

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

NOTICES
SUR LES
CARTES PÉDOLOGIQUES DE RECONNAISSANCE

Feuille n° 7

Antonibe

par

J. VIEILLEFON

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

1961

SOMMAIRE

	Pages
INTRODUCTION.....	5
GÉNÉRALITÉS.....	5
La région.....	5
Les facteurs de la pédogénèse.....	7
— les roches mères.....	7
— le climat.....	9
— la végétation.....	12
— le facteur humain — les cultures.....	13
PHÉNOMÈNES PÉDOLOGIQUES PRINCIPAUX.....	14
Décalcification.....	14
Ferruginisation.....	17
Hydromorphie.....	18
Erosion et apport.....	18
CLASSIFICATION DES SOLS ET ÉTUDE DES PRINCIPAUX TYPES.....	19
Sols ferrugineux tropicaux.....	20
Sols calcimorphes.....	29
Sols halomorphes.....	34
Sols hydromorphes.....	36
Sols d'apports.....	42
Sols squelettiques.....	46
MISE EN VALEUR.....	46
Utilisation actuelle des terres.....	47
Possibilités.....	48
CONCLUSIONS.....	50
RÉSULTATS ANALYTIQUES.....	51

— ANTONIBE —

	Alluvions et mangrove
	Carapace sableuse
	Grès et argiles (Pliocène)
	Calcaire, marno-calcaire sableux
	Calcaires et dolomies karstiques (quelquefois decalcifiés)
	Marnes crayeuses et calcaires marneux
	Calcaire cristallin (Bepilipily) et marno-sableux
	Calcaire marneux et marnes
	Grès grossier, grès fin, argiles
	Basaltes

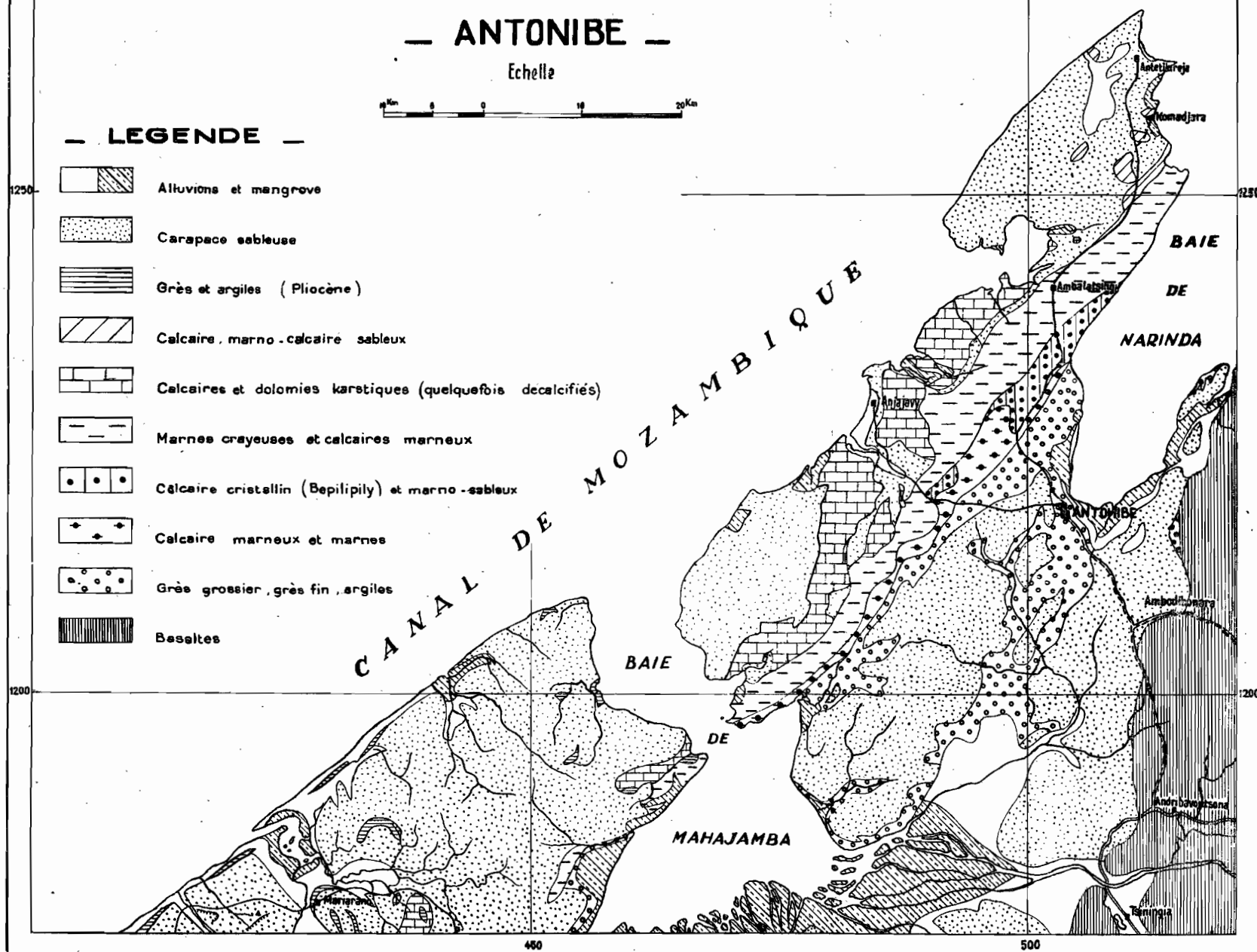


Fig. 2

INTRODUCTION

La carte n° 7, centrée sur Antonibe, chef-lieu de gouvernement du district d'Analalava, fait suite vers le Nord à la carte n° 13 (Marovoay-Mahajamba), dressée par P. SEGALEN en 1953-1954 (10). Les notions concernant les premières prospections botaniques ou géologiques sont donc les mêmes ; nous n'ajouterons que quelques documents récents :

— au point de vue humain, la prospection de l'îlot Manja à l'entrée du goulot de la baie de la Mahajamba par Ch. POIRIER (6) ;

— au point de vue géologique, la prospection de la presqu'île de Narinda par le bureau de recherche du pétrole, lequel a dressé une carte au 1/100.000^e, en 1957-1958 ;

— au point de vue pédologique, l'étude des « Sols salés de la baie de Narinda », par R. DIDIER de St-Amand en 1957 (2).

Pour le lever cartographique, nous avons utilisé les cartes au 1/100.000^e du Service géographique de Madagascar OP 36, O 37, P 37, LM 38, N 38, O 38, P 38. Les cartes géologiques au 1/200.000^e (1) et la carte au 1/100.000^e de la baie de Narinda du B.R.P. nous ont également servi. Enfin, les photos aériennes de l'ensemble de la carte ont été consultées.

La prospection de la carte n° 7 a été faite, partie en 1958, partie en 1959, avec la collaboration de l'aide-pédologue J.-R. RATAIMY. Les échantillons recueillis ont été analysés par le laboratoire sous la direction de Mme RUF et la carte dessinée par N. NIMBOL.

GENERALITES

LA RÉGION (fig. 1)

La surface cartographiée s'étend le long de la mer au nord-est de Majunga. Limitée le long d'une diagonale SO-NE par la mer, elle est bordée à l'Est par un méridien passant à 20 kilomètres à l'ouest d'Analalava et au Sud par une ligne suivant le fond de la baie de la Mahajamba.

La profonde coupure de la baie de la Mahajamba sépare deux parties bien distinctes :

— la presqu'île d'Ambenja formée principalement d'un plateau se relevant d'Ouest en Est de 40 à 150 mètres environ, suivi vers l'Est d'un ressaut de 50 mètres et se terminant par un surplomb de 100 mètres sur la baie de la Mahajamba. Le plateau est très disséqué et une vaste plaine marécageuse est développée au Sud-Ouest, près de Mariarano, enfin la baie est largement échancrée à l'Ouest près d'Ampasimaleotra ;

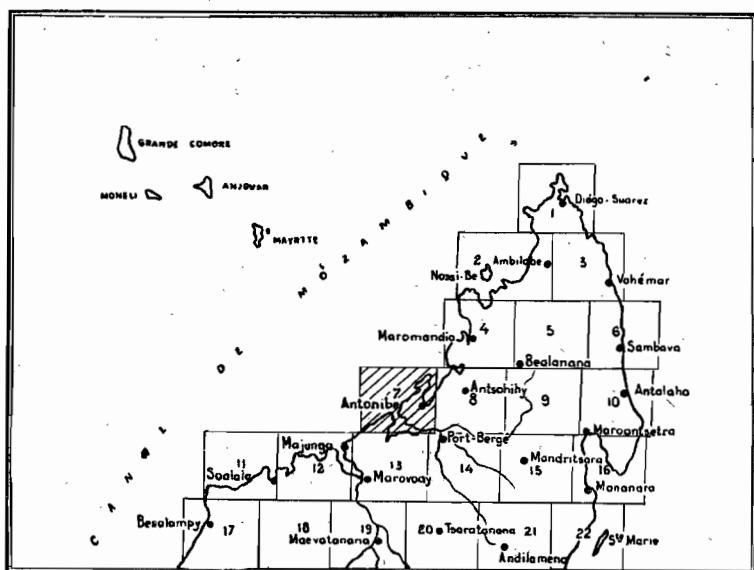


Fig. 1. Croquis de situation

— la presqu'île d'Antonibe, au sens large du terme, allongée SO-NE, formée d'un plateau de 40 à 100 mètres très disséqué par l'érosion, suivi vers l'Est d'une zone de basses collines très érodées elles aussi auxquels fait suite vers le Sud le vaste banja de la Tsiribihina, avant de remonter à l'Est par les collines basaltiques, surtout développées sur la feuille voisine. Dans le nord de la presqu'île de Narinda, on observe de nombreux lacs plus ou moins asséchés et la large échancrure de la baie de Moramba dont les nombreux rochers calcaires à parois verticales recouvertes de végétation évoquent, paraît-il, le paysage de la baie d'Along.

Le fond de la baie de la Mahajamba est formé d'importants dépôts de mangrove qui se continuent vers l'Est par ceux de la Sofia.

Si la baie est déjà presque entièrement comblée, les fonds dépassant rarement 5 mètres, le goulot de sortie entre la presqu'île d'Ambenja et l'île Manja atteint plus de 100 mètres de profondeur, pour 3 kilomètres de large seulement.

La Sofia, descendue des pentes du Tsaratanàna, et la Mahajamba sont les responsables du fort envasement de la baie dont l'eau est toujours de couleur brique, un fort bouchon vaseux se déplaçant continuellement d'un bout à l'autre du goulot.

Vers l'Est, de vastes plaines dues à l'alluvionnement de la Sofia ne sont pas encore utilisées pour l'agriculture et offrent d'intéressantes perspectives, particulièrement la Tsiribihina, près de Mahadrodoka. Vers le Nord, les cours d'eau sont peu importants et d'un écoulement faible.

La baie de Narinda s'avance profondément et parallèlement au canal de Mozambique, jusqu'à Antonibe, qui fut jadis un port important. Maintenant le fond de la baie est envasé et ensablé. Elle est dominée à l'Ouest par de hautes falaises calcaires.

La région étant formée exclusivement dans les séries sédimentaires, et les pendages étant faibles, les reliefs de plateaux seraient très répandus si l'érosion n'avait disséqué la plupart d'entre eux après ou pendant que se formait la couverture sableuse d'une grande partie des terrains.

Néanmoins, on observe parfois de ces surfaces structurales soulignées çà et là par des cuirasses ou des lits de galets, vers l'altitude 80 mètres.

Le long de la Sofia, à la hauteur de Morafeno, une terrasse en voie de démantèlement peut être observée d'altitude moyenne plus 5 mètres, avec des bancs à huitres à la côte plus 2 mètres.

Citons, enfin, les galets de plage trouvés par M. BESAIRIE au nord de Komadjara, vers la pointe de la presqu'île de Narinda.

LES FACTEURS DE LA PÉDOGÉNÈSE

A. — LES ROCHES MÈRES (*carte des roches mères, fig. 2*)

La prospection géologique de la région, commencée par le Révérend BARON et COLCANAP, a été faite en détail par BESAIRIE en 1931, dans une carte au 1/200.000^e. Notons que l'intérêt de la presqu'île de Narinda réside dans sa grande richesse en fossiles.

Dernièrement une carte plus précise était faite par le Bureau des pétroles.

La carte porte uniquement sur des roches sédimentaires, du Crétacé moyen à l'Eocène, le Pliocène n'étant présent qu'en de rares endroits sous forme de grès et sable. On trouvera, dans un ordre chronologique, des bandes de roches variées à structure monoclinale, allongées grossièrement NE-SO :

— des basaltes principalement formés de labradorites et saskavites contenant 44 à 60 p. 100 d'anorthite, assez riches en silice.

L'analyse d'un échantillon prélevé près d'Analalava a donné (4) :

SiO ₂	39,7
Al ₂ O ₃	30,7
Fe ₂ O ₃	11,8
Fe O.....	0,11
Mg O.....	4,6
CaO.....	6
Na ₂ O.....	3,4
K ₂ O.....	0,1
TiO ₂	0,5
P ₂ O ₅	1

Vers Port-Bergé on se rapproche des andésites avec plus de silice et moins d'alumine et d'oxyde ferrique.

Ces coulées basaltiques d'âge Turonien subsistent en plateaux découpés assez fortement sur le versant Ouest, où ils sont en contact avec les grès sous-jacents.

— des grès de textures variées mêlés à des argiles : d'abord argileux, ils passent à des grès fins au Campanien dans les portions marines, mais la formation usuelle est un grès grossier d'origine continentale. On ne les rencontre d'ailleurs que dans des zones où la carapace a été enlevée par l'érosion où ils sont eux-mêmes fortement ravinés et ne portent pour ainsi dire pas de sol ;

— des marnes et calcaires marneux du Maestrichtien, épais d'environ 50 mètres, qui forment de belles falaises sur la bordure N-O de la baie de la Mahajamba. Elles sont surmontées d'un banc dur et on en suit très bien les dalles dans la végétation et sur la photo aérienne. Par endroits, la roche a donné des sols peu épais sauf dans les dépressions monoclinales où il y a une certaine concentration de matériaux désagrégés ;

— des marnes crayeuses et calcaires marneux plus tendres rapportés au Paléocène, qui, eux, ont été plus profondément altérés, mais qui donnent encore des falaises sur la baie de Narinda ;

— des calcaires et dolomies karstiques de l'Eocène fortement lapiazés formant un relief en « tours » (*Turm-karst*), ayant subi une certaine désagrégation mais il est fort difficile de retrouver les stades décalcifiés en raison du mélange d'éléments sableux plus récents.

Les *tsingy*, c'est le nom de ces formations calcaires, portent une forêt sèche typique, les racines des arbres s'enfonçant profondément dans le calcaire en le dissolvant progressivement, sans que l'on trouve trace des produits de désagrégation ;

— mis à part les marnes et calcaires du Lutetien, et les grès et argiles Pliocène, peu répandus, on trouve, recouvrant indifféremment toutes les roches mères précédentes, une formation sableuse récente, appelée « carapace sableuse » par les géologues. Cette formation donne généralement naissance à des sols profonds, mais elle n'est parfois que de faible épaisseur, particulièrement sur les basaltes. Dans la région, elle serait due à la désagrégation des grès Senoniens ;

— viennent enfin les alluvions diverses récentes, parmi lesquelles les dépôts de mangrove prennent une très grande part, non seulement dans les deltas de la Mahajamba et de la Sofia, mais aussi sur presque toute la côte, en particulier au N-O de Mariarano; la baie de Langany, le fond de la baie de Narinda, où il a existé des marais salants. Vers l'intérieur, les dépôts de mangrove sont recouverts d'alluvions tandis que le retour de la marée y est de plus en plus espacé.

Notons enfin des alluvions peu étendues le long de la Sofia et vers Tsiningia.

B. — LE CLIMAT

Il n'y a pas de stations météorologiques dans la zone prospectée, seules les pluies sont mesurées à Antonibe. Aussi y ajouterons-nous les observations faites à Analalava et Port-Bergé (11). Sur une vingtaine d'années les moyennes sont les suivantes :

PLUIES

	Antonibe	Analalava	Port-Bergé
Janvier	515	532	479
Février	386	473	407
Mars	263	219	265
Avril	73	85	43
Mai	5	11	5
Juin	3	7	1
Juillet	3	5	2
Août	2	3	2
Septembre	5	11	2
Octobre	21	51	17
Novembre	99	188	110
Décembre	203	312	243
TOTAL	1.578	1.896	1.576
Maxima 24 heures	189	256	244

TEMPÉRATURES

(Moyennes des maxima et des minima)

	Analalava		Port-Bergé	
	maxima	minima	maxima	minima
Janvier	30,3	23,2	32,7	22,8
Février	30,3	23,1	32,9	23
Mars	31,3	23,3	33,5	22,8
Avril	32,3	23	33,5	21,5
Mai	32	21,7	32,8	18,6
Juin	30,9	20,2	31,5	16,2
Juillet	30,9	19,8	31,1	15,1
Août	31,5	19,8	32	16
Septembre	32,2	20,4	33,8	17,8
Octobre	31,9	21,7	35,6	20
Novembre	31,4	29,7	36,1	21,9
Décembre	31,1	23	34,9	22,5
Moyennes	31,3	21,8	39,4	19,8
	26,5		26,6	

Les moyennes des précipitations nous montrent qu'il tombe de novembre à mars de 91 p. 100 à 96 p. 100 des chutes annuelles en passant des bords de mer (Analalava) à l'intérieur (Port-Bergé). Pour une même température moyenne, les amplitudes sont plus fortes à Port-Bergé qu'à Analalava.

