg échangeable/Ca échangeable varie de 0,6 à 1,3 à travers le profil. Ce rapport très élevé, en comparaison de celui des sols alluviaux des hautes vallées, laisse supposer que ces sols se sont formés à partir d'alluvions fluviatiles qui recouvriraient d'anciennes alluvions marines ; un mélange des deux apports restant possible.

Le rapport Na échangeable/Ca échangeable oscille entre 1,4 et 4.

Bonne teneur en potasse et phosphore assimilables. Les réserves sont fortes en potasse, acide phosphorique et chaux. La teneur en matière organique est faible ; le rapport C/N, variant entre 6 et 8, semble indiquer une minéralisation excessive.

Aptitudes culturales

Ces sols peuvent convenir à des cultures de décrues, coton, arachide ; en réservant les zones les plus argileuses à la riziculture.

c) - LES SOLS TACHETÉS ARGILO-LIMONEUX

Ces sols occupent de grandes surfaces au Sud des grès de l'Isalo : cette chaîne forme une barrière s'opposant à l'écoulement des cours d'eau. On les rencontre également en bordure des affluents de l'Ifasy, les vallées formant des diverticules à drainage déficient. Ces sols, irrigués par submersion, sont réservés à la riziculture, on observe des repousses de *paka (Urena lobata)*, *Stenotaphrum dimitatum* et *Cassia occidentalis*.

Dans la haute vallée de l'Ifasy on note le profil suivant **NA 16 :**

0 à 8 cm : Brun-gris ; texture argileuse ; la surface du sol est très craquelée ; structure grumeleuse ; cohésion forte ; porosité ordinaire et tubulaire moyenne.

8 à 30 : Gris-brun ; humide ; très plastique ; structure prismatique ; porosité faible ; présence de taches rouille à contours diffus devenant de plus en plus noires en profondeur.

30 à 100 : Mêmes caractéristiques que ci-dessus avec des taches et concrétions.

Caractéristiques physiques et chimiques

On note 35 à 45 % d'argile, 30 % de limon, 20-25 % de sable fin.

Le complexe absorbant, étant donné la teneur en argile, a une capacité d'échange plutôt moyenne : 10 à 25 me pour 100 g. C'est là encore un caractère qui permet de distinguer ces sols de ceux des deltas. Le taux de saturation varie de 25 à 35 % et le pH reste acide dans tout le profil.

Les éléments échangeables sont à un taux très variable : la chaux varie de 1 à 5 me pour 100 g ; la potasse de 0,1 à 0,5 me pour 100 g.

Le rapport $\frac{\text{Mg échangeable}}{\text{Ca échangeable}}$ est compris entre 0,04 et 0,1.

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

Bonne teneur en matière organique et azote.

Aptitudes culturales

Les éléments fertilisants de ces sols présentent des niveaux très variables. Les sols inondés au moment des crues, avec apports récents, sont évidemment les plus riches. Etant donné les fortes teneurs en argile, il vaut mieux réserver ces sols pour la riziculture.

s/G Les sols hydromorphes plus ou moins alcalinisés formés à partir d'alluvions marines.

Ces sols se rencontrent surtout dans le delta de la Mahavavy, leur extension est plus réduite dans le delta du Sambirano.

Le drainage est déficient et, comme le signale J. RIQUIER, dans son rapport sur les sols de la SOSUMAV, on peut distinguer :

a) - des sols à nappe superficielle ; l'horizon de surface, noir quand il est humide, gris bleuté lorsqu'il est sec, est très caractéristique ; les racines de Cypéracées laissent des traces de couleur rouille dues à l'oxydation du fer ferreux. La culture du riz a contribué à compacter la surface du sol, la présence de sodium échangeable, à un taux parfois très élevé, favorise également la dispersion de l'argile.

b) - des sols magnésiens et sodiques avec nappe superficielle et nappe profonde : le sous-sol est complètement imperméable parce que constitué d'une argile dispersée. La nappe phréatique se trouve souvent à 60 cm ou 1 m dans une couche de sable grossier.

d) - LES SOLS LIMONO-ARGILEUX

Morphologie

Profil observé sous une parcelle de la SOSUMAV **NA 52**, sous végétation de Cypéracées.

0 à 35 cm	: Gris avec des taches rouille le long des racines ; argileux à sableux (sable fin) ; structure à tendance nuciforme ; porosité ordinaire et tubulaire ; cohésion moyenne.
35 à 70	: Jaune-beige à taches rouille diffuses ; sablo-argileux ; structure massive à nuciforme ; peu cohérent.

A partir de 70 cm horizon jaune à taches rouille et brunes.

L'analyse montre que le rapport $\frac{\text{Na échangeable}}{\text{Ca échangeable}}$ atteint 23 % dans l'horizon de surface et 60 % dans le 2e et 3e horizon. Il s'agit là d'un sol à alcalis. Des analyses effectuées sur d'autres prélèvements, alors que le profil paraissait semblable, donnent un rapport Na/Ca compris entre 2 et 10 %.

Profil observé au Nord de la SOSUMAV sous rizières **(NA 53)** :

0 à 40 cm : Gris foncé avec des taches rouille le long des racines ; argilo-sableux ; structure massive à polyédrique ; porosité tubulaire ; cohésion forte.

40 à 70 : Brun-jaune avec des taches brunes et concrétions sablo-argileux structure polyédrique ; cohésion forte.

A partir de 70 cm, horizon à sables grossiers.

Le rapport $\frac{\text{Na échangeable}}{\text{Ca échangeable}}$ est voisin de 10 %, Na/T est voisin de 4 %.

Profil NA 57 - Plaine Ankiabe (delta du Sambirano). Ancienne rizière occupée par *Starchytarpheta indica*.

0 à 10 cm : Brun gris; structure nuciforme ; cohésion moyenne ; bonne porosité.

10 à 50 : Brun jaune à taches noires ; limoneux ; structure nuciforme.

50 à 140 : Beige jaune à taches noires ; limoneux à sableux ; structure nuciforme ; cohésion moyenne.

Le rapport $\frac{\text{Na échangeable}}{\text{Ca échangeable}}$ atteint 3 % ; pour le profil prélevé au Nord d'Anjiabe **(NA 49)**, qui ressemble morphologiquement au précédent, ce rapport atteignait 10 % en surface, 30 % en profondeur, le rapport Na/T était voisin de 10%.

L'étude morphologique du profil est généralement insuffisante pour déceler les sols à alcalis ou simplement riches en sodium. La présence de taches noires ou rouille et de concrétions est la conséquence d'un dessèchement au cours de l'année et d'une oxydation. Le lessivage du sodium et du magnésium dans les horizons supérieurs devrait être le critère permettant de classifier ces sols. Sur le terrain on peut, en saison des pluies, délimiter les zones à sols asphyxiants; des mesures de pH (tests) et la présence de Cypéracées abondantes devraient confirmer le diagnostic.

Caractéristiques physiques et chimiques

La teneur en argile varie de 15 à 40 %, le sable fin est compris entre 20 et 50 %, le limon entre 15 et 40 %, peu de sable grossier dans les horizons supérieurs. Le complexe adsorbant est caractérisé par une assez forte capacité d'échange (15 à 30 me pour 100 g en surface) ; le taux de saturation oscille entre 50 et 90 %. Le pH, acide en surface, devient, généralement, alcalin ou très alcalin en profondeur : il atteint 9 pour le **profil NA 53**. Les teneurs en sodium varient de 0,1 me à 2 me pour 100 g ; le magnésium échangeable est compris entre 1 et 10 me pour 100 g.

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

Aptitudes culturales

Ces sols, présentant une bonne granulométrie, sont aisément pénétrables par les racines lorsque la teneur en sodium n'est pas excessive. Lorsque le rapport Na/T ne dépasse pas 5 à 6 % sur une profondeur de 60 cm, ces sols devraient, à notre avis, convenir pour la culture de la canne à sucre.

Lorsque le taux de sodium échangeable est trop élevé, ces sols sont à réserver, de préférence, à la riziculture. Un drainage superficiel avec de nombreux drains peu profonds, devrait permettre une amélioration progressive.

e) - SOLS ARGILEUX

Morphologie (profil NA 48 observé sous rizières)

0 à 20 cm : Gris avec des taches rouille le long des racines ; argilo-limoneux ; structure polyédrique ; nombreuses fentes de retrait en surface.

20 à 50 : Gris avec taches rouille diffuses ; structure prismatique grossière ; porosité faible.

50 à 85 : Brun avec taches rouille et noires.

A partir de 85 cm, horizon sableux particulaire.

Caractéristiques physiques et chimiques

50 % d'argile en surface avec 30 % de limon, les éléments fins diminuent en profondeur et le sable augmente.

Les teneurs en matière organique sont voisines de 2 à 3 % avec 1,5 ‰ d'azote.

Le complexe adsorbant a une forte capacité d'échange ; le taux de saturation varie de 40 à 96 % à travers le profil. Le pH, acide en surface, devient alcalin en profondeur (5 et 8,2).

Le rapport $\frac{\text{Na échangeable}}{\text{Ca échangeable}}$ atteint 3 % en surface et 13 % dans les horizons profonds.

Les réserves sont très fortes en chaux et potasse, moindres en acide phosphorique.

Aptitudes culturales

La meilleure utilisation de ces sols est la riziculture.

LES CULTURES ET L'ÉLEVAGE

LA CANNE À SUCRE

La Société Sucrière de la Mahavavy, fondée en Mai 1949, a exécuté de gros travaux d'aménagement dans le delta de la Mahavavy : nivellement, aménagements hydrauliques prévoyant des dispositifs de drainage et d'irrigation, construction de digue. Des routes furent ouvertes, et un port commercial construit (Saint-Louis). En 1955, 3 000 ha cultivés donnèrent 10 300 tonnes de sucre ; depuis la production est en hausse continuelle : en 1957, on atteignait 19 300 tonnes de sucre raffiné. Il semble, qu'actuellement, la production doive se stabiliser aux environs de 40 000 tonnes de sucre, du fait que la capacité d'absorption de l'usine de la SOSUMAV semble atteinte. Il est à noter que l'usine traite des cannes produites par les cultivateurs malgaches ; des organismes de paysannat ont été mis en place progressivement de 1956 à 1959. En 1959, a été créée la coopérative "Sud-Mahavavy" qui s'occupe de transporter les cannes et d'effectuer les labours au tracteur.

A Nosy Bé, les Domaines Lamotte-Saint-Pierre, cultivent la canne à sucre depuis fort longtemps, la sucrerie fabriquait déjà 8 à 10 000 tonnes de sucre en 1933. La Compagnie agricole et sucrière fondée en 1923, a traité en 1956 120 000 tonnes de cannes. La production de Nosy Bé atteint environ 18 000 tonnes de sucre par an.

LE MANIOC

Il occupe de grandes surfaces dans le delta du Sambirano. La production annuelle est voisine de 30 000 tonnes. L'exportation, qui se fait par Nosy Bé, a fortement diminué : elle atteignait 82 000 tonnes en 1946 et seulement 13 800 tonnes en 1956. Le marché semble de plus en plus se fermer à ce produit. La culture du manioc s'est substituée à celle de la canne à sucre dans le delta du Sambirano ; mieux vaudrait lui préférer le cacaoyer, dont les produits sont assurés de trouver un débouché. (Madagascar importe du cacao de Côte d'Ivoire pour sa chocolaterie).

LE CACAOYER

La production du cacao atteint 350 à 400 tonnes (fèves) ; elle est localisée dans les deltas du Sambirano et la vallée de l'Ifasy. Dans cette dernière région, les nouvelles plantations se substituent aux anciennes plantations de café. Cette culture mérite d'être développée.

LE CAFÉ

L'écoulement de la récolte reste difficile, la production pour la région étudiée atteint 2 000 tonnes de café en fèves (Kouilou et Robusta).

LA VANILLE

Elle est uniquement cultivée à Nosy Bé ; la production annuelle oscille entre 5 et 10 tonnes. Son extension n'est guère possible en fonction des données économiques.

LE POIVRIER

On le cultive en association avec le caféier ; les arbres d'ombrages (*Albizzia lebeck)* du caféier servent de tuteur au poivrier. Cette culture devrait être développée sur les alluvions limono-sableuses. En 1957, 770 tonnes ont été produites pour la zone cartographiée.

LES PLANTES À PARFUM

L'ylang-ylang est cultivé à Nosy Bé, le Bas Sambirano, et dans la presqu'île d'Ambato. Les sols volcaniques, même anciens, conviennent à cette culture peu exigeante quant à la teneur en chaux du sol, la production atteint 25 tonnes d'essence, avec 20 tonnes pour la seule région de Nosy Bé.