L'étude des valeurs de l'évapotranspiration potentielle et réelle par la méthode PRESCOTT (8), pour les stations d'Analalava et Port-Bergé (fig. 3 et 4), nous montre que le déficit en eau entre la fin de l'utilisation de la réserve de saison des pluies et la reconstitution de cette réserve à la saison suivante dure de six à sept mois, pendant lesquels les cultures seront impossibles sans irrigation, le déficit s'accroît d'ailleurs de la côte vers l'intérieur : 727 à 1021 millimètres.

Les considérations précédentes nous amènent à définir le climat comme :

— subhumide, mégathermique, à forte déficience en eau en période fraîche.

Il serait intéressant de connaître le climat du sol ou « pédoclimat » ; malheureusement aucune mesure n'a été faite, et nous nous en tiendrons aux indications de l'évapotranspiration.

Il est à noter que le drainage et le ruissellement sont importants et l'on peut penser, surtout pour les sols à texture grossière, à une

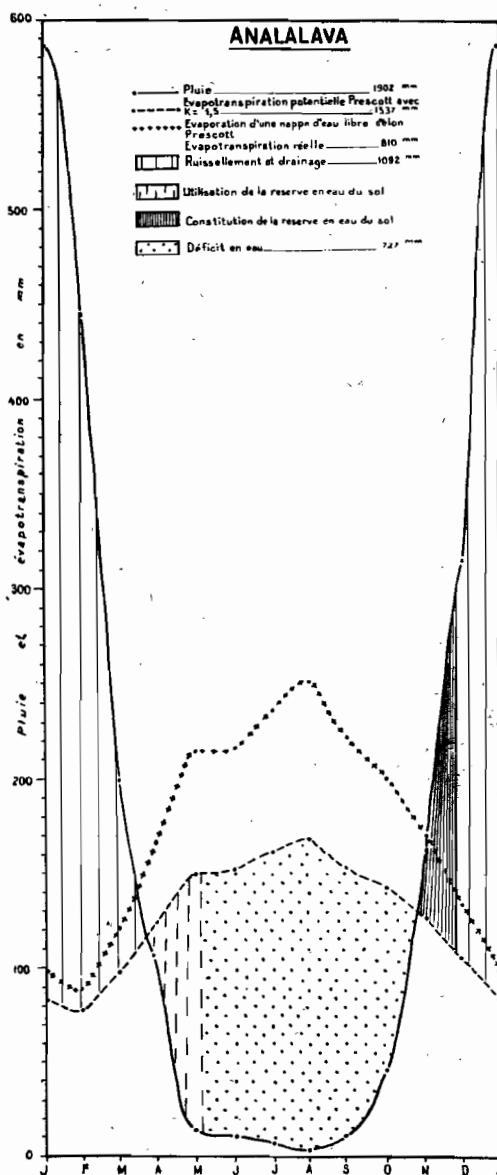


Fig. 3

certaine action de lessivage en saison des pluies. Par contre, de légères remontées capillaires en saison sèche ont été observées sur les calcaires et les basaltes.

C. — LA VÉGÉTATION

On rencontre dans cette bande de terre relativement étroite à peu près tous les caractères des formations occidentales de l'île. Cela tient à la grande diversité des formations géologiques sédimentaires (5).

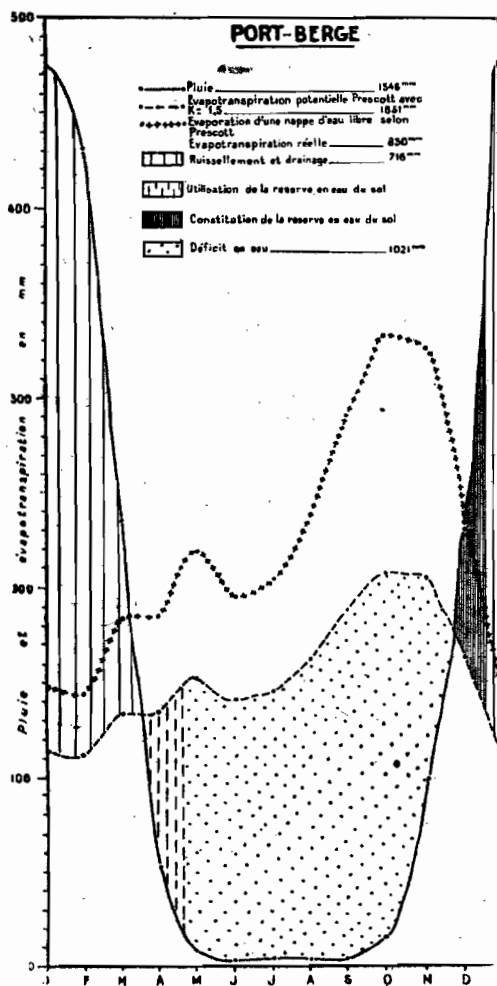


Fig. 4

Sur les plateaux et collines basaltiques il reste peu de vestiges forestiers. On en trouve seulement des bouquets épars, plus importants au sud d'Andriavontsona et près de Bemafaika, à 10 kilomètres à l'est d'Antonibe. Ils sont formés surtout d'Acacia, Dalbergia, Stereospermum, auxquels se joignent quelques lianes, en particulier le Tangilotra.

En général, la litière est peu épaisse mais les sols sous-jacents assez humifères. Le plus souvent la forêt est remplacée par une savane à *Hyphaene shatan* et *Medemia mobilis* avec *Heteropogon contortus* comme strate herbacée.

Sur les collines gréseuses et la carapace sableuse, on ne rencontre de véritables forêts qu'au sud-est d'Antonibe, dans les réserves forestières d'Analalava avec des Palissandres, des *bonara* (*Tamarindus indica*) et de nombreux arbustes ; partout ailleurs la savane à *Hyphaene shatan* et *Heteropogon contortus*, avec *Aristida* quand le sol est bien dégradé. On voit aussi quelques baobabs (*Adansonia*) au fond de la baie de Narinda.

La végétation change d'aspect quand on passe aux plateaux calcaires, devenant de plus en plus xérophytique lorsque l'on se rapproche de la côte.

Sur les calcaires crétacés, les formations sont généralement sèches mais assez denses, avec de nombreux arbres à tronc souvent peu épais ; sur les dalles on trouve déjà des xérophytes, à côté des *Adansonia* et *Acacia*.

Sur les calcaires karstiques éocènes, ou *tsingy*, les arbres et arbustes se glissent dans les fentes de la roche, et renferment aussi des espèces typiques.

Les bords des rivières sont souvent bordés d'arbres, parmi lesquels le Mantaly, le Rotro (*Eugenia*), le *Terminalia*, avec *Medemia nobilis* plus commun dans la prairie.

Certains cours d'eau sont aussi bordés de raphia.

Sauf sur les calcaires où le manque d'eau a empêché l'implantation d'une population importante, la forêt est partout fortement dégradée et les prairies qui en résultent sont généralement de médiocre qualité, sauf en certaines dépressions et le long des grands cours d'eau, par exemple près de la Sofia, où l'on trouve d'assez bons pâturages d'été d'Antsakoabe à Morafeno (8).

Sur les alluvions salées, un certain nombre d'halophytes sont installés, parmi lesquelles *Ambrosia maritima*, *Arthrocneum indicum*, *Cressa cretica*.

Enfin les mangroves sont peuplées de diverses espèces de palétuviers, surtout Rhyzophoracées et Verbenacées (*Avicennia marina*).

D. — LE FACTEUR HUMAIN, LES CULTURES

La population autochtone, peu nombreuse, est formée principalement de Sakalava, dont l'activité agricole est assez réduite. Y sont mêlés des Comoriens pêcheurs ou patrons de boutres, des commerçants indiens et quelques Européens exploitants forestiers ou planteurs de cocotiers.

Pourtant cette région fut beaucoup plus vivante jadis, comme l'attestent les traces d'une ville importante sur l'îlot Manja (6).

Les activités les plus importantes consistent en cueillette de raphia, exploitation de quelques cocotiers et plantation de riz dans quelques zones d'alluvions, utilisées d'ailleurs bien incomplètement. N'oublions pas la pêche et, pour mémoire, l'exploitation des palétuviers pour les écorces à tanins, qui ne se fait plus maintenant, les palétuviers n'étant plus utilisés que comme bois de feu.

Il semble que cette région puisse être mieux développée et nous verrons plus loin comment on peut envisager ce développement, au moins dans le sens agricole.

PHENOMENES PEDOLOGIQUES PRINCIPAUX

Bien que de peu d'étendue, nous verrons plus loin que 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 structure, la topographie et la végétation sont également intervenues. Il est possible de séparer en quelques grands processus les phénomènes qui se sont manifestés.

A. — DÉCALCIFICATION

Les calcaires de structures variées couvrent environ les trois-cinquièmes de la carte, recouverts il est vrai en maints endroits par la carapace sableuse. Les formes du relief sont, elles aussi, variées mais on observe partout une décalcification. Les calcaires éocènes montrent un relief caractéristique en lapiaz (*turm-karst*) surplombant de 15 à 20 mètres la pénéplaine environnante.

Quoique les phénomènes d'attaque des calcaires soient beaucoup moins rapides qu'en climat tempéré, l'épaisseur de calcaire disparue est en accord avec l'âge éocène (*Paléocène-Ypresien*) attribué par l'étude paléontologique.

La décalcification a conduit à la formation des sols rouges et des sols jaunes, tant sur les calcaires marneux que sur les calcaires dolomitiques ou les calvaires à alvéolines d'Anjajavy.

Parfois un peu de sable s'est mélangé au profil mais la décalcification est toujours intense. Un échantillon d'argile rouge que nous avons recueilli à l'intérieur de la roche avait la composition suivante :

	Argile p. 100	Limon p. 100	Sable fin p. 100	Sable grossier p. 100	Calcaire p. 100
374	46,2	17,0	19,0	17,4	0,56

L'échantillon est néanmoins très riche en calcium.

Dans les autres sols la teneur est plus faible, mais toujours un peu plus forte au contact de la roche mère.

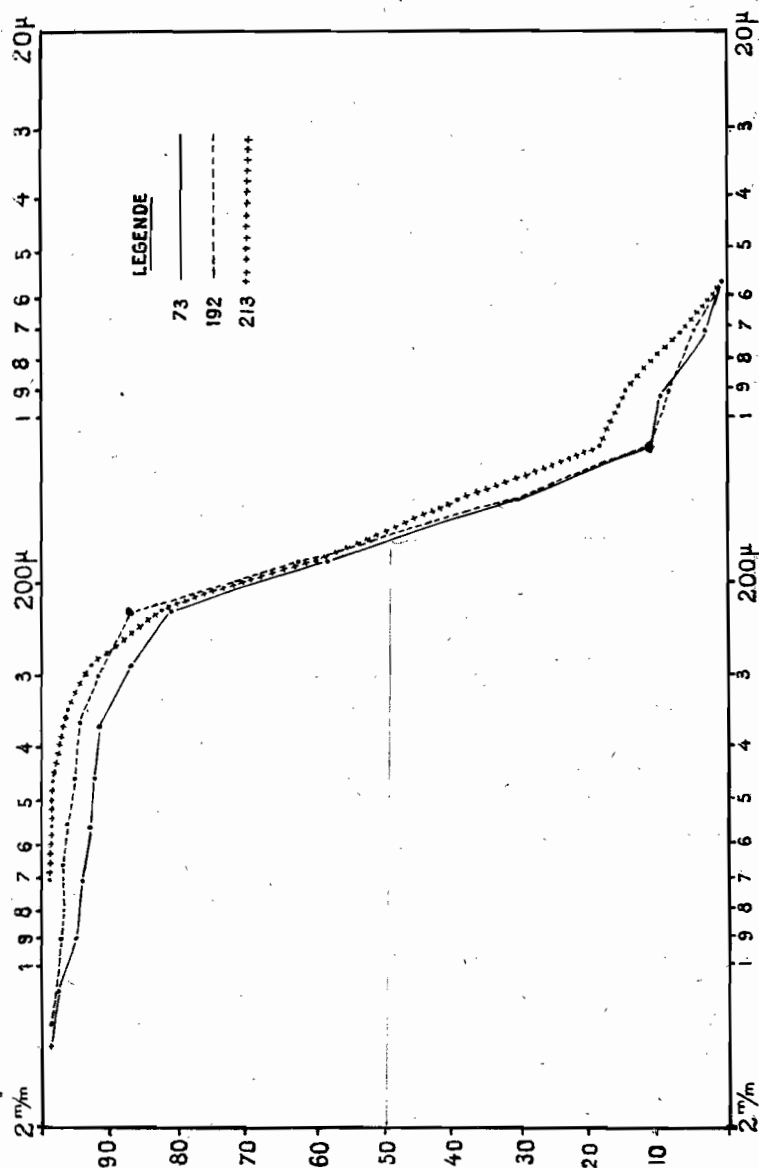


Fig. 5a

Un point important a été soulevé par P. SÉGALEN dans la carte n° 13 (10). En effet les sols rouges ou brun rouge, bien que peu

épais, présentent un rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ des argiles inférieur à 2 (de 1,85 à 0,6), qui a fait dire à SÉGALEN qu'ils sont ferrallitiques.

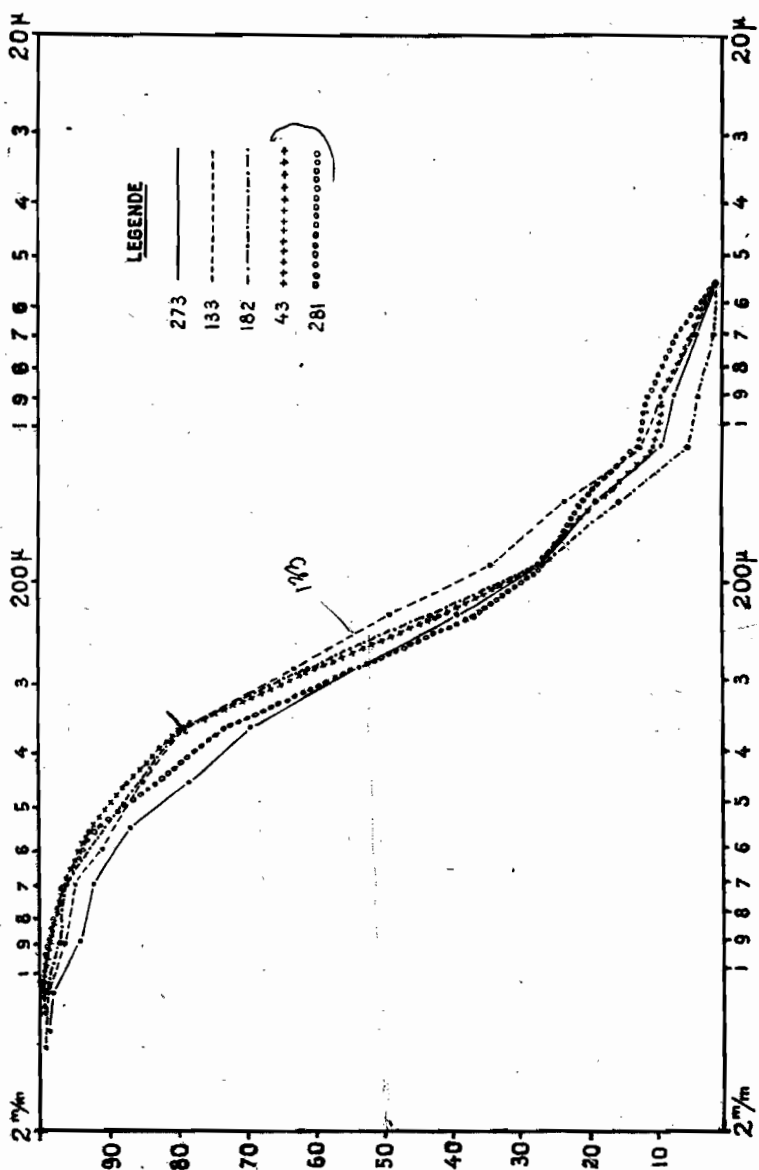


Fig. 5b. Courbes cumulatives « sables »

Mais ils ne présentent pas les autres caractères des sols ferrallitiques : profondeur du sol, horizon d'argile tachetée (ici le passage à la roche

mère est brutal), richesse en matière organique, absence de concrétions.

Par contre, ces sols ressemblent beaucoup plus aux *terra rossa* et par mélange à la carapace aux Red-Sandy Soils de Reifenberg (7).

Ces remarques pourraient-elles venir en confirmation de l'hypothèse selon laquelle les *terra rossa* seraient issues de latérites développées sur sol calcaire sous climat plus humide antérieur ? Les éléments du rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ seraient ainsi hérités de ce matériau ferrallitique. Il est remarquable que sous ce même climat rubéfiant (indice pluie/température = 60), les autres roches basiques comme les basaltes n'ont pas donné de sols ferrallitiques visibles actuellement ; or leur érosion est plus intense que celle des calcaires ; ce caractère ferrallitique serait spécial à la roche mère. Il sera intéressant d'éclaircir ce problème tant controversé de l'origine des *terra rossa* à partir de l'évolution ferrallitique (3).

B. — FERRUGINISATION

De nombreuses roches ont donné naissance à des sols ferrugineux tropicaux. Nous avons vu que le climat est rubéfiant, propice à la migration du fer, à la formation de concrétions ou même de cuirasse lorsque les conditions topographiques viennent le renforcer.

Le lessivage par les fortes pluies d'été austral est naturellement intense sur les matériaux grossiers des sables et grès.