Le lemon grass est en régression : 1,6 tonne dans le Sambirano.

LE RIZ

La production atteignait, en 1957, 22 000 tonnes pour la sous-préfecture d'Ambanja, et 26 000 tonnes pour celle d'Ambilobé. Il se cultive en saison des pluies, sans travaux d'aménagement très poussés. Le semis est fait à la volée ; il en résulte une invasion des rizières par le Taimboriky *(Ischemum rugosum)*. Nous pensons qu'une meilleure utilisation de l'eau (versant sud-ouest de la Montagne d'Ambre), quelques travaux d'aménagement (plaine d'Ankiabe dans le Bas-Sambirano, zone de Mahabo-Manongarivo à Nosy Bé), devraient permettre une augmentation des surfaces cultivables. Mais c'est surtout l'amélioration des façons culturales qui devrait permettre une forte augmentation de la production .

LE PAKA (Urena lobata)

Il est cultivé uniquement par les producteurs malgaches qui vendent la fibre à la FITIM. Les sols qui conviennent le mieux sont les sols sablo-limoneux humides. En 1957, 700 tonnes ont été produites dans la sous-préfecture d'Ambilobé. Cette plante est devenue dans la région sub-spontanée, et, le plus souvent, on ne s'y intéresse qu'au moment de la récolte.

L'ANACARDIER (Avocat marron)

Jusqu'à présent, il a été utilisé surtout pour son bois ; les plantations devraient connaître un nouvel essor maintenant que l'usine de décortiquage de Majunga est en mesure d'assurer les débouchés de la production. Il est très peu exigeant du point de vue des sols et a l'avantage d'assurer une bonne protection contre l'érosion. Il préfère les sols sableux même très pauvres ; les sols argileux ne lui conviennent que s'ils sont bien structurés et très perméables (sols sur roches volcaniques). Cette culture n'exige pas un travail soutenu et son extension est à prévoir.

COCOTIER

Les cocotiers poussent bien sur les sables littoraux et coralliens (non cartographiés). Le développement de la culture pourrait être envisagé sur des surfaces limitées (Bobasakoa).

LES PÂTURAGES

La sous-préfecture d'Ambilobé compte environ 80 000 bœufs. Ces bœufs paissent dans les plaines en saison sèche et se dirigent vers les collines de l'intérieur à la saison des pluies. Les pâturages extensifs devraient être améliorés. D'autre part, la riziculture alliée à une économie fourragère, devrait fournir l'appoint vivrier indispensable pour un élevage rationnel.

CONCLUSIONS

On peut noter la grande variété des sols prospectés, l'importance des sols alluvionnaires et volcaniques très riches. A Nosy Bé, l'agriculture tient compte de la jeunesse des sols et de leur texture. Les sols jeunes à texture fine, de topographie assez plane, sont réservés à la canne à sucre, les sols pierreux sont réservés aux cultures arbustives : plantes à parfum, café, poivre. Nosy Bé et les deltas, en raison de la richesse des sols, ont une activité économique intense. Ce fait ne doit pas faire oublier l'arrière-pays plus déshérité ; les reboisements devraient s'y développer afin de régulariser les crues et les cours inférieurs des fleuves. Il ne semble pas qu'un effort en ce sens ait été entrepris, alors qu'il se justifierait mieux que dans bien d'autres régions. Des boisements d' *Inga dulcis* devraient permettre de fixer les berges de la vallée supérieure de l'Ifasy ; la superficie de cette riche vallée étant trop faible pour y envisager de gros travaux.

Notons que l'exemple de la coopérative des cannes a permis l'extension du mouvement coopératif ; parmi les projets, réalisés ou en voie de réalisation, citons :

- la Coopérative de traitement et d'écoulement du café et du cacao d'Ambanja ;
- la Section "Labours et rizières" pour la Coopérative Sud-Mahavavy ;
- la Coopérative fruitière d'Ambilobé ;
- la distillerie d'ylang-ylang coopérative de Nosy Bé.

Ce mouvement doit permettre l'amélioration des productions, un meilleur écoulement des produits ; il doit, en définitive, contribuer à l'essor économique de cette région vouée à une prospérité certaine.

BIBLIOGRAPHIE

(1) AUBERT (G.) : La classification des sols utilisée dans les territoires de l'Union Française, CR 2e Conférence interaf. des sols, Léopoldville, 1954, p. 705-708, document N° 51.

(2) AUBERT (G.) et DUCHAUFOUR (Ph.) : Projet classification des sols, VIe Congrès international de la Science du Sol, Paris, Commission V, vol. E, 1956, p. 597-604.

(3) AUBERT (G.) : Cours de pédologie professé à l'ORSTOM, inédit.

(4) AUBERT (G.) : Classification pédologique utilisée par les pédologues français, Colloque classification Gand, 1962.

(5) BATTISTINI (R.) : Description géomorphologique de Nosy Bé, du delta du Sambirano et de la baie d'Ampasindava, Mém. Inst. Recher. Scient. de Madagascar, Série F, 1960, tome III.

(6) BESAIRIE (H.) : Premières données, contributions à l'étude des sols de Madagascar. Ann. Géol. Serv. des Mines de Madagascar, T. 7, p. 65-92.

(7) BESAIRIE (H.) : Carte géologique de Nosy Bé avec notice. Service Géol. de Madagascar, Tananarive, 1933.

(8) BESAIRIE (H.) : Carte géologique de reconnaissance d'Ambilobé avec notice. Serv. Géol. de Madagascar, Tananarive, 1933.

(9) BESAIRIE (H.) : Carte géologique de reconnaissance d'Ambanja avec notice. Serv. Géol. de Madagascar, Tananarive, 1933.

(10) BERTHOIS (L.) et GUILCHER (A.) : La plaine d'Ambilobé, étude morphologique et sédimentologique. Revue de Géom. dynam., Mars-Avril 1956, N° 3 et 4.

(11) CARRE (J.) : Documentation sur *Stylosanthes gracilis*. IRAT-IRAM doc. N° 2, Tananarive, Août 1961.

(12) HINDERMEYER (J.) et al. : Carte au 1/200 000e Beramanja-Ambakirano. Serv. Géol. de Madagascar, Tananarive. 1957-1958.

(13) LACROIX (A.) : Matériaux pour la minéralogie de Madagascar. Les roches alcalines caractérisant la province pétrographique d'Ampasindava. Nouv. arch. Mus. Hist. Nat. Paris, 1902-1903, 4e série, Tomes 4 et 5.

(14) MOUREAUX (Cl.) et TERCINIER (G.) : Carte des valeurs du coefficient de Meyer à Madagascar. Mém. IRSM, Série D, 1953, Tome V, p. 198-201.

(15) PERRIER DE LA BATHIE (H.) : La végétation malgache, Paris, 1921.

(16) RAVET (J.) : Notice sur la climatologie de Madagascar et des Comores. Nat. malgache 1959, Tome XI, fasc. 1.

(17) RIQUIER (J.) : Note complémentaire sur le bilan hydrique des sols. Nat. malgache, 1959, Tome XI.

(18) RIQUIER (J.) Les sols de la SOSUMAV, rapport inédit.

(19) SAINT-OURS (J. de) : Révision de la carte géologique de reconnaissance d'Ambilobé. Serv. Géol. de Madagascar, Tananarive. 1956.

(20) SAINT-OURS (J. de) : Prospection de la province pétrographique d'Ampasindava. Serv. Géol. de Madagascar, Tananarive, 1956.

(21) SAINT-OURS (J. de) : Etudes géologiques dans l'extrême Nord de Madagascar et l'archipel des Comores. Thèse Service Géol. de Madagascar, Tananarive, 1960.

(22) SEGALEN (P.) : Notice sur la carte pédologique de reconnaissance au 1/200 000e, Feuille N° 1 (Diégo-Suarez). Mém. IRSM, 1956, Tome VII, Série D, p. 261-317.

(23) SEGALEN (P.) : Etude des sols de la plaine du Bas-Sambirano. Mém. IRSM, Tome VII, Série D, p. 375-403.

(24) SEGALEN (P.) : Notice sur la carte pédologique au 1/50 000e des plaines d'Ambilobé. Mém. IRSM, Tome VII, Série D, p. 317-375.

(25) TERCINIER (G.) et MOUREAUX (Ch.) : Carte des valeurs du coefficient de Meyer à Madagascar (1 carte). Mém. IRSM, 1953, Tome V, Série D, p. 197-201.

(26) TERCINIER (G.) : Rapport sur les sols de la Société des plantes à parfum de Madagascar, inédit.

(27) VELLY (J.) et ROCHE (P.) : Etude des sols cultivés pour la culture de la canne à sucre à Madagascar. Agron. tropic., T. VIII, p. 374-392.

(28) VIEILLEFON (J.) et BOURGEAT (F.) : Notice sur la carte pédologique de Nosy Bé (à paraître).

Troisième Partie

RÉSULTATS ANALYTIQUES REPRÉSENTATIFS DES DIFFÉRENTS TYPES DE SOLS

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

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 Barium à 10 %.

Le taux de matière organique a été calculé à partir de la teneur en carbone, cet élément ayant été dosé par attaque au mélange sulfochromique 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, le potassium et le sodium par spectrophotométrie de flamme, le magnésium par colorimétrie (jaune de titane).

L'acide phosphorique assimilable a été dosé selon la méthode Truog, c'est-à-dire après extraction de 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 déterminée après saturation du sol par une solution d'acétate d'ammonium et percolation par une solution de chlorure de sodium à 10 % 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'IRSM (document ronéotypé, Tananarive, 2e édition 1959).

Les fiches analytiques qui suivent sont données à titre indicatif des types de sols définis dans cette étude. Les données s'intègrent généralement dans les limites fixées pour chaque type de sols dans l'exposé des caractéristiques physiques et chimiques. Les autres fiches analytiques peuvent être consultées au laboratoire.

N° PROFIL : NA 14

Type du sol : Squelettique sur schiste — Roche-mère : - — Erosion : nappe — Végétation : Savane — Lieu : Iraiono

Numéro échantillon	Profondeur	Acidité pH	Argile %	Limon %	Sable fin %	Sable grossier %	Humidité équivalente %
141	0 - 40	5, 4	16, 5	17, 9	56, 8	7, 2	13, 7
142	40 - 60	5, 6	23, 8	25, 4	44, 6	5, 7	17, 1
143	60 - 80	5, 7	23, 3	29, 5	37, 0	9, 5	24, 2

N° échan-tillon	Mat. organ. totale ‰	Humus total ‰	Acides humiq. ‰	Acides fulviq. ‰	Carb. ‰	Azote total ‰	Rap-port C/N	Humus MO %	Eléments échangeables Ca O	Mg O	K_2O	Na_2O	T	S	V %	P_2O_5 assimil. ‰
									Milliéquivalents pour 100 Grammes							
141	12, 1	3, 4	0, 8	2, 6	7, 0	0, 55	12, 7	28, 1	1, 0	0, 23	0, 10	0, 17	14, 4	1, 50	9, 3	0, 005
142	7, 2	2, 5	0, 3	2, 2	4, 2	0, 47	8, 9	34, 1	0, 9	0, 50	0, 05	0, 09	27, 7	1, 55	7, 0	0, 007
143	2, 25	1, 0	0, 5	0, 5	1, 3	0, 20	6, 5	44, 4	-	-	-	-	-	-	-	-

Numéro échantil.	Perte au feu %	Résidu %	SiO_2 comb. %	Fe_2O_3 %	Al_2O_3 %	TiO_2 %	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	ELEMENTS TOTAUX Ca O ‰	K_2O ‰	P_2O_5 ‰
141	7, 29	45, 27	20, 23	7, 60	16, 80	2, 7	2, 05	0, 55	2, 05	0, 85
142	8, 98	34, 87	24, 12	8, 40	21, 20	2, 12	1, 90	0, 55	2, 25	0, 85
143	10, 22	28, 66	24, 12	8, 80	21, 30	-	-	0, 55	1, 90	0, 85

N° PROFIL : NB A 10

Type du sol : Squelettique sur marnes
Roche-mère : marne
Erosion : nappe
Végétation : steppe
Lieu : 2 km ANDILOMAGODRO

Numéro échantillon	Profondeur	Acidité pH	Argile %	Limon %	Sable fin %	Sable grossier %	Humidité équivalente %
101	0 - 10	7, 4	53, 1	10, 9	30, 0	3, 5	30, 8
102	10 - 150	7, 5	28, 0	26, 0	36, 2	8, 7	21, 6
103	150	-	-	-	-	-	-