Les sables roux sont largement représentés ; une étude granulométrique détaillée permet de les rattacher aux formations gréseuses déposées entre les basaltes et les calcaires. La fig. 5 montre la famille des courbes obtenues (courbes cumulatives logarithmiques) ;

— d'une part, les échantillons 73, 192 et 213 sont remarquablement proches, avec pour médiane la valeur 0,180 mm ; 192, issu de colluvions, donc de remaniement plus poussé, présente la valeur maximum de l'effectif médian ; 213, échantillon de grès, la valeur minimum ;

— d'autre part, on observe deux sous-familles très voisines 133, 182, 273 et 43, 281 ; la valeur de la médiane étant de 0,35 mm dans les deux cas, la courbe étant moins étalée dans le premier cas ;

— enfin, l'échantillon 93 se rapproche du grès 212, par une distribution analogue mais plus serrée, avec la médiane à 0,225 mm. Remarquons enfin que les maxima secondaires se rencontrent dans les mêmes classes de la même famille.

A la différence des sables roux du Sud, on ne trouve pas de croûte calcaire sous ceux du Nord-Ouest.

Les sols rouges sur calcaire montrent un enrobage caractéristique de grains de quartz par des pellicules d'argile.

Les basaltes sont riches en minéraux noirs aussi les sols obtenus sont brun-rouges, parfois chocolat. C'est là que l'on rencontre le plus de concrétions et cuirasses. Il ne semble pas que la formation

en soit actuelle. De nombreux débris de cuirasse sont visibles vers la limite entre sols sur basaltes et sols sur grès. On trouve également, à la base de certains sols sableux, des éléments de cuirasse recimentés par des hydroxydes de fer auxquels sont mêlés de nombreux grains de quartz que l'on ne trouve pas dans la cuirasse typiquement basaltique.

Il semble donc que le cuirassement ait pu se faire à des époques variées.

C. — HYDROMORPHIE

L'engorgement des sols a pu avoir plusieurs causes :

— Nature de la roche mère, présence ou formation d'un horizon imperméable, conditions topographiques.

On aboutit ainsi à la formation de sol de marais, de sol marécageux, plus rarement de sol tourbeux. Malgré la longue saison sèche, il reste une nappe permanente en de nombreux endroits, soit dans les dépressions des basaltes, soit dans les alluvions pré littorales où la marée forme un barrage au drainage. Chez les premiers on trouve des sols de teinte généralement foncée, noire ou brune, avec en profondeur l'horizon bleuté dit *tany manga*, chez les seconds la teinte générale est grise et la nature le plus souvent argileuse des dépôts provoque en surface la formation en saison sèche de larges fentes de dessiccation.

D. — EROSION ET APPORT

Les masses sableuses de la carapace sont dues à des remaniements superficiels généralement dus au ruissellement, plus rarement à une action éolienne.

Une érosion intense due aux fortes pluies de saison chaude et à la déforestation avancée de la région se manifeste sur les grès et les basaltes ; c'est à la faveur de ravins et de *lavaka* que nombre de profils ont été examinés. Sur de larges espaces le grès fin est à nu, la carapace sableuse étant elle-même souvent emportée.

Même avec une pente faible, la faible savane à *Satrana* n'empêche pas l'érosion en nappe, d'où l'ensablement partiel de certaines dépressions rizicoles.

Pour ce qui est des alluvions, si une grande partie est d'origine locale, en particulier les alluvions calcaires, l'origine des alluvions micacées et des vases de mangrove est plus lointaine, amenée par les rivières comme la Mahajamba et la Sofia pour ce qui est de la baie de la Mahajamba, ou comme la Loza, plus au Nord, pour la baie de Narinda.

Selon que la mer a baigné ou non ces dépôts, l'évolution des alluvions est différente, donnant soit des sols salés et salés à alcali, soit des alluvions peu évoluées, micacées ou calcaires.

CLASSIFICATION DES SOLS ET ETUDE DES PRINCIPAUX TYPES

Nous inspirant de la classification proposée par le professeur G. AUBERT, et des conventions adoptées à la troisième Conférence Interafricaine des Sols, les sols ont été classés de la manière suivante :

— 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 amené à suivre le schéma suivant :

I. — SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX.

A. — Non lessivés :

1° Sur matériau sableux ou argilo-sableux (carapace) :

— sols rouges sableux	1
— sols jaunes sableux	2
— sols bruns sableux	3

2° Sur grès :

— sols rouges	4
---------------------	---

3° Sur basaltes :

— sols brun sur rouge	5
— sols jaune et rouge à concrétion	6
— complexe basalte et sable : Bongolava	7

B. — Lessivés :

— sols gris sur rouge	8
-----------------------------	---

C. — Cuirassés :

II. — SOLS CALCIMORPHES.

A. — Sols rendzinoïdes :

— rendzines blanches	9
----------------------------	---

B. — Sols de décalcification :

— sols rouges	10
— sols jaunes	11

C. — Argiles foncées lithomorphes

12

III. — SOLS HALOMORPHES :

— sols de tan	13
---------------------	----

IV. — SOLS HYDROMORPHES :

A. — Hydromorphie temporaire d'ensemble

14

B. — Hydromorphie permanente de profondeur ou d'ensemble

15

C. — Hydromorphie temporaire de surface ;

D. — Hydromorphie permanente de surface

16

V. — SOLS JEUNES SUR APPORTS RÉCENTS :

1° Alluvions fluviales :

— argileuses-limono micacées	17
— limono-sableuses micacées	18

— calcaires.

2° Mangroves ;

3° Sables dunaires et côtiers

19

4° Sables pliocènes ;

5° Colluvions.

VI. — SOLS SQUELETTIQUES ET RANKERS OU LITHOSOLS :

- 1° Sur grès ;
- 2° Sur calcaire ;
- 3° Sur basalte ;
- 4° Sur sables.

Dans l'étude de chaque type de sol, après sa répartition, sa morphologie, ses caractères physiques et chimiques, un aperçu sur sa vocation agricole sera donné, ainsi que sur les aménagements souhaitables.

I. — SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX

A. — NON LESSIVÉS

1° *Sols ferrugineux tropicaux sur matériau sableux ou argilo-sableux*

Ces sols forment l'essentiel de ce que l'on appelle ordinairement la carapace continentale.

Ils se seraient formés à partir des grès abondants dans la région. Les remaniements nombreux qu'ont subi ces dépôts font que l'on trouve maintenant plutôt des formations sableuses assez grossières, mais les dépôts sont souvent plus fins sur les grès eux-mêmes et parfois mêlés à un peu d'argile.

Cette formation a recouvert les sols et roches mères les plus divers, basaltes, grès, calcaires, et on les rencontre un peu partout sur toute l'étendue de la feuille d'Antonibe. Son épaisseur est très variable et elle est souvent mélangée avec des apports de roches sous-jacentes.

Dans une coupe Sud-Est-Nord-Ouest, à travers la presqu'île de Narinda, on passe de 2 mètres au-dessus des calcaires durs de la fin du Crétacé à 8 mètres au-dessus des calcaires éocènes qui bordent le canal de Mozambique, ce qui peut s'expliquer par le pendage faible Est-Ouest des couches sédimentaires.

La teinte générale est habituellement rouge ou jaune, ce qui a fait appeler ces sols sables roux par analogie avec les formations du Sud-Ouest, et sables jaunes.

L'étude morphoscopique sommaire de quelques échantillons de ces sables montre une forte proportion de grains non usés (60 à 65 p. 100, contre 20 à 30 p. 100 de ronds mats et 10 à 15 p. 100 d'émoussés luisants).

a. *Sols rouges sableux (140.000 hectares) :*

Morphologie. — Sur la bordure Nord-Ouest, où les profils sont les plus épais, on voit rarement un changement de couleur net, toute

l'épaisseur étant uniformément rouge, parfois rose en surface. La végétation est une savane à *Hyphaene shatan* à strates herbeuses à base d'*Aristida* principalement.

Près de Tsianinkira, au sud du goulot de la Mahajamba, on note le profil suivant (X 27), sous *Hyphaene shatan* et *Aristida*, dans un *lavaka*, les alentours étant très érodés :

- 0 à 10 cm : Horizon rouge (H 26), couleur du code Cailleux et Taylor, sableux dur, à structure prismatique.
- 10 à 3 m : Horizon rouge jaune (H 36), sableux, dur, à structure prismatique.
- 3 à 10 m : Horizon rouge jaune (F 46), sableux, dur, à structure prismatique.

A la base on trouve souvent un dépôt conglomératique formé avec les débris d'une ancienne cuirasse ferrugineuse recimentée par le lessivage des sables sus-jacents. On observe cela au sud d'Antetikiredja, près de la pointe de la presqu'île.

Dans la partie sud-est de la réserve forestière d'Analalava, sous forêt sèche, à 2 kilomètres au nord d'Angoaka-Nord, on note le profil suivant (X 4) :

- 0 à 20 cm : Horizon humifère brun foncé (J 32), sableux, particulière.
- 20 à 100 cm : Horizon brun-rouge (F 44), sableux, particulière
- 100 à 200 cm : Horizon rouge (F 32), sableux, particulière, légèrement humide.

La base est souvent marquée par une couche de galets roulés qui peut provenir de la reprise des mêmes galets formant souvent la séparation entre couche sédimentaire gréseuse et basaltique.

Parfois la carapace sableuse est peu épaisse et on observe immédiatement dessous un profil de sol sur grès complet, surtout dans les environs d'Antonibe.

Caractéristiques physiques et chimiques. — La granulométrie est très sableuse avec 50 p. 100 de sables grossiers, 20 p. 100 de sable fin et de 20 à 30 p. 100 d'argile.

L'humidité équivalente dépasse rarement 10 p. 100 et le drainage est excellent.

La matière organique voisine généralement 1,5 à 2 p. 100 sauf dans les sols humifères sous forêt où elle atteint 15 p. 100.

L'azote est présent en faible quantité (moins de 1 p. 100), l'humification est généralement bonne, le rapport C/N inférieur à 10.

Le complexe absorbant, moyennement saturé, pour des pH voisins de 6, présente des teneurs moyennes à faibles en chaux échangeable, faibles en potasse. La capacité d'échange est inférieure à 10 milliéquivalents pour 100 grammes.

L'acide phosphorique assimilable est très faible et les réserves moins faibles, surtout en potasse et phosphore totaux.

Vocation culturale. — Actuellement ces sols fournissent une maigre pâture, sauf où la forêt a été protégée et entretient elle-même une richesse moyenne en éléments fertilisants.

Une disparition des feux de brousse, qui entraînerait une diminution de l'érosion, pourrait avoir un effet bénéfique sur ces sols, mais une végétation suffisante ne s'établira que très lentement. Il convient donc de ne rien escompter de ces sols dans un avenir proche.

b. *Sols jaunes sableux* (22.000 hectares) :

Morphologie. — Ces sols, le plus souvent mélangés aux sables roux, se rencontrent principalement en contrebas de ces derniers, dans des zones moins bien drainées. Ils sont souvent mêlés de concrétions que l'érosion en nappe concentre en surface.

Au sud de la rivière Ankaratsakoa, recouvrant des calcaires, on rencontre le profil suivant, sous *Poupartia caffra*, *Hyphaena shatan* et *Heteropogon contortus* :

0 à 10 cm : Horizon brun-jaune (F 66), sableux, peu argileux, structure polyédrique secondairement particulière avec nombreuses concrétions noires.

10 à 40 cm : Horizon jaune-gris (F 62), sableux, peu argileux, structure polyédrique à prismatique dure.

40 à 100 cm : Horizon jaune-olive (F 76), à petites taches rouille, sablo-argileux, structure polyédrique, dure.

Caractéristiques physiques et chimiques. — La granulométrie montre une forte proportion de sables fins et grossiers, 30 à 40 p. 100, avec 25 à 30 p. 100 d'argile.

La matière organique atteint 10 p. 100 en surface, mais descend à 2 p. 100 à 1 mètre de profondeur. Le taux d'humus est bon en surface. Le taux d'azote est faible et le rapport C/N est inférieur à 10.

Le complexe absorbant de faible capacité est bien saturé avec des teneurs suffisantes en chaux mais non en potasse. Le pH est voisin de 6,5.

On observe en profondeur une légère remontée du pH ainsi qu'une augmentation de la teneur en calcium, sous l'action de substratum calcaire.

Les réserves ne sont bonnes qu'en chaux.

Le rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ atteint 2,2 comme dans les sables roux.

Vocation culturale. — Les mêmes observations que pour les sables roux valent pour ces sols quoique le couvert y soit un peu plus fourni. La pâture est leur seule utilisation possible.

c. *Sols bruns sableux* (8.900 hectares) :

Morphologie. — Ces sols qui recouvrent des sols sur grès et par endroits les grès eux-mêmes se distinguent par une teinte brune et brun-jaune nettement différente des autres.

On les rencontre sur un vaste plateau au sud-ouest d'Antonibe, où ils sont assez fortement attaqués par l'érosion et l'on reconnaît le grès fin d'Antonibe, sous un lit de petits galets.

A 5 kilomètres à l'ouest d'Antonibe, sous une steppe à *Aristida*, dans un *lavaka*, on note le profil suivant :

- 0 à 10 cm : Horizon peu humifère, brun foncé (H 64), sablo-limoneux, structure nuciforme.
- 10 à 80 cm : Horizon brun-jaune, sableux, petites concrétions rares, structure nuciforme à prismatique.
- 80 à 350 cm : Horizon brun-jaune, sablo-argileux, prismatique, fentes profondes.
- + 350 cm : Horizon brun-rouge à taches claires, sablo-argileux, compact.

Caractéristiques physiques et chimiques. — La granulométrie accuse ici encore un fort pourcentage de sables, 80 p. 100, moitié fins, moitié grossiers, avec près de 20 p. 100 d'argile.

L'humidité équivalente est naturellement faible, le drainage excellent.

Jusqu'à 1 mètre de profondeur ce sol est assez bien pourvu en matière organique (1,5 à 2 p. 100), bien humifiée. Mais l'azote est en faible quantité et le rapport C/N voisin de 20.

Le complexe absorbant, de faible capacité d'échange, est fortement saturé grâce à sa richesse en chaux échangeable ; la potasse est moyenne. Le phosphore assimilable est très faible. Le pH est voisin de la neutralité.

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

Vocation culturale. — Dans l'ensemble ces sols brun-jaune ont des caractères plus intéressants que ceux étudiés avant. Malheureusement, ils sont assez découpés par les petits cours d'eau et l'érosion en nappe sévit souvent.

Les zones planes seraient susceptibles de porter de l'arachide en prenant les précautions antiérosives nécessaires.

En résumé, les sols sur matériaux sableux, quoique de fertilité moyenne à médiocre, par leur importance spatiale, méritent d'être ménagés et sous réserves de traitements adéquats, on peut dans certains cas envisager leur utilisation.

2° Sols ferrugineux tropicaux sur grès (2.800 hectares)

Localisation. — Fortement attaqués par l'érosion et recouverts un peu partout de la carapace sableuse d'épaisseur variable, ces sols sont encore visibles sur des buttes isolées, par exemple la butte de l'hôpital d'Antonibe, ou celle de la presqu'île d'Ampasimbe, à l'est de la baie de Narinda, la carapace ayant été enlevée par érosion.

Morphologie. — La teinte générale est rouge, l'épaisseur du sol très grande, le grès altéré ne se retrouve qu'à 5 à 6 mètres de profondeur.

La végétation est semblable à celle qui couvre la carapace, savane à Satrana ou quelquefois forêt sèche.

Près de l'hôpital d'Antonibe, on note le profil suivant :

- 0 à 15 cm : Horizon rouge foncé (H 43), sablo-argileux, structure particulière à tendance polyédrique.
- 15 à 500 cm : Horizon brun rouge-jaune (H 36), sablo-argileux, structure polyédrique à prismatique, forte cohésion.
- 500 à 600 cm : Horizon brun rouge clair (D 24), sablo-limoneux, structure prismatique, cohésion moyenne.

A 5 mètres de profondeur un lit de petits graviers sépare deux couches sédimentaires légèrement différentes.

La couche supérieure est argileuse à sable grossier, la couche inférieure est limoneuse à sable fin. Mais les autres caractères sont semblables, ainsi que nous allons le voir maintenant.

Caractéristiques physiques et chimiques. — L'analyse granulométrique montre que les deux horizons supérieurs sont assez grossiers et en même temps argileux (40 p. 100 d'argile pour 30 à 40 p. 100 de sable grossier, 15 p. 100 de sable fin).

Au-dessous on a 50 p. 100 de sable fin pour 20 p. 100 d'argile et de sable grossier. Notons que les sables grossiers de l'horizon 2 comprennent un fort pourcentage de grains usés bien arrondis, mêlés à une pâte ferrugineuse en petits agrégats renfermant de petits grains de quartz. Les horizons supérieurs semblent légèrement lessivés, en fer particulièrement.

La matière organique est assez bien répartie dans tout le profil, puisqu'on retrouve 1,5 p. 100 à 5 mètres, contre 4,8 en surface. L'azote est partout très faible.

La capacité d'échange du complexe absorbant est faible et moyennement saturée, pour des pH de 5,4 à 5,8. La teneur en chaux échangeable est moyenne, la potasse est déficiente, de même que le phosphore assimilable.

Les réserves sont faibles, surtout en potasse et phosphore.

Vocation culturale. — Les sols intacts de ce type occupent d'assez faibles surfaces, car ils sont fortement atteints par l'érosion. Sauf en de rares endroits, la forêt ne s'est pas maintenue, et une maigre savane occupe le terrain. Ces sols ne sont susceptibles d'aucune utilisation agricole.