N° échantillon	Mat. organ. totale ‰	Humus total ‰	Acides humiq. ‰	Acides fulviq. ‰	Carb. ‰	Azote total ‰	Rapport C/N	Humus MO %	Eléments échangeables Ca O	Mg O	K_2O	Na_2O	T	S	V %	P_2O_5 assimil. ‰
									Milliéquivalents pour 100 Grammes							
101	8, 30	1, 4	0, 8	0, 6	4, 8	0, 87	5, 5	16, 8	27, 5	1, 04	0, 32	0, 26	26, 0	-	-	0, 010
102	4, 85	0, 6	0, 3	0, 3	2, 8	0, 50	5, 6	12, 3	70, 0	0, 08	0, 20	0, 09	21, 4	-	-	0, 015

Numéro échantil.	ELEMENTS TOTAUX Ca O ‰	K_2O ‰	P_2O_5 ‰
101	4, 9	3, 4	0, 35
102	65, 8	4, 2	0, 45

N° PROFIL : NB 1

Type du sol : alluvial argilo-limoneux basaltique

Roche-mère : Terrasse alluviale de basalte
Erosion : Nulle

Végétation : steppe

Numéro échantillon	Profondeur	Acidité pH	Argile %	Limon %	Sable fin %	Sable grossier %	Humidité équivalente %
11	0 - 20	6, 6	49, 0	24, 6	23, 3	1, 5	31, 4
12	20 - 40	6, 3	46, 5	23, 1	23, 6	0	33, 5
13	40 - 90	6, 0	51, 0	17, 4	30, 8	0, 3	34, 3
14	90 - 160	-	39, 6	24, 4	32, 0	3, 1	-

N° échan-tillon	Mat. organ. totale ‰	Humus total ‰	Acides humiq. ‰	Acides fulviq. ‰	Carb. ‰	Azote total ‰	Rap-port C/N	Humus MO %	Eléments échangeables Ca O	Mg O	K_2O	Na_2O	T	S	V %	P_2O_5 assimil ‰
									Milliéquivalents pour 100 Grammes							
11	37, 0	6, 0	1, 8	4, 2	21, 4	1, 83	11, 6	16, 2	9, 0	12, 0	0, 42	1, 45	27, 0	22,85	84, 6	0, 050
12	33, 2	3, 7	1, 3	2, 4	19, 2	0, 97	19, 7	11, 1	7, 0	8, 6	0, 20	1, 40	22, 55	17, 2	76, 2	0, 015
13	22, 0	3, 0	0, 8	2, 2	12, 7	0, 78	16, 2	13, 6	6, 0	10, 6	0, 10	1, 42	22, 4	18, 2	81, 2	0, 010
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Numéro échantil.	ELEMENTS TOTAUX Ca O ‰	K_2O ‰	P_2O_5 ‰
11	2, 75	0, 85	3, 45
12	3, 0	0, 60	2, 80
13	1, 75	0, 90	3, 0
14	1, 95	0, 50	3, 15

N° PROFIL : NA 26

Type du sol : Alluvions marno-basaltiques

Roche-mère : Alluvions basaltiques
Erosion : Nulle

Végétation : forêt sèche
Lieu : ANKIVANJA

Numéro échantillon	Profondeur	Acidité pH	Argile %	Limon %	Sable fin %	Sable grossier %	Humidité équivalente %
261	0 - 50 cm	7, 4	33, 8	22, 2	34, 9	1, 0	-
262	50 - 1 m	6, 9	30, 0	24, 2	40, 2	4, 7	-

N° échantillon	Mat. organ. totale ‰	Humus total ‰	Acides humiq. ‰	Acides fulviq. ‰	Carb. ‰	Azote total ‰	Rapport C/N	Humus MO %	Eléments échangeables Ca O	Mg O	K_2O	Na_2O	T	S	V %	P_2O_5 assimil ‰
									Milliéquivalents pour 100 Grammes							
261	107, 0	16, 0	4, 0	12, 0	61, 8	3, 51	17, 6	14, 9	25, 6	13, 0	1, 70	0, 17	47, 4	40, 45	85, 3	0, 400
262	16, 6	7, 0	3, 2	3, 8	9, 6	0, 90	10, 6	42, 1	9, 8	17, 4	0, 15	0, 21	32, 4	27, 55	85, 0	0, 275

Numéro échantillon	ELEMENTS TOTAUX Ca O ‰	K_2O ‰	P_2O_5 ‰
261	8, 7	1, 55	5, 3
262	4, 05	0, 55	3, 65

N° PROFIL : NA 37

Type du sol : Alluvions limono-sableuses

Roche-mère : Alluvions
Erosion : Nulle

Végétation : Canne à sucre 3 m
Lieu : Sosumav Boucles Mahetsadava

Numéro échantillon	Profondeur	Acidité pH	Argile %	Limon %	Sable fin %	Sable grossier %	Humidité équivalente %
371	0 - 30cm	5, 4	17, 8	26, 5	42, 2	5, 1	38, 2
372	30 - 50	5, 4	12, 4	29, 3	51, 3	3, 2	33, 1
373	50 - 100	5, 6	14, 4	16, 9	54, 7	2, 3	28, 8

N° échan-tillon	Mat. organ. totale ‰	Acides humiq. ‰	Acides fulviq. ‰	Carbone ‰	Azote total ‰	Rapport C/N	Eléments échangeables Ca O	Mg O	K_2 O	T	S	V %	P_2O_5 assimil. ‰
							Milliéquivalents pour 100 Grammes						
371	35, 85	4, 0		20, 8	2, 08	10, 0	11, 4	2, 80	0, 15	27, 8	14, 52	52, 2	0, 076
372	4, 95	1, 1		2, 88	0, 52	5, 5	6, 8	2, 25	0, 14	15, 4	9, 36	60, 7	0, 016
373	3, 50	0, 65		2, 05	0, 49	4, 2	6, 4	2, 40	0, 17	14, 7	8, 90	60	0, 024

Numéro échantil.	ELEMENTS TOTAUX Ca O ‰	K_2O ‰	P_2O_5 ‰
371	5, 60	3, 20	1, 77
372	5, 21	3, 15	1, 24
373	4, 62	2, 77	0, 98

N° PROFIL : NA 38

Type du sol : alluvions sablo-limoneuses

Roche-mère : Alluvions
Erosion : Nulle

Lieu : S.E. de TANAMBAO

Numéro échantillon	Profondeur	Acidité pH	Argile %	Limon %	Sable fin %	Sable grossier %	Humidité équivalente %
381	0 - 20 cm	5, 6	12, 2	25, 7	36, 2	13, 5	21, 8
382	20 - 60	6, 0	7, 2	5, 4	60, 7	19, 9	12, 1
383	60 - 200	6, 3	-	3, 2	46, 2	49, 9	17, 9

N° échan-tillon	Mat. organ. totale ‰	Acides humiq. ‰	Acides fulviq. ‰	Carb. ‰	Azote total ‰	Rap-port C/N	Eléments échangeables				T	S	V %	P_2O_5 assimil. ‰
							Ca O	Mg O	K_2 O	Na_2O				
							Milliéquivalents pour 100 Grammes							
381	32	4, 3		18, 60	1, 45	12, 9	3, 25	0, 70	0, 08	0, 06	15	4, 1	27, 3	0, 054
382	2, 10	0, 7		1, 20	0, 22	5, 5	1, 58	0, 35	0, 08	0, 06	7	2, 1	30	0, 052
383	21, 70	0, 20		1, 00	0, 15	6, 7	1, 94	0, 50	0, 06	-	6, 7	2, 5	37, 3	0, 054

Numéro échantil.	ELEMENTS TOTAUX		
	Ca O ‰	K_2 O ‰	P_2O_5 ‰
381	3, 88	2, 01	1, 50
382	4, 51	1, 95	1, 45
383	3, 85	1, 74	1, 43

N° PROFIL : NA 34

Type du sol : Alluvions sableuses — Roche-mère : Alluvions — Erosion : Nulle — Lieu : Sosumav Aiguebelle

Numéro échantillon	Profondeur	Acidité pH	Argile %	Limon %	Sable fin %	Sable grossier %	Humidité équivalente %
341	0 - 15 cm	5, 4	7, 2	9, 8	40, 8	35, 5	23, 0
342	15 - 40	5, 7	3, 6	6, 0	38, 1	31, 2	14
343	40	6, 4	1, 0	2, 5	10, 7	84, 2	4, 7

N° échan-tillon	Mat. organ. totale ‰	Humus total ‰	Acides humiq. ‰	Acides fulviq. ‰	Carb. ‰	Azote total ‰	Rap-port C/N	Humus MO %	Eléments échangeables Ca O	Mg O	K_2 O	Na_2O	T	S	V %	P_2O_5 assimil. ‰
									Milliéquivalents pour 100 Grammes							
341	44, 82		3, 3		26	1, 65	15, 8		1, 90	0, 65	0, 10	0, 07	12, 4	2, 72	21, 9	0, 010
342	1, 50		0, 35		0, 88	0, 20	4, 4		1, 10	0, 30	0, 08	0, 10	6	1, 6	26, 6	0, 042
343	1, 40		0, 2		0, 80	0, 15	5, 3		1, 20	0, 20	0, 08	0, 13	5	1, 5	30	0, 028

Numéro échantil.	ELEMENTS TOTAUX Ca O‰	K_2 O‰	P_2O_5 ‰
341	3, 15	1, 42	1, 40
342	2, 98	1, 26	2, 00
343	3, 25	0, 74	2, 07

N° PROFIL : NBA 11

Type du sol : Sol brun eutrophe

Roche-mère : Basalte aquitaniens
Erosion : Nappe légère

Végétation : forêt sèche

Numéro échantillon	Profondeur	Acidité pH	Argile %	Limon %	Sable fin %	Sable grossier %	Humidité équivalente %
111	0 - 8	6, 9	36, 1	29, 9	25, 9	6, 7	42, 4
112	8 - 60	6, 9	60, 1	14, 7	10, 1	7, 2	47, 5

N° échan-tillon	Mat. organ. totale ‰	Humus total ‰	Acides humiq. ‰	Acides fulviq. ‰	Carb. ‰	Azote total ‰	Rap-port C/N	Humus MO %	Eléments échangeables Milliéquivalents pour 100 Grammes				T	S	V %	P_2O_5 assimil. ‰
									Ca O	Mg O	K_2O	Na_2O				
111	15, 2	7, 4	1, 0	6, 4	8, 8	1, 85	47, 5	48, 7	11, 4	3, 55	0, 92	0, 09	18, 0	15, 95	88, 8	0, 015
112	5, 7	2, 4	0, 6	1, 8	3, 3	0, 76	43, 4	42, 1	5, 3	2, 80	0, 75	0, 40	14, 3	7, 25	50, 6	0, 015

Numéro échantil.	Perte au feu %	Résidu %	SiO_2 comb. %	Fe_2O_3 %	Al_2O_3 %	TiO_2 %	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	ELEMENTS TOTAUX Ca O ‰	K_2O ‰	P_2O_5 ‰
111	-	-	-	-	-	-	-	5, 75	1, 10	2, 0
112	11, 83	5, 12	28, 77	26, 0	24, 10	4, 0	2, 05	2, 10	1, 20	2, 75

N° PROFIL : NB 20

Type du sol : brun eutrophe

Roche-mère : Tuf
Erosion : Faible

Végétation : forêt sèche
Lieu : 500 m S.E. Lambert

Numéro échantillon	Profondeur	Acidité pH	Argile %	Limon %	Sable fin %	Sable grossier %	Humidité équivalente %
201	0 - 5	6, 3	36, 1	31, 1	27, 2	3, 2	34, 5
202	5 - 40	6, 0	43, 6	27, 2	26, 5	1, 8	40, 6
203	40 - 80	6, 3	28, 1	21, 1	42, 0	8, 0	42, 6
204	80 - 180	7, 2	26, 0	26, 0	46, 9	6, 6	-
205	180	7, 1	19, 7	19, 7	39, 2	9, 3	