3° Sols ferrugineux tropicaux dérivés de basaltes

a. Sols brun-rouge (7.400 hectares) :

Localisation. — Les basaltes sont plutôt représentés dans la partie sud-est de la feuille ; vers l'Ouest, ils s'enfoncent sous des formations gréseuses et calcaires. Ils sont en outre recouverts sur une grande partie par la carapace argilo-sableuse.

Notons à propos de cette dernière que les avis sont parfois différents du point de vue pédologique ou géologique suivant l'épais-

seur de recouvrement sableux des sols ou roches sous-jacents ; en effet, les géologues appellent souvent « basalte » un terrain où un certain pourcentage de blocs rocheux effectivement basaltiques se rencontre, mais où le reste est comblé d'épandages sableux peut-être contemporains et qui eux donnent naissance au sol ; d'autre part, quand la topographie est sensiblement horizontale et que la couche de sable, même de faible épaisseur, recouvre bien uniformément les formations sous-jacentes, les géologues disent « carapace sableuse » alors que le sol peut être formé sur grès ou basalte et légèrement remanié ensuite en surface. Il n'est donc pas possible de généraliser les observations faites sur les sols issus des différentes roches mères aux zones non explorées où ces roches sont signalées.

Morphologie. — Un profil typique peut être noté, au sud d'Andriavontsona, au sommet d'une butte couverte de forêt sèche :

0 à 3 cm : Horizon humifère sableux, rouge.

3 à 50 cm : Horizon brun-rouge (J 14), argilo-sableux fin, structure polyédrique, radicelles nombreuses jusqu'à 30 centimètres.

50 à 100 cm et plus : Horizon blanchâtre bariolé contenant de nombreux minéraux, en particulier anorthite.

La pente est parsemée de boules de basalte altérées en surface.

Plus au Nord, près de Beantsiva, un profil (X 23) montre la succession suivante, sous forêt sèche clairsemée :

0 à 10 cm : Horizon brun-rouge foncé (J 21), argileux, structure cubique.

10 à 100 cm : Horizon rouge foncé (H 12), argileux, structure prismatique.

100 à 300 cm : Horizon rouge foncé (J 12), argileux, structure prismatique.

Le dernier horizon repose sur une cuirasse ferrugineuse très dure surmontant le basalte altéré, de couleur rouge lui aussi.

Caractéristiques physiques et chimiques. — Le profil est riche en argile (55 à 70 p. 100), avec peu de sable grossier et 15 p. 100 de sable fin. L'humidité équivalente varie de 30 à 50 p. 100.

La matière organique est en quantité notable jusqu'à 1 mètre (p. 100), elle atteint encore 5 p. 1000 à 2 mètres.

L'humification est faible en surface, le taux d'humus faible.

L'azote est suffisant en surface, le rapport C/N généralement élevé.

Le complexe absorbant est de capacité moyenne à forte (20 à 30 meq/100 g), riche en chaux mais pauvre en potasse. Le phosphore assimilable est très faible. La saturation est moyenne, le pH voisin de 6.

L'analyse au réactif triacide donne un rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ de 2,1.

Vocation culturale. — Grâce à leur horizon humifère, ces sols sont généralement de bonne fertilité. Notons qu'ils correspondent généralement à un couvert forestier. Etant donné leur faible étendue ces sols devront conserver leur végétation actuelle, en la protégeant éventuellement car l'érosion y est rapide.

b. Sols rouges et jaunes à concrétions (1.300 hectares) :

Localisation. — On rencontre ces sols sous végétation de savane à *Hyphaene shatan* et surtout *Medemia nobilis*, avec couverture herbacée d'*Heteropogon contortus*.

On en trouve à l'est d'Andampy, près de Beantsiva et au Nord près d'Anantaka. Ils forment en outre les pentes des buttes basaltiques dont le sommet est occupé par le sol rouge décrit ci-dessus.

Morphologie. — En général la zone concrétionnée atteint 1 mètre d'épaisseur entre 0 et 2 mètres de profondeur du sol.

Près d'Andribavontsona, le profil suivant (A X 9) peut être noté, sous prairie à *Heteropogon*.

0 à 70 cm : Horizon brun (H 52), argilo-sableux fin, structure nuciforme à prismatique, nombreuses concrétions noires bien réparties.

70 à 120 cm : Horizon brun-jaune (H 44), argileux, structure nuciforme, nombreuses concrétions.

Le drainage est bon.

Caractéristiques physiques et chimiques. — La granulométrie est ici aussi argileuse, de 46 p. 100 en surface à 67 p. 100 en profondeur, le sable variant en sens inverse (lessivage).

L'horizon supérieur est riche en matière organique (2,4 p. 100) et en humus. L'azote n'est suffisant qu'en surface et décroît fortement en profondeur. Le rapport C/N est voisin de 10.

Le complexe absorbant, de faible capacité d'échange, est faiblement saturé pour des pH de 5 en surface, 5,6 en profondeur. La teneur en chaux est moyenne. Par contre, magnésie et potasse sont en faible quantité. Le phosphore assimilable est faible.

Les réserves sont faibles sauf en phosphore.

L'analyse au réactif triacide donne un rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ voisin de 2.

Notons que l'on trouve dans les sols sur basalte des teneurs fortes en silice combinée et alumine et très fortes en oxyde de titane comparativement aux sols sur grès ou carapace.

Vocation culturale. — Par leur fertilité moindre et leur forte proportion de concrétions, ces sols n'ont pas de valeur agricole. Ils sont d'ailleurs généralement érodés.

c. Sols sur basalte et sables (Bongolava) (26.200 hectares) :

Localisation. — Ces sols forment la majorité des sols sur basalte par suite du recouvrement par la carapace sableuse (voir plus haut).

Un certain remaniement amène à la formation de sols rouges ou brun-rouge sableux. Ils forment une pénélaine dans les entailles de laquelle on trouve de nombreux débris de basalte. On observe souvent une certaine interstratification de grès et basaltes.

Morphologie. — Généralement le profil est plus sableux en surface, plus argileux en profondeur ; la teinte est plus claire en surface. Mais cela dépend naturellement de l'épaisseur de sable couvrant le basalte. Cette épaisseur varie de 10 à 30 centimètres le long de la route Andribavontsona-Antonibe à 1,50 mètre à l'est d'Ankorabe.

Dans l'est de Tsiningia, sous une savane à Jujubiers et *Heteropogon*, on note le profil peu étodé suivant :

- 0 à 15 cm : Horizon brun foncé (J 41), humifère, sablo-argileux, structure nuciforme, quelques concrétions.
 15 à 150 cm : Horizon rouge-brun (H 44), argileux, structure nuciforme, compact, quelques concrétions.

L'horizon supérieur est plus riche en concrétions, le remaniement y est plus net.

Caractéristiques physiques et chimiques. — L'analyse granulométrique montre une fraction sableuse plus importante que dans les sols typiquement basaltiques mais inférieure à celle de la carapace. On trouve 40 p. 100 d'argile en profondeur, pour 30 p. 100 de sable grossier et 20 p. 100 de sable fin.

La matière organique est en quantité notable dans l'horizon supérieur, 5 p. 100. L'humus est présent mais l'humification faible. L'azote est suffisant en surface, le rapport C/N varie de 20 en surface à 8 en profondeur.

Le complexe absorbant a une capacité moyenne en surface (16 meq 100g) mais faible en profondeur (5 meq). Il est riche en chaux, et moyennement pourvu en potasse, en surface seulement. La saturation est forte, les pH voisins de la neutralité (6,8 en surface contre 6,5 à 1 mètre).

Le phosphore assimilable est déficient.

Les réserves sont faibles sauf en surface.

Vocation culturale. — Malgré leur grande étendue, ces sols ne sont guère utilisables en raison de leur susceptibilité à l'érosion, en nappe principalement. Dans certaines zones planes, l'arachide pourrait être essayée, mais il faut conserver la forêt là où elle existe encore.

B. — SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX LESSIVÉS

Sur matériaux sableux (3.200 hectares) :

Localisation. — On rencontre ces sols sur grès ou carapace, sous végétation forestière exclusivement. Le défrichement provoque un entraînement des sables superficiels et la teinte claire disparaît. Ces sols ont été observés dans les feuilles voisines de Mitsinjo et Majunga (10). (Série de l'Ankarafantsika.)

Morphologie. — Sur la route d'Antonibe à Anjavy, à 2 kilomètres à l'ouest d'Antonibe, sous forêt sèche, on observe le profil suivant :

- 0 à 10 cm : Horizon humifère, gris (E 90), cendreuse, sableux, structure particulaire, très poreux.
- 10 à 40 cm : Horizon rose clair (D 26), sableux, particulaire.
- 40 à 90 cm : Horizon jaune-rouge (D 46), sableux, particulaire, plus dur.
- 90 cm et plus : Horizon brun-rouge (F 44), sableux, peu argileux, structure nuciforme à particulaire, légèrement cimenté.

Près d'Antatilokey, en position moins élevée, le profil présente un horizon lessivé plus épais, de 35 à 40 centimètres.

Le lessivage atteint l'argile comme le fer, les horizons profonds au-dessous de 1 mètre étant plus argileux.

Caractéristiques physiques et chimiques. — L'argile passe de 7 à 9 p. 100 dans l'horizon lessivé à 20 p. 100 dans l'horizon d'accumulation ; les sables fins et grossiers restent voisins de 55 à 35 p. 100. De ce fait, la capacité de rétention pour l'eau est très faible.

Grâce à la végétation forestière, il y a un peu de matière organique en surface, mais elle baisse vite en profondeur (13 à 1 p. 100) ; l'humification est correcte. L'azote est déficient et le rapport C/N voisin de 15 décroît en profondeur.

La capacité d'échange est faible et décroît en profondeur ; elle est fortement saturée, en chaux principalement, mais la potasse est déficiente. Le pH est voisin de 7, grâce à un apport probable des calcaires voisins. Le phosphore assimilable est très faible.

Les réserves sont bonnes en chaux, insuffisantes en phosphore et surtout en potasse.

L'analyse au réactif triacide donne un rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ voisin de 2,4. Le fer a partiellement migré. Cela est moins net pour les bases que l'on ne retrouve que plus bas, vers 1 mètre de profondeur.

Vocation culturale. — Leur caractère érodible commande que l'on conserve à ces sols leur couvert forestier actuel.

C. — SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX CUIRASSÉS

Localisation. — L'existence d'une cuirasse ferrugineuse probablement fossile a été plusieurs fois décelée, que ce soit sur basalte ou sur grès, quoique la morphologie en soit différente.

Il s'agit le plus souvent d'une cuirasse de nappe de plateau, surtout indurée sur la falaise du plateau. Cette cuirasse est partout légèrement démantelée et forme parfois un conglomérat à la base de certaines couches sédimentaires. Le terrain où elle affleure est très érodé.

Près d'Antsira, elle recouvre sur 50 centimètres de profondeur et 100 mètres de large environ, la zone d'altération blanchâtre des grès, sans que le grès intact soit atteint.

Sur le basalte, étant donné la quantité d'argile produite par altération, il se forme souvent des niveaux imperméables dans les dépressions où l'eau stagne en saison des pluies.

On assiste alors à la formation d'une cuirasse de mare (*matsaborivato*). On peut en observer une à 100 mètres au sud d'Andampy : la cuirasse, d'un mètre d'épaisseur, est pisolithique. Il y débouche une source au milieu d'une cuirasse plus importante encore, où sont englobés de gros galets de quartz. Il peut ici s'agir d'une cuirasse de néoformation partie d'éléments d'une ancienne cuirasse, mélangés aux galets issus d'un conglomérat de base.

II. — SOLS CALCIMORPHES

A. — SOLS CALCIMORPHES RENDZINOIDES

Localisation. — Ces sols se sont développés sur calcaires très durs et calcaires marneux du Mastrichtien. Mais la friabilité de ces sols fait qu'ils sont fortement érodés et donc mêlés à des sols squelettiques sur calcaires et des argiles grises dans les bas-fonds. On en rencontre un peu sur la route d'Antonibe à Anjavy et plus entre Ampasindava et Ambalantsingy, au nord d'Antonibe.

Morphologie. — On se trouve en présence d'une rendzine blanche. Sur un plateau fortement disséqué, couvert d'une pelouse sèche peu dense avec quelques *Heteropogon*, le profil est le suivant :

0 à 20 cm : Horizon gris foncé (J 10), argilo-limoneux, structure grumeleuse à grenue, très sec.

20 à 25 cm : Horizon gris blanchâtre (D 81), argilo-limoneux, contenant des fragments de calcaire.

Au-dessous affleure le calcaire blanc tendre.

Caractéristiques physiques et chimiques. — L'analyse granulométrique donne une forte teneur en argile dans l'horizon supérieur (66 p. 100), qui diminue en profondeur, tandis que limon et sable fin augmentent. Il n'y a pas de sable grossier. La teneur en calcaire est de 8 p. 100 en surface et 13 p. 100 en profondeur, ce qui donne un pH variant de 8 à 9.

La teneur en matière organique est de 5,8 p. 100 en surface, et descend à 1 p. 100 au-dessous. L'horizon supérieur est également riche en humus et en azote (3 p. 1.000) ; le rapport C/N atteint 10.

Le complexe absorbant est caractérisé par une grande richesse en chaux, accompagnée de peu de potasse. Il est très fortement saturé, sa capacité d'échange étant très forte en surface. Le phosphore assimilable est très faible.

Les réserves sont très bonnes en chaux et potasse, moins en phosphore.

Vocation culturale. — Ainsi que nous l'avons vu, ces sols ne forment que de très petites surfaces non cartographiables. Les plantes y souffrent beaucoup de la sécheresse en raison de la porosité excessive. Si l'érosion est très forte, les sédiments qui en sont issus, que l'on retrouve dans certaines petites plaines alluviales, sont assez riches.

B. — SOLS DE DÉCALCIFICATION

Localisation. — Ces sols se sont formés soit sur marnes crayeuses et calcaires marneux, donnant des sols jaunes, soit sur calcaire dolomitique où ils sont plutôt rouges. Ils sont le plus souvent mêlés à des sols squelettiques.

1° Sols jaunes (400 hectares) :

Morphologie. — Près d'Ambalantsingy, sur une sorte de pénélaine, sous une steppe à *Hyphaene shatan* et *Aristida rufescens*, dans des conditions de fort drainage, on note le profil suivant :

0 à 10 cm : Horizon brun-gris (H 62), argilo-sableux, structure polyédrique, dur, à petites concrétions.

10 à 40 cm : Horizon brun-olive (F 72), argilo-sableux, structure polyédrique, dur.

40 à 70 cm : Horizon jaune pâle (C 83), argilo-sableux, structure polyédrique, dur, sans concrétions.

Le calcaire marneux affleure en dessous.

Caractéristiques physiques et chimiques. — La décalcification est nette puisque le taux de calcaire passe de 8,9 p. 100 à 70 centimètres, à 3,9 p. 100 à 40 centimètres et 0 en surface.

L'horizon supérieur est largement mélangé de sable de la carapace, mais le sol est généralement riche en argile (plus de 60 p. 100) avec 15 à 20 p. 100 de sable fin, peu de sable grossier.

La matière organique est bien répartie, puisqu'on trouve encore 1,2 p. 100 à 40 centimètres. L'azote est faible et le rapport C/N va de 10 à 16.

Le complexe absorbant est donc d'une bonne capacité, surtout dans l'horizon moyen. La saturation est complète dans les horizons inférieurs, très forte en surface, le pH étant partout supérieur à 7. Le sol est particulièrement riche en chaux et magnésie échangeable, moins en potasse. Le phosphore assimilable est complètement déficient.

Les réserves sont bonnes, sauf naturellement en phosphore. L'analyse au triacide ne montre aucun déplacement de fer ou de silice.

Vocation culturale. — Etant mêlés à des sols squelettiques, ces sols sont peu utilisables et plutôt à protéger.

2° Sols rouges (1.050 hectares) :

Morphologie. — Sur calcaire dolomitique, où ces sols sont mélangés à un peu de sable dans les horizons supérieurs, le profil se présente ainsi au sud de Sarodrano, sous végétation de *Trichum spinosa* et *Heteropogon*.

0 à 10 cm : Horizon brun-rouge (J 26), sablo-limoneux, compact, poreux.

10 à 50 cm : Horizon brun-rouge (J 26), sablo-limoneux, compact.

50 à 100 cm : Horizon brun-rouge (J 34), sablo-limoneux.

Le tout repose directement sur le calcaire, sans zone d'altération ni transition.

Parfois la couche de sable plus ou moins grossière augmente et l'on passe progressivement aux sables roux typiques.

Caractéristiques physiques et chimiques. — On observe ici aussi une décalcification mais elle est plus brutale et il n'y a que 0,5 p. 100 de calcaire à 1 mètre de profondeur.

Le limon est abondant dans tout le profil, les sables varient peu (20 p. 100 environ de sables grossiers et sables fins). La matière organique est assez bien répartie. On en trouve 2,7 p. 100 en surface et 0,6 à 1 mètre. L'azote atteint 1,7 p. 100 en surface, mais décroît rapidement en dessous.

Le rapport C/N est inférieur à 10.

Le complexe absorbant est plutôt de faible capacité d'échange, sauf en surface. Il est bien saturé en profondeur, avec pH de 6,5 à 7. Il est moyennement riche en chaux, pauvre en magnésie et potasse.

Le phosphore assimilable est plutôt faible.

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

L'analyse au réactif triacide ne montre qu'une faible migration de fer mais le rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ est très bas, 0,6, ce qui rapprocherait ces sols des sols ferrallitiques rouges, ainsi que l'a observé SÉGALEN dans la carte n° 13. Il a donc appelé des sols rouges sur calcaires absolument similaires sols ferrallitiques typiques rouges. Néanmoins, ces sols, hormis le rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, ne présentent pas les autres caractères des sols ferrallitiques :

Le complexe est bien saturé, le pH peu acide.

La matière organique est bien répartie.

La profondeur du sol ne dépasse pas un mètre, sans horizon de transition avec la roche mère.

Enfin, nous avons fait un prélèvement de sol rouge dans les interstices de la roche calcaire dolomitique.

La granulométrie a donné une composition tout à fait analogue au sol rouge. La décalcification est déjà importante puisqu'il reste seulement 0,6 p. 100 de calcaire.

La matière organique est importante et le taux d'humus important ; le rapport C/N est de 15. Le complexe absorbant est de capacité moyenne et fortement saturé ; et pourtant le rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ atteint bien 1,7.

Or l'analyse de la roche (calcaire dolomitique) donne les résultats suivants :

	p. 100
Perte au feu	39,8
Résidu quartzeux	3,95
SiO ₂ combinée	0,05
Fe ₂ O ₃	0,4
Al ₂ O ₃	0,25
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	0,34

Ces raisons nous ont conduit, jointes à celle, climatique, de la non latéritisation possible, du moins actuellement, à ne pas donner le nom de latéritique à ces sols, mais plutôt celui de sols décalcifiés.

On se rapproche alors plutôt des sols rouges méditerranéens. Si l'on se reporte à DURAND (3 p. 51) et REIFENDERG (7 p. 79), on observe qu'une morphologie identique et un rapport SiO₂/Al₂O₃ similaire se retrouvent pour les *terra-rossa*.

C'est d'ailleurs un des arguments qui sont invoqués pour affirmer l'origine latéritique des *terra-rossa*, sous un climat différent de l'actuel.

En quelque sorte le sol latéritique fossile serait devenu le matériau originel des sols rouges décalcifiés. C'est pourquoi nous classerons ces sols à part des sols latéritiques.

C. — ARGILES FONCÉES LITHOMORPHES (300 hectares)

Localisation. — Ces sols sont peu répandus, du moins en grandes surfaces. Ils sont formés sur deux types de roches mères ; soit les calcaires tendres et calcaires marneux, soit sur les basaltes. Dans chaque cas on ne les trouve que dans les dépressions, même peu accusées. Elles sont très dispersées dans les calcaires, un peu plus concentrées mais toujours rares sur les basaltes. Dans ce dernier cas, on les trouve à la limite de la cuesta de grès reposant sur les basaltes ; si dans certains cas on peut penser à un apport de calcaire de grès calcaireux, ici on ne l'a pas observé.

En été ces sols se montrent sous l'aspect de cuvettes craquelées en surface.

Morphologie. — Le sol est de couleur grise, plus ou moins foncée, la végétation pauvre en saison sèche. L'eau est généralement absente sauf dans un ou deux cas où l'écoulement se faisait mal. Il est probable que ces sols subissent un certain engorgement en saison humide.

Sur calcaire marneux, le sol gris a environ un mètre d'épaisseur. Sur la route d'Antonibe à Anjavy, sous une steppe à *Heteropogon* et *Hyparrhenia*, quelques *Poupartia*, on voit le profil suivant :

- 0 à 10 cm : Horizon gris foncé (H 90), argilo-limoneux, finement grumeleux.
- 10 à 30 cm : Horizon gris foncé (H 10), argilo-limoneux, structure cubique à prismatique, poreux, apparition de quelques concrétions noires.
- 30 à 110 cm : Horizon jaune-gris (E 61), argileux, compact, taches jaunâtres.
- + 110 cm : Roche mère calcaire, blanche.

Sur roche mère basaltique, près d'Angoaka-Nord, sous couverture d'*Heteropogon*, le sol étant bosselé avec des fentes très profondes, on note le profil suivant :

- 0 à 40 cm : Horizon gris foncé, argileux, structure prismatique, concrétions ferrugineuses et quartz anguleux mêlés.
- 40 à 60 cm : Horizon gris olive, argileux, structure nuciforme.
- 60 à 100 cm : Horizon gris devenant progressivement jaune par taches (calcaire), structure lamellaire puis massive.

Enfin le long de la piste Angoaka-Nord-Ampako, on rencontre de petites surfaces, sur les axes de drainage subséquents ; le profil n° AX 30 présente :

- 0 à 20 cm : Horizon brun-jaune (F 64), argilo-sableux, structure nuciforme, cohésion moyenne.
- 20 à 80 cm : Horizon brun-olive, sablo-argileux, structure nuciforme, poreux, cohésion faible, apparition de quelques filonnets de gypse.
- + 80 cm : Horizon gris clair argilo-sableux à filonnets de gypse ressemblant à une marne.

Là encore la roche mère est constituée par le basalte dont un puissant lessivage et une concentration dans la dépression ont accumulé le calcaire. Il y a d'ailleurs un mélange avec des matériaux de grès (sable fin).

Caractéristiques physiques et chimiques. — Ces sols se caractérisent par une teneur moyenne en CO_3Ca , 3 à 5 p. 100, augmentant légèrement en profondeur. Ceci s'accompagne d'une grande richesse en chaux du complexe absorbant, de 30 à 50 M.E. pour 100 grammes, et d'une saturation assez forte, le pH variant de 6,4 à 7,9.

Sur calcaire le sol est plus argileux : 50 à 60 p. 100 d'argile, 20 à 30 p. 100 de sable fin, contre 30 à 40 p. 100 d'argile et 30 p. 100 de sable fin, 20 p. 100 de sables grossiers, pour les sols sur complexe grès-basalte. L'humidité équivalente est plus élevée pour les sols sur calcaire. Ces derniers sont également plus riches en matière organique et en humus, aussi en azote, avec un C/N de 10 à 15. Sur basalte, la matière organique n'atteint que 2 p. 100 (contre 3 à 9 p. 100) et l'azote 0,6 p. 1.000 (contre 1,3 à 3 p. 1.000). Le C/N est ici plus élevé, 20 à 30.

Le complexe est riche en chaux, magnésie et un peu en soude, mais insuffisamment pourvu en potasse (0,4 à 1 M.E./100 grammes). La capacité d'échange est très forte, voisine de 70 M.E./100 grammes. Les réserves sont partout fortes en calcium, parfois aussi en phosphore sur certains calcaires, en potassium sur tous les calcaires, mais faibles en phosphore et potassium sur les basaltes.

Notons la richesse inhabituelle de certains de ces sols en phosphore assimilable (10 p. 1.000 sur calcaire et 0,35 p. 1.000 sur basalte).

Vocation culturale. — Sauf dans un ou deux cas sur les basaltes, ces sols ne couvrent pas des surfaces intéressantes. Ils sont parfois utilisés en rizières, comme vers Ampako, où il reste suffisamment d'eau en saison sèche grâce à la Tsiribihina.

Sur les calcaires, la sécheresse est grande. L'utilisation ne peut être que le pâturage, généralement d'une meilleure couverture que sur les sables roux.

III. — SOLS HALOMORPHES (5.500 hectares)

Localisation. — Au voisinage de la côte se sont formés de nombreux sols salés, par le jeu de la submersion régulière des marées. Des argiles, des sables, la mangrove sont salés. Pour ce qui est de cette dernière, ce n'est pas encore un sol, et nous l'étudierons par ailleurs. Certains anciens dépôts d'alluvions, reposant le plus souvent sur la mangrove, sont soumis grâce à une nappe fluctuante, à des phénomènes d'hydromorphie qui nous ont obligé à les ranger dans les sols hydromorphes.

Nous n'envisagerons donc ici que les sols formés en amont de la mangrove, où généralement l'exhaussement a provoqué une forte diminution de la fréquence des marées et la forte évaporation provoque une grande concentration des sels, d'où l'absence quasi totale de végétation.

D'assez vastes étendues de ce type de sol existent dans cette carte dans le fond de la baie de Narinda, où ils ont fait l'objet d'une étude de R. DIDIER DE SAINT-AMAND (2), autour de la baie de Moramba et à l'ouest d'Antetikiredja. Ces sols sont ordinairement appelés « sol de tan » dans la nomenclature africaine. Nous ne connaissons pas de nom spécial en malgache.

Ils ont jadis été parfois utilisés comme marais salants, par exemple près d'Antonibe.

Morphologie. — Comme l'a remarqué R. DIDIER DE SAINT-AMAND, ces sols qui sont formés généralement sur les vases de la mangrove, avec apports de matériaux colluvionnés sableux en plus ou moins grande abondance. On peut donc observer des horizons très sableux, peu sableux ou argileux, ce qui a une importance par exemple dans la culture des cocotiers, tentée sur ce type de sols.

L'exhaussement et les lessivages par les pluies ont amené également une certaine évolution de ces sols qui à l'extrême les fait passer de solonchaks sodiques et magnésiens à des solonetz.

Le sol est blanc à gris en surface, et on trouve dans le profil des horizons foncés d'accumulation de matière organique dues aux palétuviers qui recouvraient les vases de mangrove.

Nous emprunterons la description d'un profil très salé à R. DIDIER DE SAINT-AMAND. Il s'agit d'un polder récent primitivement régulièrement envahi par les marées :

- 0 à 3 cm : Horizon brun-gris (F 61), argilo-sableux, structure diffuse avec parfois une légère croûte durcie de surface.
- 3 à 25 cm : Horizon bariolé rouge et gris (D 90, E 38), compact.
- 25 à 50 cm : Horizon bariolé tendant au rouge, compact.
- 50 à 100 cm : Horizon compact gris (D 10), traces de matière organique brute.
- 100 à 110 cm : Horizon identique, mais plus sableux.
- 110 à 125 cm : Horizon riche en débris de cuirasse colluvionnés.
- 125 à 200 cm : Horizon sableux brun-olive (E 74), argile cimentant.

Ce profil présente une remarquable succession d'apports bien différents, il est d'ailleurs assez exceptionnel. Un profil sableux présente la succession habituelle :

- 0 à 50 cm : Horizon brun rougeâtre, sableux, assez compact.
- 50 à 200 cm : Horizon gris-bleu foncé, compact, plus argileux.

Enfin certains sols partiellement dessablés peuvent être notés, sous culture de riz :

- 0 à 30 cm : Horizon brun-rouge foncé (H 21), sableux, structure nuciforme.
- 30 à 50 cm : Horizon bariolé gris sur jaune, plus argileux et plus compact.
- 50 à 90 cm : Horizon analogue, plus gris.
- 90 à 120 cm : Horizon jaune peu bariolé de gris, compact.
- 120 et plus : Horizon gris très clair, compact.

Plus près d'Antonibe une rizière plus sableuse présente (profil X 12) :

- 0 à 20 cm : Horizon (E 10), argileux à sable fin, veinules rouille le long des racines, structure prismatique.
- 20 à 80 cm : Horizon de sable clair olive (D 83), structure particulière.
- 80 et plus : Sable blanc humide.

Caractéristiques physiques et chimiques. — La granulométrie est très variable, on trouve à peu près toujours un horizon très argileux dans le profil.

La matière organique, même dans certains points de concentration, n'atteint que 3 à 4 p. 100 et est très peu humifiée. Le pH mesuré est toujours voisin de 7, parfois un peu supérieur. Dans le complexe absorbant les bases soude et magnésie sont prépondérantes, la chaux est moyenne et la potasse assez variable. La capacité d'échange est moyenne, à peu près constamment saturée.

La teneur en sels solubles varie avec l'état de dessalage. Dans les sols très salés, nus de toute végétation, elle atteint 100 p. 1000. D'autres fois elle se stabilise vers 20 à 25 p. 1000 et dans les sols mieux dessalés, cultivés en rizières, est au-dessous de 10 p. 1000. Alors la soude échangeable prend une relation importante dans le complexe et devrait être combattue par des apports calciques.

Dans le Nord de l'île, une vaste zone de tan, où le profil homogène est très riche en sable grossier, présente des caractères chimiques, analogues, sauf une moindre teneur en Na échangeable malgré un certain lessivage des sels.

L'azote est ici déficient, de même que potasse et acide phosphorique, pourtant certaines parties ont donné d'excellents sols à cocotiers.

Vocation culturale. — Nous avons déjà parlé des cocotiers qui sont destinés aux sols plus sableux de ce type. On devrait leur appliquer une petite irrigation en saison sèche étant donné la très grande perméabilité des sables. Pour les sols plus argileux et compacts, la riziculture sera une bonne occupation du sol.

IV. — SOLS HYDROMORPHES

Généralités. — A la différence des cartes voisines nos 12 et 13 de P. SÉGALEN, la carte d'Antonibe comporte assez peu de sols hydromorphes, sauf la vaste plaine de Mahadrodoka, drainée par la Tsiribihina. Les autres zones sont peu étendues en général.

Les sols de marais sont très rares. L'hydromorphie est plutôt commandée dans la région par l'alternance des saisons. On a donc un engorgement total pendant la saison des pluies et une assez forte sécheresse avec plan d'eau à profondeur moyenne en saison fraîche. Ainsi les cultures les plus importantes se font en saison humide.

A. — HYDROMORPHIE TEMPORAIRE D'ENSEMBLE (11.200 hectares)

Localisation. — Ce type est représenté largement dans la plaine de Mahadrodoka ; on le trouve également à Ambondro, au nord d'Antonibe et dans quelques petites zones éparses. Ces sols sont la plupart très salés avec une végétation typique à base de *Sirasira* et *Artemisia*, accompagnées de nombreuses Cypéracées.

Morphologie. — Le relief habituel est la plaine à pente très douce avec un micro-relief légèrement bosselé et craquelé en surface. On observe souvent de larges fentes dues au retrait des argiles. Quelques plaques dénudées signalant des concentrations de sels.

Ces sols sont formés par l'accumulation d'alluvions en majeure partie argileuses, et la marée les recouvre encore périodiquement. Néanmoins si la nappe est encore très salée, ainsi que les horizons profonds, la saison des pluies apporte un certain dessalage des horizons supérieurs.

On observe classiquement, dans la plaine de Mahadrodoka, la succession de plusieurs horizons brun à brun-gris suivis d'un horizon gris plus ou moins foncé à partir de 60 à 80 centimètres (AX 2 à 6). Le profil entier est argileux, prismatique en surface avec de larges fentes en saison sèche, plastique au-dessous. La porosité se fait par les anciennes racines.

Seul l'extrême-Sud de la plaine, près de la rivière Sofia, montre un profil moins argileux, plus limoneux, de structure moins compacte.

Le long de la Tsiribihina, qui draine la plaine en son milieu, on note le profil suivant (AX 6), sous couverture de Ahidrano :

- 0 à 20 cm : Horizon gris foncé (F 81) à taches noires, argileux, plastique.
- 20 à 80 cm : Horizon brun-jaune (D 63) bariolé de rouge, argileux, plastique.
- 80 à 120 cm : Horizon brun-jaune (E 63), argileux, plastique.

La nappe a été rencontrée en saison sèche entre 80 centimètres et 1 mètre de profondeur dans l'ensemble de la plaine, certaines dépressions étant gorgées d'eau, qui sont utilisées pour la culture du riz.

Les ruisselets forment des méandres et de nombreuses levées alluviales compartimentent le terrain.

Près d'Antonibe, le profil est traversé d'une couche de sable blanc de 30 à 40 centimètres d'épaisseur, issus des grès voisins ; on peut noter le profil X 6 :

- 0 à 20 cm : Horizon gris foncé (F 10), argileux, structure prismatique, nombreuses radicelles.
- 20 à 50 cm : Horizon blanchâtre, sableux, particulière.
- 50 à 100 cm : Horizon gris-verdâtre, sablo-argileux, compact.

La nappe affleure à 50 centimètres. Ce sol contient des débris organiques dégagant une forte odeur de SH_2 . Ce phénomène est d'ailleurs fréquemment observé sur les sols issus de mangroves.

Caractéristiques physiques et chimiques. — L'analyse granulométrique a donné une forte proportion d'argile, 60 à 75 p. 100, en se rapprochant de la périphérie vers le centre de la plaine, avec 15 à 20 p. 100 de limon et le reste en sables fins, le profil ne comportant jamais de sables grossiers, sauf à Ambondro. La capacité de rétention est toujours supérieure ou au moins égale à 50 p. 100.

La matière organique est présente en forte proportion, 4 à 8 p. 100. Elle est peu humifiée mais le taux d'humus est satisfaisant. Les acides fulviques sont généralement supérieurs aux acides humiques. L'azote est suffisant, le rapport C/N voisin de 20. Le complexe absorbant, de forte capacité, 20 à 30 ME/100 grammes, montre une richesse relative en magnésie et soude contre chaux et potasse. Néanmoins les teneurs de ces dernières sont généralement moyennes. Vers le centre de la plaine la soude échangeable occupe 30 p. 100 du complexe absorbant. On a alors affaire à des sols salins à alcali. Tous ces sols sont plus ou moins salés, avec des teneurs en sels solubles de 5 à 10 p. 1000 dans les 50 premiers centimètres et jusqu'à 30 à 40 p. 1000 au-dessous. La nappe salée atteint par place 15 à 30 grammes de sels par litre. On trouve en majorité des chlorures (10 à 30 grammes), peu de sulfates (2 à 3 grammes).

L'eau qui monte et descend à chaque marée dans la Tsiribihina est assez peu salée. D'autre part en saison des pluies la tranche supérieure du sol est un peu dessalée et la riziculture pourrait être un peu plus étendue.

Vocation agricole. — La riziculture est seule possible sur ces sols, tant du point de vue de la salinité, déjà forte, que de la texture du sol et de sa mauvaise structure. D'autre part, la perméabilité est faible, sauf dans la partie Sud.