N° échantillon	Mat. organ. totale ‰	Humus total ‰	Acides humiq. ‰	Acides fulviq. ‰	Carb. ‰	Azote total ‰	Rapport C/N	Humus MO %	Eléments échangeables Ca O	Mg O	K_2O	Na_2O	T	S	V %	P_2O_5 assimil. ‰
									Milliéquivalents pour 100 Grammes							
201	23, 7	4, 4	1, 1	3, 3	13, 7	2, 00	6, 3	18, 5	10, 0	25, 40	0, 30	0, 87	41, 4	6, 6	88, 4	0, 15
202	7, 9	2, 0	0, 6	1, 4	4, 6	1, 10	4, 2	25, 0	7, 4	26, 80	0, 15	0, 9	40, 85	35, 45	86, 7	0, 015
203	6, 6	1, 6	0, 4	1, 2	3, 8	0, 70	5, 5	24, 2	6, 5	23, 40	0, 15	1, 20	39, 55	31, 25	79	0, 17
204	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-
205	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-

Numéro échantil.	Perte au feu %	Résidu %	SiO_2 comb. %	Fe_2O_3 %	Al_2O_3 %	TiO_2 %	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	ELEMENTS TOTAUX Ca O ‰	K_2O ‰	P_2O_5 ‰
201	-	-	-	-	-	-	-	4, 35	1, 62	1, 75
202	-	-	-	-	-	-	-	3, 2	1, 80	1, 35
203	12, 12	11, 51	30, 78	15, 6	22, 65	7, 0	2, 3	2, 50	1, 80	3, 55
204	9, 62	14, 66	30, 16	13, 6	23, 40	6, 0	2, 2	7, 0	1, 70	2, 20
205	-	-	-	-	-	-	-	7, 5	1, 15	2, 80

N° PROFIL : NB 22

Type du sol : brun eutrophe

Roche-mère : cendres récentes
Erosion : Faiblement en nappe

Végétation : culture
Lieu : ANTSOA

Numéro échantillon	Profondeur	Acidité pH	Argile %	Limon %	Sable fin %	Sable grossier %	Humidité équivalente %
221	0 - 30cm	8, 3	52, 2	46, 6	26, 2	3, 9	37, 4
222	30 - 150	7, 7	54, 4	23, 6	17, 7	3, 5	45, 3
223	150 - 250	6, 9	49, 9	20, 5	25, 0	3, 1	38, 1

N° échan-tillon	Mat. organ. totale ‰	Humus total ‰	Acides humiq. ‰	Acides fulviq. ‰	Carb. ‰	Azote total ‰	Rap-port C/N	Humus MO %	Eléments échangeables Ca O	Mg O	K_2O	Na_2O	T	S	V %	P_2O_5 assimil ‰
									Milliéquivalents pour 100 Grammes							
221	8, 5	1, 9	0, 6	1, 3	4, 9	0, 78	6, 3	22, 3	6, 7	14, 6	0, 15	0, 87	35, 4	24, 35	68, 7	0, 185
222	1, 9	0, 6	0, 4	0, 2	1, 1	0, 31	3, 5	31, 5	14, 0	13, 6	0, 17	0, 78	34, 85	28, 55	81, 9	0, 030
223	2, 6	0, 6	0, 5	0, 1	1, 5	0, 25	6, 0	23, 0	13, 0	20, 0	0, 30	1, 0	55, 70	34, 3	61, 5	0, 065

Numéro échantil.	Perte au feu %	Résidu %	Si O_2 comb. %	Fe_2O_3 %	Al_2O_3 %	Ti O_2 %	Si O_2 / Al_2O_3	ELEMENTS TOTAUX Ca O ‰	K_2O ‰	P_2O_5 ‰
221	-	-	-	-	-	-	-	4, 15	1, 62	2, 0
222	-	-	-	-	-	-	-	6, 15	1, 38	1, 60
223	9, 76	16, 53	30, 41	14, 8	26, 30	2, 0	2, 1	5, 10	2, 52	1, 10

N° PROFIL : NBA 6

Type du sol : Sol ferrugineux tropical

Roche-mère : Basalte aquitanien
Erosion : Nappe

Végétation : Savane Aristida hyphanae shatan
Lieu : ANDRAFIABE 200 m NORD

Numéro échantillon	Profondeur	Acidité pH	Argile %	Limon %	Sable fin %	Sable grossier %	Humidité équivalente %
61	0 - 20	5, 2	45, 4	27, 4	23, 4	3, 0	44, 5
62	20 - 160	4, 6	37, 3	13, 5	29, 2	19, 2	45, 7
63	160 - 200	5, 2	27, 8	23, 0	35, 3	13, 2	48, 2
64	200	7, 1	8, 4	8, 4	62, 8	19, 7	-

N° échan-tillon	Mat. organ. totale ‰	Humus total ‰	Acides humiq. ‰	Acides fulviq. ‰	Carb. ‰	Azote total ‰	Rap-port C/N	Humus MO %	Eléments échangeables Ca O	Mg O	K_2 O	Na_2 O	T	S	V %	P_2O_5 assimil. ‰
									Milliéquivalents pour 100 Grammes							
61	27, 5	1, 2	0, 8	0, 4	1, 0	1, 6	10, 1	43, 6	1, 5	0, 48	0, 50	0, 13	15, 7	2, 50	16, 0	0, 005
62	3, 30	1, 0	0, 7	0, 3	1, 1	0, 49	3, 85	30, 5	1, 7	0, 03	0, 17	-	9, 7	-	-	0, 015
63	2, 26	0, 8	0, 6	0, 2	1, 3	0, 15	8, 65	35, 5	1, 85	0, 03	0, 15	0, 26	14, 55	2, 30	15, 8	0, 025
64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					

Numéro échantil.	Perte au feu %	Résidu %	Si O_2 comb. %	Fe_2 O_3 %	Al_2 O_3 %	Ti O_2 %	Si O_2 / Al_2 O_3	ELEMENTS TOTAUX Ca O ‰	K_2 O ‰	P_2 O_5 ‰
61	11, 98	6, 58	29, 53	24, 8	22, 56	4, 0	2, 20	1, 35	0, 40	2, 40
62	12, 71	4, 61	27, 77	27, 2	23, 05	4, 0	2, 05	1, 35	0, 30	1, 75
63	11, 32	1, 72	29, 78	31, 2	22, 15	3, 0	2, 30	1, 35	0, 20	3, 10
64	11, 78	4, 95	29, 53	28, 0	22, 25	3, 0	2, 25	-	-	-

N° PROFIL : NA 24

Type du sol : Sol ferrugineux tropical

Roche-mère : Carapace sur schiste à poissons

Erosion : Très forte, nappe et ravins

Végétation : Steppe Aristida

Lieu : 1 km W. : AMBAKIRANO

Numéro échantillon	Profondeur	Acidité pH	Argile %	Limon %	Sable fin %	Sable grossier %	Humidité équivalente %
241	0 - 10	5, 0	47,2	19, 2	14, 4	18, 2	12, 7
242	10 - 2 m	5, 5	35, 0	23, 0	21, 4	20, 0	12, 9
243	2 m	6, 0	40, 6	28, 6	26, 5	3, 4	18, 5

N° échan-tillon	Mat. organ. totale ‰	Humus total ‰	Acides humiq. ‰	Acides fulviq. ‰	Carb. ‰	Azote total ‰	Rap-port C/N	Humus MO %	Eléments échangeables Ca O	Mg O	K_2O	Na_2O	T	S	V %	P_2O_5 assimil. ‰
									Milliéquivalents pour 100 Grammes							
241	8, 3	3, 6	0, 5	3, 1	4, 8	0, 41	8, 3	43, 3	1, 6	0, 07	0, 15	0, 03	0, 03	10, 85	17	0, 007
242	1, 55	0, 7	0, 4	0, 3	0, 9	0, 22	4, 1	45, 1	0, 5	0, 25	0, 075	0, 05	0, 05	10, 1	11, 3	0, 012
243	-	-	-	-	0, 5	-	-	-	1, 4	0, 23	0, 15	0, 15	0, 15	16, 7	11, 6	0, 010

Numéro échantil.	Perte au feu %	Résidu %	$Si O_2$ comb. %	$Fe_2 O_3$ %	$Al_2 O_3$ %	$Ti O_2$ %	$\frac{Si O_2}{Al_2 O_3}$	ELEMENTS TOTAUX Ca O ‰	K_2O ‰	$P_2 O_5$ ‰
241	-	-	-	-	-	-	-	0, 85	1, 15	0, 60
242	8, 89	33, 30	27, 00	6, 40	21, 80	1, 6	2, 10	1, 0	0, 95	0, 50
243	-	-	-	-	-	-	-	1, 25	0, 85	0, 80

N° PROFIL : NA 22

Type du sol : Faiblement ferrallitique rouge

Roche-mère : Grès Isalo
Erosion : Très forte : ravins

Végétation : forêt sèche
Lieu : Piste Ambilobé Ambakirano

Numéro échantillon	Profondeur	Acidité pH	Argile %	Limon %	Sable fin %	Sable grossier %	Humidité équivalente %
221	0 - 15	4, 1	36, 5	12, 7	20, 9	28, 2	13, 8
222	0, 15 - 1m5	4, 6	41, 4	17, 4	11, 2	29, 2	15, 0
223		4, 7	42, 6	8, 0	11, 4	37, 5	12, 8

N° échantillon	Mat. organ. totale ‰	Humus total ‰	Acides humiq. ‰	Acides fulviq. ‰	Carb. ‰	Azote total ‰	Rapport C/N	Humus MO %	Eléments échangeables Ca O	Mg O	K_2O	Na_2O	T	S	V %	P_2O_5 assimil. ‰
									Milliéquivalents pour 100 Grammes							
221	19, 4	8, 0	1, 6	6, 4	11, 2	0, 97	11, 5	41, 2	0, 6	0, 20	0, 35	0, 04	9, 3	1, 20	12, 9	0, 007
222	6, 0	3, 0	0, 6	2, 4	3, 5	0, 70	5	50, 0	0, 6	0, 20	0, 10	0, 04	10, 55	0, 95	9, 0	0, 007
223	5, 5	2, 0	0, 4	1, 6	3, 2	0, 44	7, 1	36, 3	0, 3	0, 05	0, 05	0, 04	8, 15	0, 45	5, 5	0, 007

Numéro échantil.	Perte au feu %	Résidu %	SiO_2 comb. %	Fe_2O_3 %	Al_2O_3 %	TiO_2 %	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	ELEMENTS TOTAUX Ca O ‰	K_2O ‰	P_2O_5 ‰
221							1, 80	0, 55	2, 50	0, 70
222	7, 28	42, 92	23, 12	5, 2	20, 40	0, 9	1, 90	0, 70	3, 55	0, 35
223	5, 80	46, 75	21, 10	4, 4	20, 5	0, 9	1, 75	0, 90	3, 25	0, 45

N° PROFIL : NA 12

Type du sol : Faiblement ferrallitique rouge

Erosion : Ravins, lavakas

Végétation : forêt sèche
Lieu : entre ANABORANO - ANTARIVOKA

Numéro échantillon	Profondeur	Acidité pH	Argile %	Limon %	Sable fin %	Sable grossier %	Humidité équivalente %
121	0 - 30	5, 0	18, 1	21, 1	33, 6	26, 5	13, 2
122	30 - 250	5, 4	43, 5	14, 5	14, 9	26, 5	16, 8
123	250 - 300	5, 4	16, 8	17, 4	33, 8	31, 5	12, 0

N° échantillon	Mat. organ. totale ‰	Humus total ‰	Acides humiq. ‰	Acides fulviq. ‰	Carb. ‰	Azote total ‰	Rapport C/N	Humus MO %	Eléments échangeables Ca O	Mg O	K_2O	Na_2O	T	S	V %	P_2O_5 assimil. ‰
									Milliéquivalents pour 100 Grammes							
121	6, 0	2, 9	0, 5	2, 4	3, 5	0, 35	10, 0	48, 3	1, 45	0, 10	0, 15	0, 04	8, 9	1, 75	19, 6	0, 010
122	1, 2	0, 6	0, 4	0, 2	0, 7	0, 17	4, 1	50	1, 20	0, 15	0, 20	0, 04	13, 8	1, 60	11, 5	0, 007
123	0, 35	0, 5	0, 3	0, 2	0, 2	0, 05		14, 2	1, 0	0, 15	0, 32	0, 09	16, 7	1, 55	9, 3	0, 007

Numéro échantil.	Perte au feu %	Résidu %	SiO_2 comb. %	Fe_2O_3 %	Al_2O_3 %	TiO_2 %	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	ELEMENTS TOTAUX Ca O ‰	K_2O ‰	P_2O_5 ‰
121	7, 98	37, 72	25, 13	4, 8	23, 60	0, 6	1, 80	0, 70	1, 10	0, 30
122	9, 49	33, 13	27, 14	4, 0	25, 45	0, 5	1, 80	0, 70	0, 60	0, 30
123	8, 17	40, 13	21, 36	2, 8	23, 80	0, 5	2, 05	0, 55	1, 45	0, 20