Des travaux de drainage seront nécessaires pour l'aménagement, de façon à lessiver le plus possible les sels. Quoique la marée ne remonte que dans la Tsiribihina elle-même et gagne peu dans la plaine, nous n'avons pas assisté à de grandes marées, il faudra peut-être protéger les zones basses.

Dans la zone d'Ambondro également, le drainage sera nécessaire pour développer la culture du riz.

Malgré leur présence fréquente, nous n'avons pas observé de toxicité due aux sulfures.

B. — SOLS HYDROMORPHES CALCAIRES ENGORGEMENT PERMANENT

Ces sols sont issus d'alluvions ayant subi d'importants apports calcaires. On en trouve un peu partout en bordure des terrains calcaires, notamment le long de l'Ankoroatsakoa, vers Anjajavy, à l'embouchure de la rivière Baly et dans la vaste zone marécageuse à l'ouest de Mariarano, enfin près d'Ampasimaleotra.

Ces sols sont complètement inondés en saison des pluies et la nappe est encore généralement haute en saison sèche, ce qui les diffère des argiles grises lithomorphes sur calcaire.

Des mélanges de sables dus à des colluvionnements s'étant produits en différents endroits, nous avons distingué deux types, argileux et sablo-argileux.

a. *Argileux* (2.000 hectares) :

C'est le cas des sols formant la vaste plaine à l'est de Mariarano.

Au sud d'Ambondro, sous une végétation de marais à Vondrona, on peut noter le profil suivant (X 25) :

- 0 à 20 cm : Horizon gris très foncé (J 10), argilo-fibreux, plastique.
- 20 à 60 cm : Horizon gris foncé (E 90), argileux, plastique.
- 60 à 100 cm : Horizon gris-brun (F 61) à taches diffuses rouille, argileux, plastique.
- 100 à 120 cm : Horizon gris noirâtre (J 10), argileux, plastique.

On observe à la surface de fréquentes concrétions calcaires, ainsi que des horizons enterrés de matière organique.

Près d'Ampasimaleotra, un profil mieux drainé, près des rizières, se présente ainsi (X 26) :

- 0 à 50 cm : Horizon sec gris (E 10), argileux, structure polyédrique à prismatique, dur.
- 50 à 100 cm : Horizon gris-brun, argilo-sableux, structure polyédrique, concrétions calcaires.
- + 100 cm : Horizon gris-jaune (D 10), argilo-sableux, fin, structure polyédrique.

Caractéristiques physiques et chimiques. — Tous les horizons du profil sont argileux, et il n'y a pas de sable grossier. On a 50 à 70 p. 100 d'argile, 15 à 30 p. 100 de sable fin, 15 à 25 p. 100 de limon.

La capacité de rétention pour l'eau est forte, 45 à 70 p. 100. La perméabilité est bonne sur tout le profil, entre 4 et 5 centimètres/heure, la structure est par ailleurs satisfaisante.

La matière organique est forte en surface, mais généralement bien répartie. L'humification est plutôt faible, mais le taux d'humus suffisant. Sauf dans les horizons très organiques l'azote est un peu faible. Le C/N est voisin de 15, sauf en certains horizons à tendance tourbeuse (C/N = 36). La capacité du complexe absorbant est forte (30 à 40 ME/100 grammes) et elle est entièrement saturée grâce aux ions calcium et magnésium abondants, issus des calcaires dolomitiques, principalement. La potasse est également forte, mais son effet peut être un peu masqué par Ca et Mg.

La saturation est complète, le pH variant au voisinage de 8. Les réserves sont fortes, seul le phosphore est plutôt déficient dans ce sol.

Vocation culturale. — Une partie de ces sols est déjà cultivée en rizières, à Ampasimaleotra principalement. Le riz ne semble pas souffrir du pH plutôt élevé. La vaste plaine d'Ampahakabe n'est, elle, que très peu utilisée, et il y a là une belle surface de 1.700 hectares à mettre en valeur. Il sera nécessaire de drainer largement car le bassin versant est assez grand. Au cas où le pH aurait un effet dépressif sur les rendements, des apports de soufre seraient nécessaires mais pourraient être faits sous forme de superphosphate, ce qui amènerait également les phosphates qui risquent de manquer.

Sous réserve de discipliner les crues, la culture est certainement possible pendant la saison des pluies.

b. *Sablo-argileux calcaires* (3.600 hectares) :

Localisation. — On rencontre ce type de sol à l'est de Mariarano et sur les alluvions de la rivière Ankaratsakoa et de l'Ambondro-Ampasy, près d'Anjajavy. Ces sols hydromorphes sont aussi partiellement utilisés en riziculture.

Morphologie. — Leur caractère est d'être assez sableux, soit que le sable soit uniformément réparti dans le profil, soit que celui-ci comprenne un horizon intermédiaire de sable grossier.

Près d'Antsangabe, sur une rizière avec de nombreuses et larges fentes, on note le profil suivant :

- 0 à 40 t : Horizon gris noirâtre, argileux, structure prismatique, tache rouges le long des racines.
- 40 à 80 cm : Horizon gris-olive, argileux à sable grossier.
- 80 à 120 cm : Horizon bariolé jaune-rouge, argileux, plastique, nappe à 1 mètre.

L'horizon argileux de base est la partie supérieure de la mangrove qui se continue vers la mer.

A Antanandava, près de Mariarano, dans un marais à Vondrona, le profil X 24 a été noté :

- 0 à 30 cm : Horizon gris foncé (D 10), finement sablo-argileux, structure polyédrique à prismatique, fentes.
- 30 à 80 cm : Horizon gris (D 90), sablo-argileux, structure polyédrique, dur.
- 80 à 130 cm : Horizon gris à taches rouille, sablo-argileux, humide.
- + 130 cm : Sable gris clair.

Par endroits ces sols sont très riches en matière organique.

Caractéristiques physiques et chimiques. — L'argile n'atteint dans ces sols que 25 p. 100, avec 40 à 50 p. 100 de sables fins, 10 à 20 p. 100 de sables grossiers. L'humus est moyen et l'azote déficient.

Comme dans les autres sols, magnésie et surtout chaux sont abondants. La potasse est un peu faible et le phosphore manque. La saturation est complète. Le pH supérieur à 8.

Vocation agricole. — Quoique moins riches que les précédents, ces sols sont très utilisés en riziculture. Des fumures azotées et phosphoriques devraient permettre d'accroître les rendements.

C. — SOLS HYDROMORPHES ARGILEUX LACUSTRES (600 hectares)

Localisation. — Bien que n'occupant qu'une surface restreinte ces sols sont assez typiques de l'extrémité Nord de la presqu'île de Narinda. Ces lacs sont souvent temporaires et complètement asséchés en saison sèche. Le pourtour est occupé par un arbuste spécial, une Apocynacée, *Mascarehnasia*.

Morphologie. — Le sol est craquelé vers le milieu et recouvert d'une pellicule d'argile qui se desquame. Au-dessous il reste une certaine humidité.

Dans le Matsaborimavo, le profil est le suivant :

- 0 à 30 cm : Horizon gris, argilo-sableux, polyédrique à tendance prismatique.
- 30 à 60 cm : Horizon brun tacheté de gris, argilo-limoneux.
- 60 à 90 cm : Horizon gris clair, parsemé de taches blanches non calcaires.

Vocation agricole. — Ces sols ne peuvent servir qu'à des pâtures en début de saison sèche, lorsque les eaux ont un peu baissé.

D. — SOLS HYDROMORPHES ARGILEUX A COUCHE DE SABLE ENGORGEMENT DE SURFACE PERMANENT (3.000 hectares)

Localisation. — On rencontre ces sols dans un certain nombre de dépression, sur des roches mères assez diverses, toujours à proximité de la carapace sableuse.

Ils forment la plus grande partie des sols de la cuvette de Tsiningia, centre agricole. On en a également à Andribavontsona, Anjoaka-Sud, Ambodibonara et plus au Nord, à Antatilokey et Anantaka.

Morphologie. — Ces sols sont, soit naturellement, soit artificiellement par l'irrigation, recouverts d'eau à peu près toute l'année, d'où la formation d'un horizon noir bleuâtre de *tanimanga*.

A l'ouest de Tsiningia, dans une rizière, on note le profil suivant (AX 1), développé sur basaltes :

- 0 à 30 cm : Horizon brun (E 72), à taches rouille, argileux, plastique.
- 30 à 100 cm : Horizon brun foncé (F 54), sablo-argileux, structure nuciforme à polyédrique.
- + 100 cm : Horizon brun foncé, sableux peu argileux, particulaire.

Près d'Antatilokey, le sol a recouvert l'argile et le profil est le suivant :

- 0 à 40 cm : Horizon gris foncé, sablo-argileux, structure polyédrique.
- 40 à 60 cm : Horizon gris, argileux, tacheté.
- 60 à 100 cm : Horizon d'argile bleutée (*tany manga*).

On passe ensuite à un sol de moins en moins hydromorphe en profondeur.

Caractéristiques physiques et chimiques. — Nous donnerons ici les résultats analytiques relatifs au profil AX 1 représentatif de la cuvette de Tsiningia.

L'horizon supérieur est franchement argileux (60 p. 100) avec peu de limon et sable fin. Au-dessous l'argile diminue fortement (30 puis 20 p. 100) tandis qu'augmentent sables fin et grossier. La capacité de rétention pour l'eau est forte en surface.

La matière organique est bien répartie et en bonne quantité, elle est faiblement humifiée, avec peu d'acides humiques. L'azote le C/N est voisin de 20.

Le complexe absorbant possède une capacité forte dans l'horizon supérieur, moyenne en dessous.

Chaux et magnésie sont abondantes, la potasse manque un peu. La saturation est moyenne avec pH un peu supérieurs à 5.

Les réserves sont bonnes, sauf en potasse. En effet, peu d'alluvions micacées de la Sofia se déposent là.

Vocation agricole. — Les sols de ce type sont à peu près tous cultivés en riz, en particulier Tsiningia, en cours de développement. L'alimentation en eau est assurée par des sources ou de petites rivières. Le riz vient très bien sur ces sols.

Des essais de plantes fourragères devront être tentés, en culture dérobée, si l'on peut suffisamment drainer.

Deux cultures de riz pourraient éventuellement être tentées.

V. — SOLS JEUNES SUR APPORTS RÉCENTS

Nous avons rangé dans cette classe de nombreux sols issus d'alluvions fluviales ou maritimes, n'ayant pas subi d'évolution pédogénétique et dont le renouvellement est presque continu.

La plus grande partie vient de la Sofia, avec des alluvions limoneuses et micacées. Dans l'Ankaratsakoa les alluvions sont calcaires, dans la Tsiribihina argilo-limoneuses.

1° ALLUVIONS ARGILO-LIMONEUSES MICACÉES (2.800 hectares)

Localisation — Morphologie. — Elles forment la bordure Nord de la cuvette de Tsiningia et une vaste plaine à l'ouest d'Ambevongo, dite Jambaro. Un sol analogue borde la Tsiribihina.

A l'est d'Andio, vers le centre de la plaine de Jambaro, le profil suivant peut être noté sous une végétation moyennement dense d'Ahidambodrano avec *Ambrosia maritima* sur les bordures.

0 à 30 cm : Horizon brun-rouge foncé (H 43), argilo-sableux fin, structure lamellaire, larges fentes.

30 à 60 cm : Horizon brun foncé (H 64), humide, argileux, compact, micacé.

60 et plus : Horizon gris-brun, très argileux.

La marée parvenant parfois sur ce terrain, on observe quelques efflorescences dans la partie Nord. Le sol lui-même n'est pas salé.

Caractéristiques physiques et chimiques. — Le sol est argilo-limoneux dans l'horizon supérieur (40 p. 100 argile, 35 p. 100 limon) et argileux au-dessous. Il n'y a pas de sable grossier.

Il y a de la matière organique dans tout le profil (1 à 3 p. 100).

L'azote est moyen, le C/N faible, sauf en profondeur (manque de drainage). L'humification est faible.

Le complexe absorbant possède une forte capacité, il est moyennement saturé en chaux et magnésie (horizon inférieur très riche en chaux), la potasse est moyenne.

Le pH est supérieur à 6.

Les réserves sont bonnes et le phosphore abondant en profondeur (phosphates calciques).

Vocation agricole. — Actuellement, ces sols ne sont utilisés que comme pâturages. Un bon drainage devrait permettre une utilisation plus intensive. La riziculture et surtout des cultures de manioc, éventuellement de coton, seraient possibles.

2° ALLUVIONS LIMONEUSES A LIMONO-SABLEUSES

BAIBOHO MICACÉS (5.600 hectares)

Ces alluvions proviennent encore de la Sofia, mais sont plus proches de la rivière et plus fraîches.

Le profil X 31, pris sur une surface alluviale à + 3 mètres en bordure de la Sofia, montre la succession suivante :

0 à 50 cm : Horizon brun foncé, limono-sableux fin, structure grumeleuse.
50 à 100 cm : Horizon gris à taches rouille, argilo-limoneux, structure massive.

Caractéristiques physiques et chimiques. — Ici encore on n'a pas de sable grossier, l'argile atteint 60 p. 100 en profondeur, le limon 30 p. 100 dans tout le profil.

La matière organique est présente en quantité moyenne. L'humification est bonne (bon drainage), la teneur en azote faible; le C/N inférieur à 10.

Le complexe absorbant, de capacité moyenne, est bien saturé en chaux, magnésie et potasse ; le pH est voisin de 6.

Les réserves sont bonnes en tous éléments ; malgré le passage des grandes marées, le taux de sels solubles n'atteint pas 2 p. 100.

Vocation culturale. — Ces sols donneraient de bons sols de culture, malheureusement la marée les submerge trop souvent. Néanmoins, les zones les plus hautes peuvent porter du manioc, des patates.

3° ALLUVIONS SABLEUSES CALCAIRES (1.800 hectares)

Ces sols se rencontrent principalement le long de la rivière Ankaratsakoa à côté de ces mêmes alluvions hydromorphes. Le profil est identique.

Notons que ces sols sont identiques à ceux décrits par P. SÉGALEN dans la série de Mahamavo (feuille n° 13).

4° VASES DE MANGROVE (14.800 hectares)

Ces dépôts ont un vaste développement dans la feuille : delta de la Mahajamba, de la Sofia, nombreuses indentations de la côte, fond de la baie de Narindra.

Ce ne sont pas des sols agricoles en raison de leur forte teneur en sels et de la venue régulière de la marée. Néanmoins, leur évolution ultérieure les amène à le devenir, dans des polders naturels ou artificiels.

La nature de l'alluvionnement est assez homogène au moins pour ce qui est de la Sofia. Il est argileux, calco-magnésien et potassique. Dans la baie de Narinda, la partie supérieure est généralement mélangée de sable grossier.

Ces sols sont toujours riches en matière organique (3 à 5 p. 100), l'azote est variable.

Pour le reste ce sont des sols riches susceptibles d'être exploités si l'on peut irriguer et drainer pour enlever le sel et empêcher l'incursion des marées sur des surfaces assez grandes.

Etant donné la possibilité d'exploiter des terrains plus aisés, des travaux d'aménagement ne s'imposent pas encore.

5° SABLES DUNAIRES ET LITTORAUX (11.600 hectares)

Localisation. — On rencontre ces sols en quelques points du littoral, mais ils sont surtout concentrés près de Marosakoa, au débouché de la rivière Antsena, entre la pointe Anjavy et l'embouchure de l'Antsangabe, et au voisinage de Komadjara.

Morphologie. — Ce ne sont parfois que des sables blancs à beige clair, mais vers l'intérieur certains ont subi une certaine rubéfaction avec installation d'une forêt sèche assez dense. On y rencontre également des filaos.

Près de Komadjara, sur une dune ancienne, le profil suivant peut être observé :

- 0 à 10 cm : Horizon beige orangé, largement lessivé, sableux, particulière.
- 10 à 90 cm : Horizon brun-rouge foncé (S 21), sableux, particulière.
- 90 + : Horizon brun, sableux, particulière, devenant plus clair en profondeur.

Près d'Anjavy, sous *Hyphaene shatan* et Cypéracées, on note le profil suivant :

- 0 à 3 cm : Horizon gris, humifère, sableux.
- 3 à 20 cm : Horizon gris-jaune, sableux, structure polyédrique à tendance particulière.
- 20 à 50 cm : Horizon jaune, sableux, plus humide.
- + 50 cm : Sable blanc dunaire.

Caractéristiques physiques et chimiques. — Ces sols contiennent en majorité des sables grossiers (60 p. 100) et très peu d'argile (moins de 5 p. 100).

Les horizons supérieurs sont riches en matière organique (jusqu'à 2 p. 100) ; l'azote est particulièrement déficient.

Le complexe absorbant, de très faible capacité, est moyennement pourvu en chaux mais pauvre en potasse. Le pH est supérieur à 6. Le sol manque de phosphore également.

Vocation culturale. — Ces sols très peu fertiles devront conserver ou développer leur manteau forestier et arbustif.

6° SOL SABLEUX OU FORMATION PLIOCÈNE (1.400 hectares)

Ce sol, assez analogue au précédent quoique de formation plutôt continentale, de couleur brun-gris foncé, humifère dans les vingt premiers centimètres, se rencontre à proximité d'Ambanja et de Matahibory, dans la presqu'île à l'ouest de la baie de la Mahajamba.

Il porte une forêt sèche assez dense qui, seule, lui convient bien.

7^o COLLUVIONS (10.080 hectares)

Localisation. — Des masses de colluvions se rencontrent un peu partout, généralement sur des surfaces trop petites pour être cartographiées. Seules quelques zones l'ont été, dont l'une près de Bepilily, où les colluvions sont calcaires, l'autre dans l'est de Mariarano, au contact des alluvions calcaires hydromorphes.