N° PROFIL : NBA 1

Type du sol : Faiblement ferrallitique jaune à ocre

Roche-mère : Gneiss à musconite, à 2 micas

Erosion : Nappe très forte

Végétation : Steppe

Lieu : Route d'Amborondolo à Beranomaso

Numéro échantillon	Profondeur	Acidité pH	Argile %	Limon %	Sable fin %	Sable grossier %	Humidité équivalente %
11	0 - 200	5, 4	41, 7	20, 7	17, 2	19, 2	29, 4
12	200 - 300	5, 6	30, 0	21, 6	28, 5	19, 0	42, 4
13	300 - 350	6, 2	11, 2	13, 8	47, 7	26, 7	23, 8

N° échantillon	Mat. organ. totale ‰	Humus total ‰	Acides humiq. ‰	Acides fulviq. ‰	Carb. ‰	Azote total ‰	Rapport C/N	Humus MO %	Eléments échangeables Ca O	Mg O	K_2O	Na_2O	T	S	V %	P_2O_5 assimil. ‰
									Milliéquivalents pour 100 Grammes							
11	3, 10	1, 1	1, 0	0, 1	1, 8	0, 53	3, 45	35, 4	1, 7	0, 06	0, 15	-	7, 7	1, 90	24, 6	0, 015
12	1, 05	0, 8	0, 6	0, 2	0, 6	0, 20	3, 0	76, 1	1, 7	2, 10	0, 05	-	19, 3	3, 85	19, 9	0, 010
13	0, 7	0, 7	0, 6	0, 1	0, 4	0, 07		10, 0	1, 0	0, 03	0, 20	-	8, 5	1, 25	14, 7	0, 005

Numéro échantil.	Perte au feu %	Résidu %	SiO_2 comb. %	Fe_2O_3 %	Al_2O_3 %	TiO_2 %	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	ELEMENTS TOTAUX Ca O ‰	K_2O ‰	P_2O_5 ‰
11	10, 70	27, 81	25, 88	11, 2	22, 55	1, 0	1, 95	1, 45	0, 85	0, 44
12	10, 08	30, 73	25, 38	10, 0	22, 40	1, 0	1, 90	1, 0	1, 2	0, 55
13	7, 07	49, 87	19, 85	6, 4	15, 80	0, 6	2, 16	1, 0	3, 05	0, 82

N° PROFIL : NA 30

Type du sol : Faiblement ferrallitique rouge à orangé

Roche-mère : Schiste gréseux
Erosion : Forte (ravins - nappe)

Végétation : Forêt sèche
Lieu : Mahalony

Numéro échantillon	Profondeur	Acidité pH	Argile %	Limon %	Sable fin %	Sable grossier %	Humidité équivalente %
301	0 - 17	5, 0	29, 6	14, 2	52, 9	3, 2	15, 1
302	17 - 3 m	5, 3	54, 5	25, 1	16, 3	3, 46	17, 6
303	3 m	4, 6	40, 1	29, 1	26, 5	3, 5	16, 0

N° échantillon	Mat. organ. totale ‰	Humus total ‰	Acides humiq. ‰	Acides fulviq. ‰	Carb. ‰	Azote total ‰	Rapport C/N	Humus MO %	Eléments échangeables Ca O	Mg O	K_2O	Na_2O	T	S	V %	P_2O_5 assimil. ‰
									Milliéquivalents pour 100 Grammes							
301	16, 4	7, 0	1, 0	6, 0	9, 5	0, 75	12, 6	42, 6	2, 0	0, 15	0, 15	0, 09	12, 85	2, 40	18, 6	0, 005
302	8, 15	1, 0	0, 8	0, 2	4, 7	0, 49	9, 5	12, 2	2, 8	0, 05	0, 15	0, 09	18, 85	3, 10	17, 0	0, 005
303	1, 40	0, 8	0, 4	0, 4	0, 8	-	-	57, 1	1, 5	0, 09	0, 11	0, 09	15, 0	1, 80	12, 0	0, 005

Numéro échantil.	Perte au feu %	Résidu %	SiO_2 comb. %	Fe_2O_3 %	Al_2O_3 %	TiO_2 %	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	ELEMENTS TOTAUX Ca O‰	K_2O‰	P_2O_5‰
301	6, 30	55, 15	16, 7	5, 6	14, 45	1, 6	1, 95	1, 25	1, 40	0, 80
302	8, 35	30, 55	27, 0	8, 0	21, 35	1, 2	2, 10	1, 40	5, 3	0, 85
303	14, 20	28, 5	27, 4	8, 0	19, 45	1, 6	2, 40	0, 90	5, 0	1, 25

N° PROFIL : NB 49

Type du sol : Jaune faiblement ferrallitique

Roche-mère : microgranite

Végétation : forêt humide
Lieu : 1 km Ouest Ampasipohy

Numéro échantillon	Profondeur	Acidité pH	Argile %	Limon %	Sable fin %	Sable grossier %	Humidité équivalente %
491	0 - 75	4, 7	36, 8	11, 6	22, 0	28, 2	22, 6
492	75 - 130	4, 8	35, 3	19, 1	24, 0	20, 7	20, 0
493	130 - 150	4, 9	31, 2	15, 6	28, 0	24, 5	19, 3

N° échan-tillon	Mat. organ. totale ‰	Humus total ‰	Acides humiq. ‰	Acides fulviq. ‰	Carb. ‰	Azote total ‰	Rap-port C/N	Humus MO %	Eléments échangeables Ca O	Mg O	K_2O	Na_2O	T	S	V %	P_2O_5 assimil. ‰
									Milliéquivalents pour 100 Grammes							
491	1, 2	0, 9	0, 5	0, 4	0, 7	0, 32	2, 1	75	0, 70	0, 09	0, 27	0, 25	8, 85	1, 30	14, 6	0, 030
492	1, 2	1, 1	0, 8	0, 3	0, 7	0, 25	2, 8	91, 5	0, 55	0, 04	0, 32	0, 70	7, 4	1, 60	21, 6	0, 030
493	1, 05	1, 0	0, 6	0, 4	0, 6	0, 23	2, 6	95, 0	0, 55	0, 06	0, 27	0, 70	7, 4	1, 60	21, 6	0, 010

Numéro échantil.	ELEMENTS TOTAUX Ca O‰	K_2O‰	P_2O_5‰
491	0, 25	1, 30	0, 35
492	0, 25	0, 85	0, 40
493	0, 40	1, 0	0, 22

N° PROFIL : NA 32

Type du sol : Faiblement ferrallitique jaune de pediplaine.

Roche-mère : Pédiment
Erosion : Nappe

Végétation : Savane
Lieu : AMBILOBÉ (entre Isasy et Ambilobé)

Numéro échantillon	Profondeur	Acidité pH	Argile %	Limon %	Sable fin %	Sable grossier %	Humidité équivalente %
321	0 - 25	5, 8	10	26, 2	43, 3	15	1, 66
322	25 - 110	5, 3	29, 8	8, 7	39, 7	19, 9	1, 4

N° échan-tillon	Mat. organ. totale ‰	Humus total ‰	Acides humiq. ‰	Acides fulviq. ‰	Carb. ‰	Azote total ‰	Rap-port C/N	Humus MO %	Eléments échangeables Ca O	Mg O	K_2O	Na_2O	T	S	V %	P_2O_5 assimil. ‰
									Milliéquivalents pour 100 Grammes							
321	36, 8	9, 5	2, 5	7	21, 7	1, 55	14	40	1, 80	0, 50	0, 04	-	13, 2	2, 34	17	-
322	5, 2	-	0, 42	-	5, 59	0, 26	11, 5	-	1, 00	0, 20	0, 04	-	6	-	-	-

Numéro échantil.	Perte au feu %	Résidu %	SiO_2 comb. %	Fe_2O_3 %	Al_2O_3 %	TiO_2 %	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	ELEMENTS TOTAUX Ca O ‰	K_2O ‰	P_2O_5 ‰
321	9, 1	69, 3	8, 5	2, 25	8, 5	1, 52	1, 70	1, 05	0, 50	0, 45
322	8, 1	51, 2	18, 6	4	15, 3	0, 4	2, 04	-	-	-

N° PROFIL : NB 21

Type du sol : Faiblement ferrallitique rouge lithochrome
Roche-mère : Basalte scoriacé
Erosion : Nappe légère
Végétation : Savane, Steppe
Lieu : pente Bemoko

Numéro échantillon	Profondeur	Acidité pH	Argile %	Limon %	Sable fin %	Sable grossier %	Humidité équivalente %
211	0 - 20	6, 5	36, 4	26	29, 6	5, 7	39, 0
212	20 - 60	6, 4	35, 5	27, 7	31, 3	4, 6	48, 9
213	60 - 130	6, 0	22, 3	26, 5	41, 4	9, 2	48, 3
214	130 - 170	6, 3	26, 3	21, 8	39, 1	12, 1	-

N° échan-tillon	Mat. organ. totale ‰	Humus total ‰	Acides humiq. ‰	Acides fulviq. ‰	Carb. ‰	Azote total ‰	Rap-port C/N	Humus MO %	Eléments échangeables Ca O	Mg O	K_2O	Na_2O	T	S	V %	P_2O_5 assimil. ‰
									Milliéquivalents pour 100 Grammes							
211	21, 8	3, 3	0, 8	2, 5	12, 6	1, 62	7, 75	15, 1	8, 1	12, 2	0, 12	1, 15	34, 55	21, 55	62, 3	0, 195
212	4, 65	1, 8	0, 6	1, 2	2, 7	0, 43	6, 2	38, 7	8, 25	8, 6	0, 05	2, 50	31, 4	19, 4	61, 7	0, 200
213	3, 10	0, 9	0, 6	0, 4	1, 8	0, 37	4, 8	29, 0	8, 0	9, 2	0, 07	4, 46	34, 3	21, 7	63, 2	0, 185
214	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Numéro échantil.	Perte au feu %	Résidu %	SiO_2 comb. %	Fe_2O_3 %	Al_2O_3 %	TiO_2 %	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	ELEMENTS TOTAUX Ca O ‰	K_2O ‰	P_2O_5 ‰
211	-	-	-	-	-	-	-	4, 35	1, 02	3, 35
212	-	-	-	-	-	-	-	3, 5	0, 84	4, 05
213	-	-	-	-	-	-	-	2, 25	0, 72	3, 10
214	12, 21	4, 27	29, 65	18, 8	24, 10	10, 0	2, 1	3, 2	0, 35	4, 95

N° PROFIL : NB 6

Type du sol : Faiblement ferrallitique brun
Roche-mère : Ankaratrite
Erosion : Nappe
Végétation : Culture
Lieu : 500 m E. BEVOAY

Numéro échantillon	Profondeur	Acidité pH	Argile %	Limon %	Sable fin %	Sable grossier %	Humidité équivalente %
61	0 - 5	5, 6	50, 3	24, 1	20, 4	2, 7	36, 2
62	5 - 50	6, 1	71, 3	12, 7	10, 5	3, 1	40, 1
63	50 - 110	6, 4	55, 8	20, 2	20, 3	3, 0	40, 9

N° échantillon	Mat. organ. totale ‰	Humus total ‰	Acides humiq. ‰	Acides fulviq. ‰	Carb. ‰	Azote total ‰	Rapport C/N	Humus MO %	Eléments échangeables Ca O	Mg O	K_2O	Na_2O	T	S	V %	P_2O_5 assimil. ‰
									Milliéquivalents pour 100 Grammes							
61	31, 8	4, 1	0, 7	3, 3	18, 4	2, 35	12, 7	12, 8	6, 0	7, 2	0, 20	0, 70	23, 0	14, 1	61, 3	0, 010
62	5, 35	1, 7	0, 5	1, 2	3, 1	1, 38	4, 4	31, 7	6, 0	4, 6	0, 10	0, 40	18, 85	11, 1	58, 8	0, 010
63	3, 4	1, 0	0, 3	0, 7	2, 0	0, 40	5, 0	29, 4	6, 0	13, 0	0, 05	0, 70	21, 3	19, 75	92, 7	0, 070

Numéro échantil.	Perte au feu %	Résidu %	SiO_2 comb. %	Fe_2O_3 %	Al_2O_3 %	TiO_2 %	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	ELEMENTS TOTAUX Ca O ‰	K_2O ‰	P_2O_5 ‰
61	-	-	-	-	-	-	-	1, 75	0, 25	2, 0
62	14, 31	5, 06	26, 89	20, 4	28, 10	4, 6	1, 63	1, 75	0, 35	2, 0
63	14, 09	1, 33	29, 65	24, 0	27, 50	2, 6	1, 8	1, 75	0, 25	4, 50

N° PROFIL : NB 5

Type du sol : Ferrallitique typique rouge

Roche-mère : Schistes
Erosion : Ravins

Végétation : Savane
Lieu : route Ambatozavavy 1 km Bemanondro

Numéro échantillon	Profondeur	Acidité pH	Argile %	Limon %	Sable fin %	Sable grossier %	Humidité équivalente %
51	0 - 100	5, 6	64, 7	13, 3	16, 4	4, 9	35, 1
52	100 - 200	5, 3	60, 1	13, 5	22, 9	3, 1	36, 6
53	200 - 250	5, 3	54, 7	14, 5	27, 7	2, 5	36, 0

N° échantillon	Mat. organ. totale ‰	Humus total ‰	Acides humiq. ‰	Acides fulviq. ‰	Carb. ‰	Azote total ‰	Rapport C/N	Humus MO %	Eléments échangeables Ca O	Mg O	K_2O	Na_2O	T	S	V %	P_2O_5 assimil. ‰
									Milliéquivalents pour 100 Grammes							
51	4, 85	0, 7	0, 4	0, 3	2, 8	0, 37	7, 5	14, 4	1, 50	0, 04	0, 05	0, 55	9, 15	2, 15	23, 4	0, 050
52	5, 5	0, 5	0, 2	0, 3	3, 2	0, 28	11, 4	9, 1	0, 50	0, 07	0, 02	0, 25	7, 0	0, 85	12, 1	0, 010
53	1, 7	0, 5	0, 3	0, 2	1, 0	0, 19	5, 2	29, 4	0, 50	0, 32	0, 02	0, 42	16, 4	1, 25	7, 6	0, 010

Numéro échantil.	Perte au feu %	Résidu %	SiO_2 comb. %	Fe_2O_3 %	Al_2O_3 %	TiO_2 %	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	ELEMENTS TOTAUX Ca O ‰	K_2O ‰	P_2O_5 ‰
51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
53	14, 52	1, 18	22, 87	25, 6	30, 15	4	1, 30	0, 20	0, 12	3, 10

N° PROFIL : NB 23

Type du sol : Ferrallitique
Sol jaune rouge

Roche-mère : Rhyolites
Erosion : Nappe, modérée

Végétation : Savane, Steppe
Lieu : SAKATIA

Numéro échantillon	Profondeur	Acidité pH	Argile %	Limon %	Sable fin %	Sable grossier %	Humidité équivalente %
231	0 - 20	5, 9	37, 5	26, 9	21, 8	11, 0	21, 0
232	40 - 90	6, 1	62, 8	21, 6	9, 8	5, 0	27, 6
233	100 - 300	6, 3	54, 7	29, 3	13, 7	1, 6	32, 3
234	300 - 500	5, 5	34, 4	34, 4	30, 5	4, 2	-

N° échantillon	Mat. organ. totale ‰	Humus total ‰	Acides humiq. ‰	Acides fulviq. ‰	Carb. ‰	Azote total ‰	Rapport C/N	Humus MO %	Eléments échangeables Ca O	Mg O	K_2O	Na_2O	T	S	V %	P_2O_5 assimil. ‰
									Milliéquivalents pour 100 Grammes							
231	31, 1	5, 6	2, 6	3, 0	18, 0	1, 51	11, 9	18, 0	1, 6	0, 04	0, 20	0, 18	13, 4	2, 0	14, 9	0, 030
232	2, 25	1, 0	0, 8	0, 2	1, 3	0, 43	3, 0	4, 4	1, 0	0, 01	0, 02	1, 15	8, 15	2, 15	26, 3	0, 050
233	0, 5	0, 5	0, 4	0, 1	0, 3	0, 18		100	0, 7	0, 03	0, 05	4, 10	9, 85	4, 9	49, 7	0, 030
234	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Numéro échantil.	Perte au feu ‰	Résidu ‰	SiO_2 comb. %	Fe_2O_3 %	Al_2O_3 %	TiO_2 %	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	ELEMENTS TOTAUX Ca O ‰	K_2O ‰	P_2O_5 ‰
231	-	-	-	-	-	-	-	0, 85	0, 96	1, 15
232	-	-	-	-	-	-	-	0, 30	0, 30	0, 75
233	12, 73	10, 80	28, 90	7, 2	35, 45	2, 0	1, 4	0, 20	0, 30	0, 75
234	11, 18	18, 79	29, 53	7, 6	28, 80	2, 0	1, 75	0, 40	0, 10	0, 35

N° PROFIL : NB 56

Type du sol : Brun ferrallitique

Roche-mère : Basalte
Erosion : Nappe très modérée

Végétation : Avocat marron
Lieu : Route du centre km 7-8 Nosy-Bé.

Numéro échantillon	Profondeur	Acidité pH	Argile %	Limon %	Sable fin %	Sable grossier %	Humidité équivalente %
561	0 - 15	5, 4	49, 1	25, 2	20, 3	1, 4	34, 5
562	15 - 40	5, 2	53, 2	20, 6	21, 0	2, 2	35, 0
563	40 - 120	5, 4	61, 0	27, 3	9, 7	0, 7	35, 8
564	120 - 300	5, 8	62, 8	21, 5	10, 6	2, 3	36, 4

N° échan-tillon	Mat. organ. totale ‰	Humus total ‰	Acides humiq. ‰	Acides fulviq. ‰	Carb. ‰	Azote total ‰	Rap-port C/N	Humus MO %	Eléments échangeables Ca O	Mg O	K_2O	Na_2O	T	S	V %	P_2O_5 assimil. ‰
									Milliéquivalents pour 100 Grammes							
561			1, 0	0, 45	25, 2	2, 30	10, 0		3, 6	3, 7	0, 30		27, 4	7, 6	28, 5	0, 022
562			0, 55	0, 27	9, 60	1, 46	6, 5		2, 5	1, 8	0, 13		24	4, 4	18, 3	0, 020
563			0, 25	0, 29	2, 00	0, 65	3, 1		1, 4	1, 3	0, 12		22	2, 7	15	0, 052
564			0, 25	0, 22	2, 00	0, 35	5, 7		1, 4	2	0, 13		18, 7	3, 5	48	0, 046

Numéro échantil.	ELEMENTS TOTAUX Ca O ‰	K_2O ‰	P_2O_5 ‰
561	2, 94	0, 71	2, 92
562	2, 66	0, 73	1, 97
563	2, 59	0, 64	2, 89
564	2, 62	0, 62	3, 62

N° PROFIL : NA 13

Type du sol : Ferrallitique jaune sur épandage sableux

Roche-mère : Carapace

Végétation : Forêt sèche

Lieu : ANTANAMBAO

Numéro échantillon	Profondeur	Acidité pH	Argile %	Limon %	Sable fin %	Sable grossier %	Humidité équivalente %
131	0 - 40	4, 6	17, 3	3, 1	11, 9	65, 0	7, 8
132	2 m	4, 6	24, 1	4, 3	15, 0	55, 0	5, 6

N° échan-tillon	Mat. organ. totale ‰	Humus total ‰	Acides humiq. ‰	Acides fulviq. ‰	Carb. ‰	Azote total ‰	Rap-port C/N	Humus MO %	Eléments échangeables Ca O	Mg O	K_2O	Na_2O	T	S	V %	P_2O_5 assimil. ‰
									Milliéquivalents pour 100 Grammes							
131	38, 8	15, 0	3, 0	12, 0	22, 4	1, 26	17, 7	38, 6	1, 45	0, 12	0, 10	0, 04	17, 0	1, 70	1, 0	0, 010
132	19, 4	1, 5	0, 4	1, 1	1, 2	0, 26	4, 3	7, 7	1, 20	0, 10	0, 07	0, 09	11, 1	1, 45	13	0, 0025

Numéro échantil.	Perte au feu ‰	Résidu ‰	SiO_2 comb. %	Fe_2O_3 %	Al_2O_3 %	TiO_2 %	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	ELEMENTS TOTAUX Ca O‰	K_2O‰	P_2O_5‰
131	5, 70	84, 50	3, 52	1, 2	4, 45	0, 6	1, 35	0, 85	0, 35	0, 40
132	4	74, 95	7, 9	2	9, 5	0, 6	1, 40	0, 55	0, 40	0, 25

N° PROFIL : NA 3

Type du sol : Ferrallitique à cuirasse

Roche-mère : Grès schisteux
Erosion : Forte, ravins

Végétation : Forêt secondaire, savoka aristida, ravenala.
Lieu : presqu'île AMBATO

Numéro échantillon	Profondeur	Acidité pH	Argile %	Limon %	Sable fin %	Sable grossier %	Humidité équivalente %
31	0 - 20	5, 0	34, 0	14, 0	42, 2	8, 5	-
32	20 - 50	4, 9	51, 9	19, 4	13, 3	21, 5	
33	50 - 80	4, 7	40, 8	14, 4	40, 4	3, 5	-

N° échan-tillon	Mat. organ. totale ‰	Humus total ‰	Acides humiq. ‰	Acides fulviq. ‰	Carb. ‰	Azote total ‰	Rap-port C/N	Humus MO %	Eléments échangeables Ca O	Mg O	K_2O	Na_2O	T	S	V %	P_2O_5 assimil. ‰
									Milliéquivalents pour 100 Grammes							
31	32, 2	21, 0	4, 6	16, 4	18, 6	1, 48	12, 5	65, 2	0, 4	0, 10	0, 20	0, 17	11, 15	0, 85	7, 6	0, 010
32	9, 7	5, 4	1, 8	3, 6	5, 6	1, 11	5, 0	55, 6	0, 7	0, 05	0, 10	0, 26	10, 0	1, 10	11	0, 0
33	5, 0	3, 0	1, 5	1, 5	2, 9	1, 0	2, 9	60, 0	0, 2	0, 07	0, 05	0, 36	10, 3	0, 70	5, 8	0, 005

Numéro échantil.	Perte au feu %	Résidu ‰	SiO_2 comb. %	Fe_2O_3 %	Al_2O_3 %	TiO_2 %	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	ELEMENTS TOTAUX Ca O ‰	K_2O ‰	P_2O_5 ‰
31	7, 86	53, 05	15, 20	6, 40	5, 6	1, 6	1, 65	0, 85	1, 45	0, 7
32	7, 70	37, 57	23, 25	7, 60	21, 25	1, 9	1, 86	0, 70	2, 50	0, 5
33	7, 05	36, 68	23, 62	7, 20	23, 1	1, 1	1, 73	0, 70	2, 0	0, 4

N° PROFIL : NA 1

Type du sol : Ferrallitique à cuirasse

Roche-mère : Scorie basanitoïde
Erosion : Nappe légère

Végétation : Savoka anacardiers
Lieu : presqu'île AMBATO

Numéro échantillon	Profondeur	Acidité pH	Argile %	Limon %	Sable fin %	Sable grossier %	Humidité équivalente %
11	0 - 20	5, 4	42, 2	14, 8	26, 5	9, 2	-
12	20 - 40	5, 5	38, 1	6, 7	27, 0	27, 0	-
13	40 - 60	6, 0	52, 9	8, 5	16, 7	21, 0	-
14	60 - 80	5, 9	39, 7	11, 7	21, 0	28, 5	-

N° échantillon	Mat. organ. totale ‰	Humus total ‰	Acides humiq. ‰	Acides fulviq. ‰	Carb. ‰	Azote total ‰	Rapport C/N	Humus MO %	Eléments échangeables Ca O	Mg O	K_2O	Na_2O	T	S	V %	P_2O_5 assimil. ‰
									Milliéquivalents pour 100 Grammes							
11	90, 7	30, 5	8, 6	21, 9	52, 4	4, 67	11, 2	33, 6	2, 0	1, 30	0, 20	0, 36	18, 55	3, 85	20, 7	0, 017
12	19, 9	7, 5	1, 7	5, 8	11, 5	1, 12	10, 2	37, 6	0, 4	0, 15	0, 05	0, 36	7, 15	0, 95	13, 2	0, 010
13	10, 2	5, 0	1, 7	3, 3	5, 9	0, 70	8, 4	49, 0	0, 4	0, 12	0, 05	0, 17	5, 15	0, 75	14, 5	0, 010
14	6, 0	3, 6	1, 4	2, 2	3, 5	0, 46	7, 6	60, 0	0, 4	0, 07	0, 02	0, 09	4, 3	0, 60	13, 9	0, 010