Morphologie. — Dans les deux cas, la teinte générale est gris à brun. Sur colluvions sableuses le profil suivant peut être pris sur la route de Mariarano à Antanambao, sous végétation d'*Hyphaena shatan* et *Heteropogon* :

0 à 40 cm : Horizon brun-gris (H 81), sablo-argileux, structure à tendance polyédrique, dur.

40 à 80 cm : Horizon gris, plus argileux, à quelques taches.

80 et plus : Horizon gris (D 10), à grosses taches rouille, sablo-argileux, structure polyédrique à particulaire, moins durci.

L'horizon inférieur pourrait se rapporter à une certaine hydromorphie de la base du dépôt.

En région calcaire, à Dabariaomby, au sud d'Ampasindava, le profil suivant (X 19) peut être noté :

0 à 40 cm : Horizon gris foncé à taches blanchâtre (F 90), sablo-argileux, structure polyédrique à prismatique, dur.

40 à 60 cm : Horizon gris à jaune, sablo-argileux, même structure.

60 à 100 cm : Horizon brun-jaune (E 63), à quelques taches diffuses rouille, argilo-sableux, même structure, quelques concrétions calcaires.

Là encore nous avons à faire à une certaine hydromorphie.

Caractéristiques physiques et chimiques. — Les deux types de colluvions sont à tendance sableuse, avec 20 à 25 p. 100 d'argile, peu de limon, sables grossiers et sables fins égaux dans les calcaires, surtout sable grossier dans les colluvions sableuses. Il s'ensuit une capacité de rétention voisine (15 à 20 p. 100).

La matière organique existe dans les deux cas et est bien répartie.

L'azote manque dans les colluvions sableuses. Le C/N varie de 10 à 15.

Le complexe absorbant est de faible capacité mais il est complètement saturé sur les calcaires, avec pH supérieur à 8.

Les colluvions sableuses sont déficientes en phosphore et un peu en potasse, la chaux est abondante. On observe un certain lessivage du fer dans ces colluvions.

Vocation culturale. — Mises à part les colluvions sableuses, qui ne peuvent porter qu'un pâturage, d'ailleurs supérieur à celui des sables roux ou jaunes, les colluvions calcaires sont de bonnes terres qui peuvent porter un peu de riz en saison des pluies, aussi du manioc. Il serait peut-être nécessaire de faire des apports phosphatés.

VI. — RANKERS ET SOLS SQUELETTIQUES (LITHOSOLS)

Les sols ferrugineux tropicaux et calcimorphes sont sujets à une érosion intense qui décape les horizons supérieurs, creuse des rigoles, des ravins et même des *lavakas*. La carapace sableuse repose le plus souvent sur des profils tronqués, sauf si la forêt est bien installée.

On a ainsi sur les grès et les sables des sols plutôt semi-squelettiques. Près d'Antonibe, le profil sur grès est le suivant, dans une zone érodée :

0 à 20 cm : Horizon brun-rouge clair, sableux, structure à tendance particulière.

20 et plus : Horizon brun-jaune clair passant à la roche, donc zone d'altération, sablo-argileuse.

Ce sol est pauvre en potasse et phosphore, son pH est acide (4.8).

Sur les basaltes et les calcaires, on a le plus souvent affaire à de véritables sols squelettiques, la roche étant mise complètement à nu, Tsingy et dalles pour les calcaires, éboulis rocheux et cuirasses démantelées pour les basaltes.

Ces sols sont soit dénués de toute végétation, soit recouverts d'une simple strate herbacée, pauvre en espèces, avec principalement de l'*Aristida*.

Les sols squelettiques sur basaltes couvrent environ 9.200 hectares, ceux sur calcaire 36.300, sur grès 34.700. Enfin, les sables roux érodés en occupent 18.000.

MISE EN VALEUR

Outre que cette feuille, étant donné la forme de la côte à cet endroit et son découpage, ne couvre qu'à peine la moitié du format, ce n'est pas non plus une zone de grande production agricole.

En effet, sauf la plaine de Mahadrodoka qui est assez importante et qu'il reste à aménager, il n'y a pas de grands deltas aptes à la culture de riz, peu de *baibohos* pour le manioc et les arachides. Quant aux sols de *tanety*, ils sont trop peu fertiles, à peine suffisants pour un élevage restreint. Pourtant les débouchés sont aisés, ports (*tafia*) de la baie de Narinda ou de la baie de la Mahajamba.

S'il reste néanmoins des zones cultivables non utilisées, la population, à peu près uniquement Sakalava, avec quelques Comoriens qui sont plutôt pêcheurs ou patrons de boutres, semble peu disposée à travailler plus qu'elle ne le fait actuellement. Il apparaît aussi qu'elle a diminué dans les dernières décades. Il est à remarquer qu'il y a d'assez vastes zones inhabitables en raison du manque d'eau, comme par exemple sur le plateau calcaire de Masiaposa.

Enfin, le centre même d'Antonibe a vu son importance diminuer, tant du point de vue administratif que du point de vue économique. Jadis un chef-lieu de gouvernement, ce n'est plus aujourd'hui qu'un canton.

A. — UTILISATION ACTUELLE DES TERRES

Nous avons vu la relative importance des forêts dans la zone prospectée, notamment sur sables continentaux et sur calcaires, peu sur basaltes. L'exploitation est faite par deux colons, près d'Anjavy et près d'Antonibe. Malgré les difficultés d'installation et de travail, les calcaires durs et à lapiaz donnent parfois de beaux sujets qui pourraient être plus intensément exploités.

Les forêts de palétuviers des deux baies ont été elles-mêmes très exploitées lors de la recherche des tannins, ce qui a produit la raréfaction de certaines espèces ; actuellement, ils ne sont plus exploités que comme bois de feu.

Les vastes zones de sables roux et jaunes, couverts d'une maigre savane, nourrissent quelques troupeaux.

Il existe un peu partout des raphières et la récolte du raphia, qui occupe les Sakalava pendant un ou deux mois par an, constitue une de leurs principales activités.

Quelques sols d'alluvions sont utilisés pour la culture du manioc.

Enfin le riz, nécessaire à tous les habitants, est cultivé dans un certain nombre de dépressions sur les alluvions, sur les basaltes, et éventuellement la carapace argilo-sableuse. Les bordures de sols salés sont aussi quelquefois utilisées.

On trouve enfin quelques pâturages de saison sèche sur des sols hydromorphes.

Le cocotier est assez répandu et fait l'objet, dans une concession en particulier, d'une culture suivie, à Antetikiredja. Il pousse bien sur les sables de bord de mer et semble supporter les sols un peu salés des polders. Malheureusement, une maladie, dont nous reparlerons, semble vouloir s'attaquer à cette plante, surtout dans le fond de la baie de Narinda. Néanmoins, la plupart des villages ont une cocoteraie, même parfois à l'intérieur des terres.

Nous avons signalé, dans la baie de Narinda, l'existence ancienne de marais salants, aujourd'hui concurrencés par les salines de Diégo-Suarez. L'exploitation pourrait peut-être reprendre.

Disons enfin un mot de la pêche, qui n'a qu'un caractère familial. Le poisson semble assez abondant mais ne donne lieu qu'à un petit commerce de poisson séché.

Dans l'ensemble, la région étudiée en est encore plus à l'économie de cueillette, avec raphias et cocos, qu'à celle de véritable agriculture.

Il ne fait pas de doute que des efforts organisés pourront amener un certain développement au point de vue agricole. Il est probable que des apports de populations extérieures seront nécessaires, ainsi que cela a été fait dans de nombreuses zones dont le développement est déjà fort avancé. Nous avons par ailleurs le sentiment que, même dans le cadre de l'agriculture traditionnelle, il y a quelque chose à faire. Un grand pas sera fait si l'on peut installer quelques secteurs de paysannat à partir desquels techniques modernes et plans économiques pourront être diffusés.

B. — POSSIBILITÉS DE MISE EN VALEUR

1°. — VALEUR AGRICOLE DES SOLS

a. Sols ferrugineux tropicaux.

Nous savons que la plupart de ces sols sont peu fertiles, en particulier ceux de texture sableuse. Leur meilleure utilisation est la forêt qui se maintient bien où elle est protégée. Seuls les sols sur basalte pas trop érodés et le complexe dit *Bongolava* peuvent porter des arachides ; bien que des réussites aient été enregistrées dans cette culture, il convient d'être prudent car l'épuisement des sols risque d'être rapide en culture continue. Il faut donc introduire une longue jachère dans la culture, si possible à base d'engrais verts, et surveiller les pentes en introduisant des pratiques antiérosives.

Les sols trop riches en débris de cuirasse ou en concrétions sont évidemment à rejeter.

b. Sols calcimorphes :

Là encore, nous avons une certaine proportion de sols érodés et squelettiques. Les sols noirs ne sont suffisamment étendus qu'en deux ou trois endroits où l'on cultive surtout du riz. Le coton pousserait certainement bien après drainage mais les superficies sont trop restreintes pour que l'on envisage cette culture.

c. Sols hydromorphes :

Une grande partie de ces sols n'est pas encore aménagée, bien que la plupart soient susceptibles de porter du riz, éventuellement du coton après drainage. Dans l'aménagement des sols un peu salés, le riz sera naturellement la première spéculation.

d. Sols salés :

Si l'on excepte la variété hydromorphe, les sols salés comme les sols de tan sont susceptibles, après des travaux empêchant le retour des marées, de porter des plantations de cocotier. Une distinction doit être néanmoins faite entre les polders formés sur ancienne mangrove à *Rhizophora* (*Honko*) et à *Avicennia* (*Afiaty*). Les seconds sont excellents tandis que les premiers donnent souvent des accidents par leur production de sulfure lors de la décomposition. On observe dans ces sols une forte baisse des pH après dessic-

cation. Il faut donc, dans ce dernier cas, être sûr de disposer d'une grande quantité d'eau de façon à assécher en drainant progressivement et en lessivant le plus possible.

e. Alluvions :

Il existe de nombreux dépôts d'alluvions, malheureusement de faible surface dans la plupart des cas, qu'il s'agisse de *baiboho* ou d'alluvions calcaires. Arachide, manioc, coton, paka peuvent être cultivés avec succès. Si l'on dispose d'assez d'eau, le riz peut aussi être cultivé sur les alluvions argileuses.

Naturellement, les sables côtiers ne sont d'aucune utilité, tandis que les colluvions peuvent porter dans de nombreux cas des cultures de manioc, patates et quelques arbres fruitiers comme manguiers et bananiers.

2^o ZONES D'IMPLANTATION

a. Mariarano-Ambondro :

On a ici une vaste zone marécageuse d'à peu près 2.000 hectares dont une faible part seulement est utilisée. C'est surtout vers l'Est que se trouve la plus large zone aménageable, au nord d'Antanmalaka, Ambondro et Antanambao. Pour l'aménager, un bon drainage sera nécessaire. Nous avons vu que les sols sont fertiles. Si au début du drainage ces sols ne conviendront qu'à la riziculture, il sera peut-être possible ultérieurement d'y faire du coton.

Enfin, un assolement fourrager devra être mis sur pied, par exemple avec *Crotalaria juncea* et *Mucuna utilis*.

b. Mahadrodoka :

La surface récupérable est ici très importante, près de 10.000 hectares. Mais les travaux d'aménagement devront être eux aussi plus gros : en effet, le niveau de la plaine est assez bas et il faudra donc endiguer pour empêcher la venue des grandes marées. Ensuite, nous avons vu que le sol et surtout la nappe sont salés. Il conviendra donc d'éliminer le sel. Pour cela, il faudra discipliner l'écoulement des eaux douces de la saison des pluies grâce à un système de verrous, la Tsiribihina constituant le principal axe de drainage. Pour l'irrigation, il serait peut-être possible de créer dans la dépression du lac Matsaborinibetra une sorte de réservoir. De toutes façons, les sols reçoivent suffisamment d'eau pendant la saison des pluies pour les cultures.

La mise en culture des sols de cette plaine nécessitera un apport de population qui pourrait se faire avec des Tsimihety voisins.

c. Tsiningia :

Cette zone de sols hydromorphes développés sur alluvions est déjà largement aménagée et, grâce aux sources, la culture y est même possible en saison sèche. Un secteur de paysannat s'est d'ailleurs attaché au développement de la riziculture. Il serait possible de faire deux cultures par an. Des cultures dérobées de fourrages pourront être entreprises dans le but d'un élevage plus rationnel.

Enfin, les quelques dizaines d'hectares de *baibohos* voisins peuvent être l'objet de cultures de manioc et d'arachides. Les autres sols avoisinants ne sont pas utilisables.

d. Baie de Narindra et Antetikiredja :

Nous avons rassemblé ces deux secteurs car leur développement possible repose sur la même spéculation, la plantation du cocotier sur les sols sableux et salés des bords de mer, en amont de la mangrove. Cela suppose, surtout aux environs d'Antonibe, ainsi que l'a vu R. DIDIER DE SAINT-AMAND dans son rapport, la construction de polders, un dessalage partiel, et surtout le choix de zones d'anciennes mangroves à *Avicennia* de préférence, en raison de la toxicité des *Rhizophora*, par leur production importante de sulfures lors de leur décomposition.

On dispose ainsi d'un nombre d'hectares fort important, qui devrait permettre un développement du cocotier. Il existe malheureusement une maladie non identifiée qui attaque un pourcentage appréciable des plantations récentes, et ce, uniquement dans la baie de Narinda. Moyennant un procédé de lutte à découvrir contre cette maladie, qui ne semble pas devoir mettre en cause une quelconque nocivité des sols, les espoirs sont permis pour la culture du cocotier.

Notons qu'à Antetikiredja, des extensions sont actuellement en cours sur ces anciens terrains de mangrove, et donnent de sérieux espoirs. Dans le cadre du groupement de collectivités ou d'un secteur de paysannat à créer, la mise au point de techniques de plantation adaptées et l'organisation de l'exploitation seraient favorables à un bon démarrage de cette culture. Les colons européens, déjà entraînés à des méthodes modernes, seront des exemples à encourager.

CONCLUSIONS

Si la feuille d'Antonibe ne suscite pas l'intérêt de ses voisines, tant à cause de sa moindre fertilité globale que de sa moins grande diversité pédologique, elle permet néanmoins, par la diversité des roches mères, une rapide revue de types de sols fréquents dans le Nord-Ouest, en se limitant aux sols sur le sédimentaire.

Les sols calcaires y sont particulièrement développés, ainsi que ceux, toujours sableux, de la carapace continentale des géologues. Les sols salés tiennent également une assez grande place.

Bien qu'économiquement en déclin ou pour le moins en stagnation, cette région mérite de se voir accorder plus d'attention, car toutes ses possibilités ne sont pas épuisées, loin de là. Elle est capable de nourrir une population supérieure à celle qui y vit actuellement, si à des investissements mesurés et soigneusement étudiés s'ajoute un réel désir de promotion de la population actuelle ou à implanter. Les leçons des efforts de mise en valeur des secteurs voisins plus favorisés ne devront pas être négligées.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) BESAIRIE. — « Cartes géologiques au 1/200.000^e, Antonibe, Analalava, Tsinjomitondraka, Port-Bergé ». — Le Bassin de Majunga, 1952.
- (2) R. DIDIER DE SAINT-AMAND. — « Les sols salés de la baie de Narinda, 1957 ».
- (3) J. DURAND. — « Les sols rouges et les croûtes ». — DHER, 1959.
- (4) LACROIX. — « Minéralogie de Madagascar ».
- (5) PERRIER DE LA BATHIE. — « Végétation Malgache ».
- (6) POIRIER Ch. — « Ruines de l'île Manja ». — *Mém. Acad. Malg.*
- (7) REIFENBERG. — « Soils of Palestine ».
- (8) RIQUIER. — « Le bilan hydrique des Sols. » Service Géologique, 1959.
- (9) ROUQUETTE. — « Les pâturages de la province d'Analalava ». BEM, 1913.
- (10) SÉGALEN. — « Cartes des sols au 1/200.000^e, Majunga, Mahajamba, 1956 ». — *Mém. Inst. Rech. Madag.*
- (11) Service météorologique. — « Les pluies à Madagascar ».

RÉSULTATS ANALYTIQUES

Clé des prélèvements analysés publiés

N ^o des profils	N ^o des types de sols
X 1	17
X 2	7
X 4	1
X 7	8
X 9	3
X 10	12
X 12	13
X 13	2
X 14	10
X 15	9
X 16	11
X 17	19
X 21	4
X 23	5
X 25	15
X 27	1
X 31	18
AX 1	16
AX 2	14
AX 6	14
AX 9	6
AX 30	12

N° PROFIL X 1

Type du sol : sol jeune d'apport.

Lieu : plaine ouest de Tsiningia.

Roche-mère : alluvions limono-argileuses.

52

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	ACIDITÉ pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE grossier p. 100	HUMIDITÉ équivalente p. 100
11	0—30	6,0	43,3	34,9	20,0	0,5	40,1
12	30—60	6,6	60,4	8,9	26,80	2,0	42,0

NUMÉRO échantillon	Matière organi- que totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	ACIDES fulviques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES						V p. 100	P ² O ⁵ assimi- lable p. 1000
								Mo p. 100	CaO	Mg O	K ² O	Na ² O	T	S		
									Milliéquivalents pour 100 g.							
11	12,2	1,5	1,1	0,4	7,1	0,98	7,2	12,3	5,85	6,7	0,40	0,60	20,0	13,5	62,5	0,015
12	32,3	2,0	1,0	1,0	18,8	0,31	30,6	30,6	43,5	3,4	0,45	0,35	75,4	47,7	63,2	5,00

NUMÉRO échantillon	ÉLÉMENTS TOTAUX			SELS solubles p. 1000	Cl p. 1000	SO ⁴ p. 1000
	CaO p. 1000	K ² O p. 1000	P ² O ⁵ p. 1000			
11	3,35	3,60	1,70	2,2	0,74	0,06
12	27,70	3,35	20,2	0,53	0,16	0,11

J. VIELLEFON

N° PROFIL X 2

Type du sol : sol ferrugineux tropical,
Bongolava.