Numéro échantil.	Perte au feu %	Résidu %	SiO_2 comb. %	Fe_2O_3 %	Al_2O_3 %	TiO_2 %	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	ELEMENTS TOTAUX Ca O ‰	K_2O ‰	P_2O_5 ‰
11	22, 72	17, 75	14, 58	14, 0	23, 90	6, 4	1, 03	1, 0	0, 50	2, 25
12	15, 50	20, 96	13, 07	15, 6	27, 90	6, 4	0, 75	0, 7	0, 30	2, 20
13	14, 21	21, 87	13, 32	15, 6	26, 25	6, 4	0, 86	0, 7	0, 30	2, 35
14	14, 37	19, 80	13, 32	16, 0	28, 80	7, 2	0, 78	1, 0	0, 18	2, 40

N° PROFIL : NA 2

Type du sol : Ferrallitique à cuirasse

Roche-mère : Basanite
Erosion : Nappe

Végétation : Prairie à Hyparrhenia
Lieu : presqu'île AMBATO

Numéro échantillon	Profondeur	Acidité pH	Argile %	Limon %	Sable fin %	Sable grossier %	Humidité équivalente %
21	0 - 20	5, 7	41, 3	28, 3	17, 4	8, 8	

N° échan-tillon	Mat. organ. totale ‰	Humus total ‰	Acides humiq. ‰	Acides fulviq. ‰	Carb. ‰	Azote total ‰	Rap-port C/N	Humus MO %	Eléments échangeables Ca O	Mg O	K_2O	Na_2O	T	S	V %	P_2O_5 assimil. ‰
									Milliéquivalents pour 100 Grammes							
21	49, 9	21, 0	5, 0	16, 0	28, 8	2, 37	12 1	42, 0	0, 9	0, 45	0, 05	0, 09	14, 3	1, 50	10, 4	0, 012

Numéro échantil.	ELEMENTS TOTAUX		
	Ca O‰	K_2O ‰	P_2O_5‰
21	1, 0	0, 18	3, 60

N° PROFIL : NBA 7

Type du sol : Sol de "tan"

Roche-mère : Mangrove desséchée
Erosion : Nulle

Végétation : -
Lieu : O. Bobasakoa

Numéro échantillon	Profondeur	Acidité pH	Argile %	Limon %	Sable fin %	Sable grossier %	Humidité équivalente %
71	0 - 40	8, 2	51, 0	23, 4	24, 0	1, 0	51, 55
72	40 - 90	8, 0	50, 4	10, 4	37, 7	1, 0	65, 0

N° échan-tillon	Mat. organ. totale ‰	Humus total ‰	Acides humiq. ‰	Acides fulviq. ‰	Carb. ‰	Azote total ‰	Rap-port C/N	Humus MO %	Eléments échangeables Ca O	Mg O	K_2O	Na_2O	T	S	V %	P_2O_5 assimil ‰
									Milliéquivalents pour 100 Grammes							
71	7, 95	1, 0	0, 8	0, 2	4, 6	0, 49	9, 3	12, 5	4, 5	25	1, 0	174	38, 0			1, 14
72	4, 15	1, 2	0, 9	0, 3	2, 4	0, 51	4, 7	28, 9	8, 7	24	33, 7	212	33, 5			2, 12

Numéro échantil.	ELEMENTS TOTAUX Ca O ‰	K_2O ‰	P_2O_5 ‰	Sels solubles ‰
71	3, 35	6, 35	2, 65	40, 5
72	4, 35	4, 9	3, 05	31

N° PROFIL : NA 17

Type du sol : Sol humique à gley

Roche-mère : Alluvions
Erosion : Nulle

Végétation : Marais
Lieu : BEDRAKAKA

Numéro échantillon	Profondeur	Acidité pH	Argile %	Limon %	Sable fin %	Sable grossier %	Humidité équivalente %
171	0 - 15	4, 0	43, 8	25, 4	21, 7	2, 2	40, 0
172	15 - 60	3, 9	56, 2	21, 0	16, 8	1, 3	42, 6
173	60	3, 9	59, 3	18, 3	19, 2	1, 0	35, 4

N° échan-tillon	Mat. organ. totale ‰	Humus total ‰	Acides humiq. ‰	Acides fulviq. ‰	Carb. ‰	Azote total ‰	Rap-port C/N	Humus MO %	Eléments échangeables Ca O	Mg O	K_2O	Na_2O	T	S	V %	P_2O_5 assimil. ‰
									Milliéquivalents pour 100 Grammes							
171	87, 6	32, 5	11, 4	21, 1	50, 6	3, 90	12, 9	37, 1	0, 7	4, 35	0, 20	1, 30	26, 3	6, 65	25, 2	0, 010
172	67, 2	27, 0	9, 6	17, 4	38, 8	3, 05	12, 7	24, 8	0, 4	6, 60	0, 40	0, 40	32, 85	7, 8	23, 7	0, 030
173	23, 2	4, 2	0, 5	3, 7	13, 4	0, 55	24, 3	18, 1	0, 5	7, 35	0, 30	0, 55	22, 85	8, 7	38, 0	0, 007

Numéro échantil.	ELEMENTS TOTAUX		
	Ca O ‰	K_2O ‰	P_2O_5 ‰
171	0, 75	2, 75	1, 10
172	0, 55	2, 40	0, 85
173	1, 0	3, 0	0, 55

N° PROFIL : NA 33

Type du sol : Gris hydromorphe de bas-fonds
Roche-mère : Pédiment
Erosion : Nulle
Végétation : Rizière
Lieu : N.Ambilobé aux environs Tanambao

Numéro échantillon	Profondeur	Acidité pH	Argile %	Limon %	Sable fin %	Sable grossier %	Humidité équivalente %
331	0 - 5	4, 8	48, 3	23, 7	23, 7	23, 2	35, 7
332	5 - 35	4, 6	34, 5	46	12, 7	3, 4	32
333	35 - 80	-	-	-	-	-	-

N° échantillon	Mat. organ. totale ‰	Humus total ‰	Acides humiq. ‰	Acides fulviq. ‰	Carb. ‰	Azote total ‰	Rapport C/N	Humus MO %	Eléments échangeables Ca O	Mg O	K_2O	Na_2O	T	S	V %	P_2O_5 assimil. ‰
									Milliéquivalents pour 100 Grammes							
331	22, 3		1, 3		13	1, 44	9		5	1, 98	0, 40		20, 6	7, 38	35	
332	5, 6		0, 25		3, 26	0, 66	4, 9		4, 5	1, 0	0, 30				30	

Numéro échantil.	ELEMENTS TOTAUX Ca O ‰	K_2O ‰	P_2O_5 ‰
331	2, 50	1, 50	1, 10
332	2, 80	2, 00	1, 16

N° PROFIL : NA 57

Type du sol : Sol engorgement temporaire de surface limono-sableux

Roche-mère : Alluvions
Erosion : Nulle

Lieu : E. Sosumav

Numéro échantillon	Profondeur	Acidité pH	Argile %	Limon %	Sable fin %	Sable grossier %	Humidité équivalente %
571	0 - 40	4, 8	20, 9	43, 4	28, 2	2, 2	39, 6
572	40 - 60	5, 6	29, 9	38, 0	25, 9	3, 5	39, 5

N° échan-tillon	Mat. organ. totale ‰	Humus total ‰	Acides humiq. ‰	Acides fulviq. ‰	Carb. ‰	Azote total ‰	Rap-port C/N	Humus MO %	Eléments échangeables Ca O	Mg O	K_2O	Na_2O	T	S	V %	P_2O_5 assimil. ‰
									Milliéquivalents pour 100 Grammes							
571	4, 7		1, 4		10, 5	1, 22	8, 6		7, 2	5	0, 37	0, 10	29, 4	12, 7	43, 1	0, 051
572	4, 4		1, 1		6, 00	1, 00	6, 0		3, 6	5	0, 44	0, 12	20	9, 4	47	0, 05

Numéro échantil.	ELEMENTS TOTAUX		
	Ca O ‰	K_2O ‰	P_2O_5 ‰
571	5, 39	3, 23	2, 15
572	4, 06	3, 38	1, 63

N° PROFIL : NA 16

Type du sol : Engorgement temporaire de surface argilo-limoneux

Roche-mère : Alluvions
Erosion : Nulle

Végétation : Culture
Lieu : KINGANIO

Numéro échantillon	Profondeur	Acidité pH	Argile %	Limon %	Sable fin %	Sable grossier %	Humidité équivalente %
161	0 - 8	5, 2	35, 2	29, 2	26, 5	5, 5	-
162	8 - 30	5, 4	42, 4	26, 0	23, 5	6, 5	-
163	30 - 100	-	-	-	-	-	-

N° échan-tillon	Mat. organ. totale ‰	Humus total ‰	Acides humiq. ‰	Acides fulviq. ‰	Carb. ‰	Azote total ‰	Rap-port C/N	Humus MO %	Eléments échangeables Ca O	Mg O	K_2O	Na_2O	T	S	V %	P_2O_5 assimil. ‰
									Milliéquivalents pour 100 Grammes							
161	44, 3	11, 6	1, 4	10, 2	25, 6	2, 0	12, 8	26, 1	5, 0	0, 68	0, 47	0, 09	20, 55	6, 20	34	0, 012
162	20, 9	9, 0	1, 8	7, 2	12, 1	1, 5	8, 05	43, 0	3, 2	0, 5	0, 20	0, 09	16, 55	4	24, 6	0, 007
163	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Numéro échantil.	ELEMENTS TOTAUX Ca O ‰	K_2O ‰	P_2O_5 ‰
161	1, 90	3, 85	1, 50
162	1, 25	2, 75	1, 20

N° PROFIL : NA 53

Type du sol : Sol hydromorphe

Roche-mère : Alluvions
Erosion : Nulle

Végétation : Rizières
Lieu : SOSUMAV

Numéro échantillon	Profondeur	Acidité pH	Argile %	Limon %	Sable fin %	Sable grossier %	Humidité équivalente %
531	0 - 40	6, 2	23, 90	16, 60	39, 20	18, 20	26, 5
532	40 - 70	7, 5	22, 60	13, 80	24, 30	37, 20	19
533	70 - 110	7, 2	9, 20	1, 04	20, 70	67	9, 2

N° échan-tillon	Mat. organ. totale ‰	Humus total ‰	Acides humiq. ‰	Acides fulviq. ‰	Carb. ‰	Azote total ‰	Rap-port C/N	Humus MO %	Eléments échangeables Ca O	Mg O	K_2O	Na_2O	T	S	V %	P_2O_5 assimil. ‰
									Milliéquivalents pour 100 Grammes							
531	17, 2	8, 4	4, 0		10, 0	0, 87	8, 7		8, 01	5, 09	0, 14	0, 70	20, 7	13, 85	66	0, 048
532	4, 3	3, 2	2, 4		2, 5	0, 39	6, 15		5, 09	4, 06	0, 25	0, 61	13, 55	12, 2	90	0, 064
533	1, 6	1, 7	0, 6		0, 95	0, 19	5		3, 02	1, 78	0, 25	0, 28	6, 55	5, 3	81	0, 052

Numéro échantil.	ELEMENTS TOTAUX Ca O ‰	K_2O ‰	P_2O_5 ‰
531	4, 90	1, 22	1, 52
532	2, 62	1, 0	1, 16
533	1, 85	0, 92	1, 10

N° PROFIL : NA 48

Type du sol : Hydromorphe argileux

Roche-mère : Alluvions
Erosion : Nulle

Végétation : Rizière
Lieu : ANTSAHAMBA LAHY

Numéro échantillon	Profondeur	Acidité pH	Argile %	Limon %	Sable fin %	Sable grossier %	Humidité équivalente %
481	0 - 20	5, 0	48, 9	32, 9	8, 9	3, 6	37, 6
482	20 - 50	7, 0	43, 3	31, 2	11, 7	5, 3	31, 7
483	50 - 85	8, 2	27, 2	33, 5	28, 2	9, 1	21, 0
484	85 - 150	8, 4	6, 9	12, 0	73, 6	6, 1	17, 0

N° échan-tillon	Mat. organ. totale ‰	Humus total ‰	Acides humiq. ‰	Acides fulviq. ‰	Carb. ‰	Azote total ‰	Rap-port C/N	Humus MO ‰	Eléments échangeables Ca O	Mg O	K_2O	Na_2O	T	S	V %	P_2O_5 assimil. ‰
									Milliéquivalents pour 100 Grammes							
481	24, 1		1, 3		14, 0	1, 75	8, 0		7, 60	2, 90	0, 10	0, 27	26, 3	10, 87	41, 4	0, 006
482	13, 10		2, 2		7, 60	0, 81	9, 3		10, 2	4, 2	0, 12	0, 70	20, 4	15, 2	74	0, 006
483	5		0, 8		2, 88	0, 34	8, 2		8, 10	4, 0	0, 16	1, 10	14, 3	13, 4	-	0, 006
484	1, 30		0, 25		0, 76	0, 17	4, 5		5, 10	2, 6	0, 14	1, 10	9, 3	9	-	0, 004

Numéro échantil.	ELEMENTS TOTAUX Ca O ‰	K_2O ‰	P_2O_5 ‰
481	3, 53	2, 40	1, 12
482	3, 81	2, 34	1, 29
483	4, 58	2, 36	0, 83
484	4, 20	2, 49	0, 84

N° PROFIL : NA 52

Type du sol : Sol à alcalis

Roche-mère : Alluvions
Erosion : Nulle

Végétation : Cyperacées
Lieu : SOSUMAV

Numéro échantillon	Profondeur	Acidité pH	Argile %	Limon %	Sable fin %	Sable grossier %	Humidité équivalente %
521	0 - 50	6, 7	23, 2	16, 5	54, 9	3, 8	32, 2
522	50 - 70	8, 1	27, 5	14, 6	51, 3	3, 7	31, 2
523	70	9, 1	26, 2	14, 3	55, 3	3, 3	35, 5

N° échan-tillon	Mat. organ. totale ‰	Humus total ‰	Acides humiq. ‰	Acides fulviq. ‰	Carb. ‰	Azote total ‰	Rap-port C/N	Humus MO %	Eléments échangeables Na_2O	Ca O	Mg O	K_2O	T	S	V %	P_2O_5 assimil ‰
									Milliéquivalents pour 100 Grammes							
521	17, 2		5, 6		10, 0	1, 08	9, 2		0, 25	1, 05	0, 2	0, 17	11, 30	5, 9	20, 7	-
522	6, 5		3, 2		3, 8	0, 42	9, 3		1, 16	1, 90	0, 84	0, 02	4, 30	14, 6	-	0, 144
523	3, 4		1, 0		2, 0	0, 31	6, 4		3, 9	2, 65	0, 99	0, 03	20, 7	26, 9	-	0, 173

Numéro échantil.	ELEMENTS TOTAUX Ca O ‰	K_2O ‰	P_2O_5 ‰	Sels solubles ‰
521	2, 40	3, 15	2, 16	0, 24
522	4, 35	2, 43	2, 18	0, 28
523	11, 90	1, 83	1, 91	0, 75

EXECUTION ET IMPRESSION RAMBAULT & GUIOT 1-1965

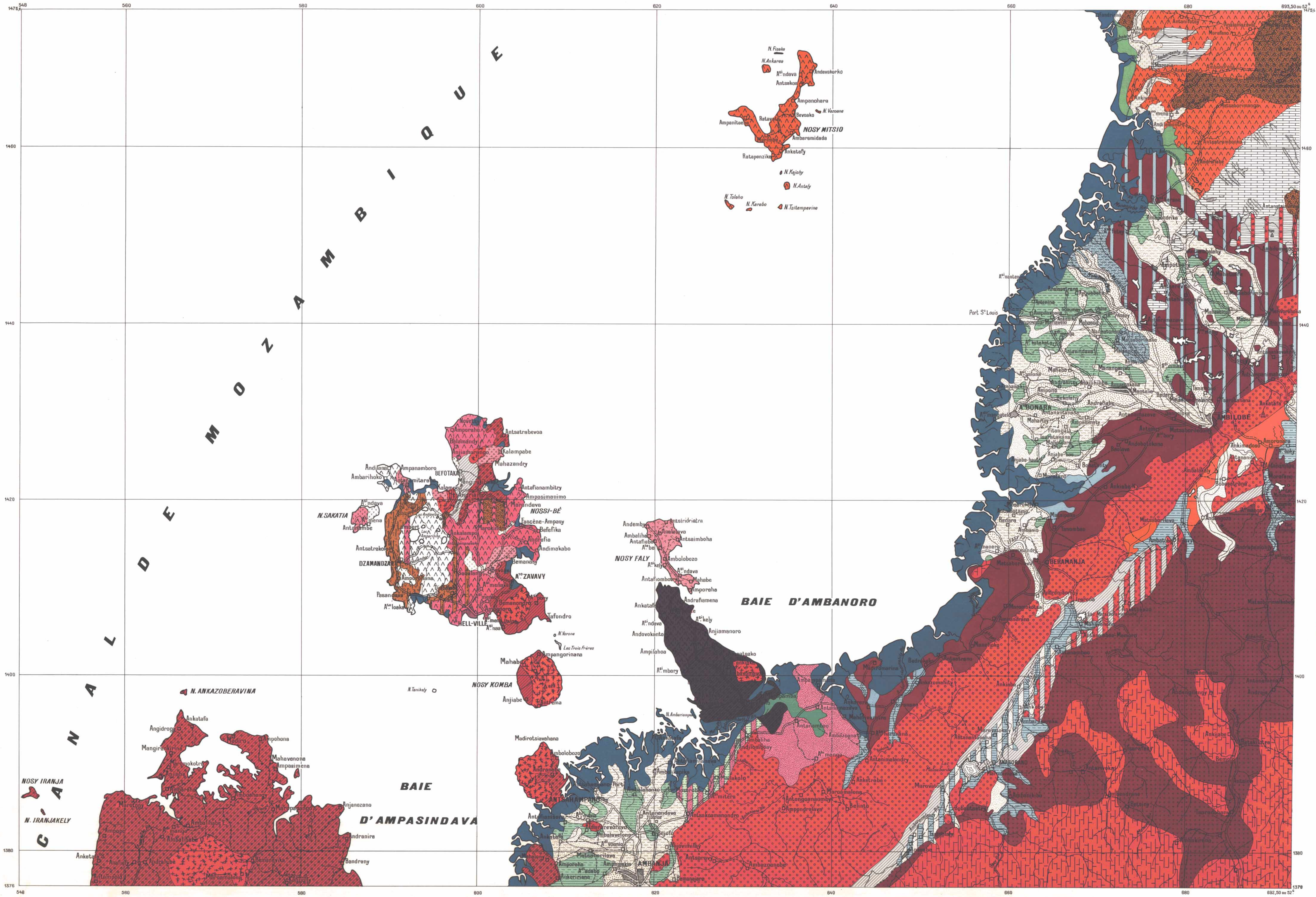
O. R. S. T. O. M.

Direction générale :
24, rue Bayard, PARIS-8e

Service Central de Documentation :
70 à 74 route d'Aulnay, BONDY (Seine)

Centre de Tananarive
B.P. 434, TANANARIVE (Rép. Malgache)

O. R. S. T. O. M. Editeur
Dépôt légal 1er trim. 1965



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE O.R.S.T.O.M DE TANANARIVE

RÉPUBLIQUE MALGACHE

CARTE PÉDOLOGIQUE DE RECONNAISSANCE AU 1/200.000

FEUILLE N° 2

AMBILOBÉ

LEVÉS DE F. BOURGEAT ET J. VIEILLEFON

ECHELLE 1/200000

0 5 10 15 20 Km

LÉGENDE

SOLS MINÉRAUX BRUTS

SOLS D'EROSION

- Sols squelettiques sur rhyolite
- Sols squelettiques sur basalte scoriacé
- Sols squelettiques sur marnes et sols brun-calcaire
- Sols squelettiques sur schistes
- Sols squelettiques sur calcaire de l'Ankarana

SOLS PEU ÉVOLUÉS

SOLS ALLUVIAUX

- Sableux (sable grossier)
- Sableux fin
- Limono-sableux
- Sols alluviaux argileux d'origine marno-basaltique
- Sols alluviaux argilo-limoneux d'origine basaltique

SOLS A "MULL"

SOLS BRUNS EUTROPHES

- Sols bruns à brun-jaune sur basalte et cendres
- Sols bruns à brun-jaune sur tufs et scories
- Sols bruns sur rouges sur cendres récentes et lapillis

SOLS A SESQUIOXYDES INDIVIDUALISÉS

SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX

- Sols brun-rouge et brun-jaune sur basalte
- Sols ferrugineux à concrétions

SOLS FERRALLITIQUES

SOLS FAIBLEMENT FERRALLITIQUES

- Sols rouges sur migmatite
- Sols rouges sur grès
- Sols rouge à orangé sur grès et schistes liasiques
- Sols jaune à rouge sur granite et syénite
- Sols jaune à ocre sur gneiss
- Sols jaunes de pédiplaine
- Sols bruns caillouteux sur ankaratrite
- Sols rouges lithochromes sur scories

SOLS FERRALLITIQUES TYPIQUES

- Sols jaunes et rouges sur lias schisteux
- Sols jaunes et rouges sur rhyolite
- Sols brun-jaune sur basalte
- Sols jaunes sur épandages sableux récents

SOLS FERRALLITIQUES CUIRASSÉS

- Sur grés et schistes intercalés
- Sur basalte et basanitoïdes

SOLS HALOMORPHES

- Sols salins ou sols de "tan"

SOLS HYDROMORPHES

SOLS HUMIQUES A GLEY

- Sols modaux
- Sols de Mangrove

SOLS A HYDROMORPHIE D'ENSEMBLE OU DE SURFACE

SOLS GRIS DE BAS-FONDS

- Sols gris de bas-fonds

SOLS TACHETÉS

- Sols à engorgement temporaire de surface limono-sableux
- Sols à engorgement temporaire de surface argilo-limoneux

SOLS HYDROMORPHES LOCALEMENT ALCALINISÉS

- Sols limono-argileux
- Sols argileux

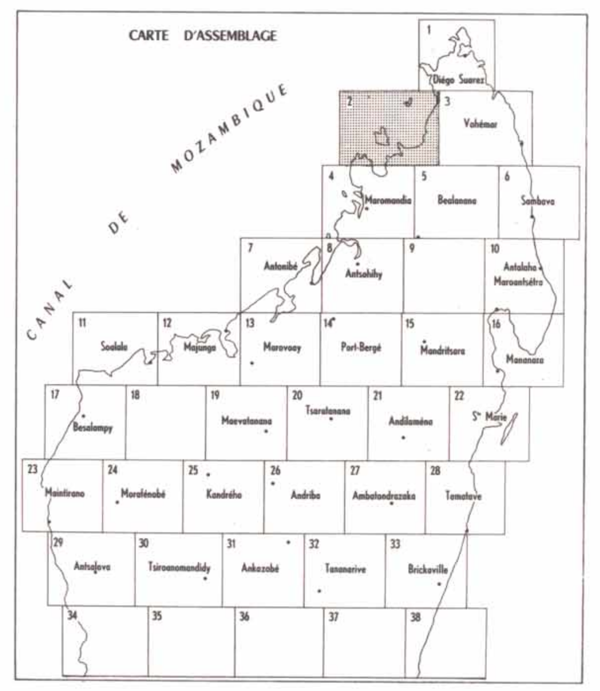
JUXTAPOSITIONS DE SOLS

- Sols brun-jaune sur basalte + Sols squelettiques sur basalte scoriacé
- Sols rouges sur grès + Sols squelettiques sur marnes et sols brun-calcaire
- Sols jaunes de pédiplaine + Sols gris de bas-fonds
- Sols bruns sur rouges sur cendres récentes et lapillis + Sols brun-jaune sur basalte
- Sols squelettiques sur schistes + Sols rouges sur grés
- Sols alluviaux sableux fins + Sols à engorgememt temporaire de surface argilo-limoneux
- Sols bruns à brun-jaune sur tufs et scories + Sols brun-jaune sur basalte
- Sols jaunes sur épandages sableux récents + Sols limono-sableux

SIGNES CONVENTIONNELS

- Ville
- Village
- Terrain d'Aviation
- Point géodésique
- Route principale
- Route secondaire
- Piste jeepable
- Sentier
- Récif
- Rivière
- Lac
- Escarpement

CARTE D'ASSEMBLAGE



SERVICE CARTOGRAPHIQUE DE L'O. R. S. T. O. M. 1965

IMPRESSION RAMBAULT & GUIOT - PARIS . N° 512 . Dépot légal: 4ème trimestre 1965