Roche-mère : basalte et sable.

Végétation : steppe.

Lieu : Tsiningia à l'Est d'Ambarimanjivo.

Erosion : nappe légère.

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	ACIDITÉ pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE grossier p. 100	HUMIDITÉ équivalente p. 100
21	0—15	6,8	33,7	4,7	23,9	33,2	15,3
22	15—150	6,5	40,7	8,5	17,6	32,1	13,7

NUMÉRO échantillon	Matière organi- que totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES bumi- ques p. 1000	ACIDES fulviques p. 1000	Carbone P. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES						V p. 100	P ₂ O ₅ assimi- lable p. 1000
									CaO	Mg O	K ² O	Na ² O	T	S		
									Milliéquivalents pour 100 g.							
21	50,2	4,3	0,9	3,4	29,2	1,50	19,2	25,6	8,3	6,1	0,30	0,10	16,7	14,8	88	0,010
22	6,8	1,0	0,8	0,2	3,4	0,43	7,9	14,7	3,4	0,50	0,07	0,10	4,5	4,05	88	0,005

NUMÉRO échantillon	ÉLÉMENTS TOTAUX		
	CaO p. 1000	K ² O p. 1000	P ₂ O ₅ p. 1000
21	3,90	0,55	1,0
22	1,80	0,25	0,9

N° PROFIL X 4

Type du sol : sol ferrugineux tropical. Roche-mère : carapace continentale sa- Végétation : forêt sèche.
sol rouge sableux. Erosion : nappe légère. Lieu : Angoaka-Nord réserve forestière, Analalava.

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	ACIDITÉ pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE grossier p. 100	HUMIDITÉ équivalente p. 100
41	0—20	6,6	17,6	4,8	27,7	48,6	10,4
42	20—100	5,6	25,3	2,7	14,6	56,5	10,5
43	100—200	5,4	32,9	2,0	21,2	43,2	-

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	ACIDES fulviques p. 1000	Carbone p. 100	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo. p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES						V p. 100	P ² O ⁵ assimi- lable p. 100
									CaO	Mg O	K ² O	Na ² O	T	S		
									Milliéquivalents pour 100 g.							
41	16,5	1,8	0,9	0,9	9,6	1,0	9,3	10,9	4,8	1,16	0,22	—	10,78	6,35	59,2	0,015
42	2,9	0,8	0,3	0,5	1,7	0,4	4,1	27,5	4,8	0,08	0,07	—	5,5	5,10	91,8	0,015
43	4,8	1,2	0,4	0,8	2,8	0,3	9,6	25,0	4,7	0,12	0,07	—	6,4	5,15	80,4	0,010

NUMÉRO échantillon	PERTE au feu p. 1000	RÉSIDU p. 1000	SiO ² combinée p. 100	Fe ² O ³ p. 100	Al ² O ³ p. 100	TiO ² p. 100	SiO ²	ÉLÉMENTS TOTAUX		
							Al ² O ³	CaO p. 1000	K ² O p. 1000	P ² O ⁵ p. 1000
41								3,50	0,12	0,70
42	4,18	73,85	10,93	4,4	4,60	2,0	4	2,25	0,12	0,75
43	5,46	60,80	14,07	6,0	10,70	3,0	2,2	1,55	0,18	0,70

N° PROFIL X 7

Végétation du sol : forêt sèche.

Lieu : sommet du colline à l'ouest du vil- Roche-mère : grès.
lage d'Antonibe.

Type : sol ferrugineux tropical.

Erosion : nappe légère.

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	ACIDITÉ pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE grossier p. 100	HUMIDITÉ équivalente p. 100
71	0—10	6,9	9,2	1,2	56,0	32,4	62,5
72	10—100	7,0	7,2	1,2	57,3	33,0	1,1
73	+100	6,6	18,0	1,2	51,2	28,9	4,9

NUMÉRO échantillon	Matière organi- que total p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	ACIDES fulviques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES						V p. 100	P ² O ⁵ assimi- lable p. 1000
									CaO	Mg O	K ² O	Na ² O	T	S		
									Milliéquivalents pour 100 g.							
71	13,1	5,0	1,6	3,4	7,6	0,51	14,9	38,1	5,8	0,92	0,15	—	7,80	7,40	94,8	0,010
72	4,1	1,0	0,3	0,7	2,4	0,18	13,3	24,3	5,0	0,24	0,07	—	5,57	5,4	96,9	0,010
73	1,5	0,5	0,3	0,2	0,9	0,25	3,6	33,3	2,3	0,24	0,07	—	2,85	2,7	94,7	0,010

NUMÉRO échantillon	PERTE au feu p. 100	RÉSIDU p. 100	SiO ² combinée p. 100	Fe ² O ³ p. 100	Al ² O ³ p. 100	TiO ² p. 100	ÉLÉMENTS TOTAUX			
							SiO ² Al ² O ³	CaO p. 1000	K ² O p. 1000	P ² O ⁵ p. 1000
71								3,01	0,12	0,45
72	0,75	95,15	1,51	0,8	1,20	0,3	2,14	2,50	0,12	0,30
73	3,27	85,33	5,78	1,2	4,10	0,2	2,4	1,70	0,12	0,30

N° PROFIL X 9

56

Type de sol : sol ferrugineux tropical Lieu : route à l'ouest d'Antonibe.
tronqué.

Roche-mère : grès.

Végétation : steppe.

Erosion : très forte, ravins, *lavaka*.

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	ACIDITÉ pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE grossier p. 100	HUMIDITÉ équivalente p. 100
91	010	6,9	17,6	2,0	49,0	29,4	9,1
92	100	6,7	23,2	2,0	34,3	38,4	13,1
93	400	6,6	19,2	2,0	33,8	44,3	10,7

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	ACIDES fulviques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES						V p. 100	P ² O ³ assimi- lable p. 1000
									CaO	Mg O	K ² O	Na ² O	T	S		
									Milliéquivalents pour 100 g.							
91	15,3	7,0	1,5	5,5	8,9	0,51	17,4	45,7	4,8	1,0	0,30	0,17	6,4	6,25	97,6	0,005
92	23,2	3,2	1,3	1,9	13,5	0,30	45,0	13,7	4,7	1,8	0,37	0,26	7,85	7,10	90,4	0,005
93	2,1	3,0	1,0	2,0	1,2	0,23	5,2	14,2	6,2	1,76	0,35	0,17	9,0	8,45	93,8	0,010

NUMÉRO échantillon	PERTE au feu p. 100	RÉSIDU p. 100	SiO ² combinée p. 100	Fe ² O ³ p. 100	Al ² O ³ p. 100	TiO ² p. 100	SiO ² Al ² O ³	ÉLÉMENTS TOTAUX		
								CaO p. 1000	K ² O p. 1000	P ² O ³ p. 1000
91								2,50	1,7	0,50
92	3,44	73,78	10,68	4,0	6,25	1,0	2,9	3,35	1,75	0,40
93	3,36	72,35	9,17	4,0	6,45	0,8	2,4	3,01	1,40	0,60

J. VIELLEFON

N° PROFIL X 10

Type du sol : argiles foncées lithomorphes.

Région : Antonibe.

Lieu : piste à l'Ouest d'Antonibe.

Roche-mère : calcaire.

Végétation : savane steppe.

Erosion : nulle.

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	ACIDITÉ pH	CO ² CA p. 100	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE grossier p. 100	HUMIDITÉ équivalente p. 100
101	010	6,7	trace	53,5	10,6	31,0	1,8	44,5
102	030	6,2	trace	60,7	18,7	18,2	1,1	48,1
103	100	6,4	0,17	60,7	7,0	29,7	1,7	55,3

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	ACIDES fulviques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS M _o p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES						V p. 100	P ² O ⁵ assimi- lable p. 1000
									CaO	Mg O	K ² O	Na ² O	T	S		
									Milliéquivalents pour 100 g.							
101	33,0	7,0	1,5	5,5	19,2	1,35	14,2	21,2	39,8	3,12	0,85	0,34	74,4	43,9	59,0	8,000
102	14,6	4,0	1,4	2,6	8,5	0,74	11,4	27,3	20,0	1,32	1,05	8,09	46,4	30,45	65,6	1,500
103	13,1	3,0	1,0	2,0	7,6	0,49	15,5	22,9	46,5	3,12	0,65	0,43	71,0	50,7	71,4	10,000

NUMÉRO échantillon	ÉLÉMENTS TOTAUX			SELS solubles p. 1000	Cl p. 1000	SO ³ p. 1000
	CaO p. 1000	K ² O p. 1000	P ² O ⁵ p. 1000			
101	29,40	3,60	22,38	4,6	1,81	0,59
102	11,90	6,35	7,08			
103	29,12	4,7	21,50			

N° PROFIL X 12

Type du sol : sol halomorphe, sol de tan. Lieu : au sud d'Antonibe, rizière.

Roche-mère : sable de colluvionnement.

Végétation : marais.

Erosion : nulle.

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	ACIDITÉ pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE grossier p. 100	HUMIDITÉ équivalente p. 100
121	0—20	6,9	26,9	4,3	66,1	0	28,8
122	060	8,5	24,9	4,3	68,1	0	33,6

NUMÉRO échantillon	Matière organi- que totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	ACIDES fulviques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES						V p. 100	P ² O ₅ assimi- lable p. 1000
									CaO	Mg O	K ² O	Na ² O	T	S		
									Milliéquivalents pour 100 g.							
121	29,2	2,5	1,3	1,2	17,0	0,71	23,9	8,5	7,7	7,4	0,65	12,18	28,0	27,9	99,6	0,010
122	6,5	1,7	0,5	1,2	3,8	0,22	17,2	26,1	4,5	7,05	0,65	5,8	15,5	18,0	100	0,005

NUMÉRO échantillon	ÉLÉMENTS TOTAUX			SELS solubles p. 1000	Cl p. 1000	SO ² p. 1000
	CaO p. 1000	K ² O p. 1000	P ² O ⁵ p. 100			
121	5,05	2,05	0,45	7,5	3,02	0,72
122	3,65	1,75	0,50	2,3	0,92	traces

N° PROFIL X 13

Type du sol : ferrugineux tropical, jaune Lieu : côté sud de la rivière d'Antsangabe. Végétation : steppe.
sableux.

Roche-mère : carapace.sableuse et calcaires.Erosion : nappe légère.

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	ACIDITÉ pH	CO ² CA p. 100	ARGILE p. 100	LYMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE grosier p. 100	HUMIDITÉ équivalente p. 100
131	010	6,6		26,0	1,2	29,0	43,9	11,9
132	040	6,5		28,1	2,7	24,6	43,3	12,6
133	100	6,7	0,71	37,6	3,4	18,3	40,6	19,0

NUMÉRO échantillon	Matière organi- que totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES hum- iques p. 1000	ACIDES fulviques p. 1000	Carbope p. 100	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES						V p. 100
									CaO	Mg O	K ² O	Na ² O	T	S	
									Milliéquivalents pour 100 g.						
131	10,3	2,3	1,0	1,3	6,0	0,83	7,2	—	4,6	1,44	0,20	0,26	8,0	6,4	80
132	5,3	1,4	0,5	0,9	3,1	0,55	5,6	—	3,1	1,8	0,07	0,17	9,8	5,15	52,5
133	1,7	1,1	0,4	0,7	1,0	0,26	3,8	—	5,7	4,90	0,05	0,35	12,15	10,0	82,3

NUMÉRO échantillon	PERTE au feu p. 100	RÉSIDU p. 100	SiO ² combinée p. 100	Fe ² O ³ p. 100	Al ² O ³ p. 100	TiO ² p. 100	SiO ² Al ² O ³	ÉLÉMENTS TOTAUX			P ² O ⁵ assimilable p. 1000
								CaO p. 1000	K ² O p. 1000	P ² O ⁵ p. 1000	
131								3,90	0,4	0,65	
132	5,60	68,51	11,06	4,8	8,20	1,0	2,2	3,08	0,4	0,88	
133	5,55	57,30	16,21	6,4	13,20	1,0	2,1	4,20	0,35	0,58	0,34

Observations : Concrétions bien réparties dans les 40 cms supérieurs.

N° PROFIL X 14

8

Type du sol : sol rouge de décalcification.
Roche-mère : calcaire dolomitique.

Région : Antonibe.
Végétation : steppe.

Lieu : Andilanandreny.
Erosion : nappe légère.

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	ACIDITÉ pH	CO ² CA p. 100	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE grossier p. 100	HUMIDITÉ équivalente p. 100
141	010	6,5	—	33,5	22,9	16,9	23,6	34,0
142	040	6,4	0,15	44,0	19,3	12,6	23,3	24,6
143	100	7,0	0,47	38,6	16,6	22,0	22,1	25,3

NUMÉRO échantillon	Matière organi- que totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	ACIDES fulviques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES					V p. 100	P ² O ⁵ assimi- lable p. 1000
									CaO	Mg O	K ² O	T	S		
									Milliéquivalents pour 100 g.						
141	26,8	4,0	1,2	2,8	15,6	1,72	9,0	14,9	2,9	0,8	0,25	13,2	4,3	32,5	0,015
142	6,7	1,7	0,6	1,1	3,9	0,65	6,0	25,3	4,0	0,92	0,10	7,7	5,4	66	0,025
143	5,8	4,5	0,5	1,0	3,4	0,42	8,1	25,8	2,9	0,12	0,025	6,0	3,1	52	0,025

NUMÉRO échantillon	PERTE au feu p. 100	RÉSIDU p. 100	SiO ² combinée p. 100	Fe ² O ³ p. 100	Al ² O ³ p. 100	TiO ² p. 100	SiO ² Al ² O ³	ÉLÉMENTS TOTAUX		
								CaO p. 1000	K ² O p. 1000	P ² O ⁵ p. 1000
141								2,80	0,40	2,65
142	11,08	31,60	9,30	17,6	26,95	3,0	0,59	3,08	0,35	2,70
143	10,69	26,48	16,18	18,8	29,40	3,0	0,60	4,20	0,35	2,75

J. VIELLEFON

PROFIL X 15

Type du sol : rendzine blanche.
Roche-mère : calcaire tendre.

Région : Antonibe.
Végétation : steppe.

Lieu : à l'W d'Ampasindava.
Erosion : nappe légère.

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	ACIDITÉ pH	CO ² CA p. 100	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE grossier p. 100	HUMIDITÉ équivalente p. 100
151	0—20	8,0	7,85	66,0	8,0	19,1	0	48,5
152	20—50	8,8	12,86	38,2	35,8	24,7	0	21,5

NUMÉRO échantillon	Matière organi- que totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	ACIDES fulviques p. 1000	Carbone p. 100	AZOTE total- p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES						V p. 100	P ² O ₅ assimi- lable p. 100
									CaO	Mg O	K ^a O	Na ^a O	T	S		
									Milliéquivalents pour 100 g.							
151	57,9	14,0	4,2	9,8	33,6	2,96	11,3	24,1	53,1	1,08	1,65	0,34	68,5	56,2	82	0,010
152	11,5	2,4	1,3	1,1	6,7	0,63	10,6	20,8	37,5	0,64	0,65	0,26	24,0	39	100	0,005

NUMÉRO échantillon	PERTE au feu p. 100	RÉSIDU p. 100	SiO ² combinée p. 100	Fe ² O ³ p. 100	Al ³ O ³ p. 100	TiO ² p. 100	SiO ² Al ³ O ³	ÉLÉMENTS TOTAUX		
								CaO p. 1000	K ² O p. 1000	P ² O ⁵ p. 1000
151								23,95	5,65	1,85
152	31,30	4,12	12,94	4,0	5,95	0,4	3,7	332,50	8,10	0,70

N° PROFIL X 16

Type du sol : sol calcimorphe jaune de
décalcification.

Roche-mère : calcaire.
Erosion : très forte.

Végétation : steppe.

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	ACIDITÉ pH	CO ² CA p. 100	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE grossier p. 100	HUMIDITÉ équivalente p. 100
161	0—05	7,5	traces	43,3	4,2	25,4	25,6	16,5
162	5—40	7,1	3,93	66,3	5,3	15,5	11,6	43,9
163	40—70	8,3	8,89	66,7	6,7	24,8	0	22,7

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	ACIDES fulviques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES						V p. 100
									CaO	Mg O	K ² O	Na ² O	T	S	
									Milliéquivalents pour 100 g.						
161	13,4	3,2	1,5	1,7	7,8	0,80	9,75	23,8	14,4	6,12	0,65	0,26	27,1	21,9	80,8
162	12,2	2,6	1,4	1,2	7,1	0,42	16,9	21,3	21,6	47,8	0,55	0,17	44,5		100
163	3,4	1,0	0,3	0,7	2,0	0,12	16,6	29,4	20,0	19,28	0,30	0,38	22,4		100

NUMÉRO échantillon	PERTE au feu p. 100	RÉSIDU p. 100	SiO ² combinée p. 100	Fe ² O ³ p. 100	Al ² O ³ p. 100	TiO ² p. 100	ÉLÉMENTS TOTAUX			
							SiO ² Al ² O ³	CaO p. 1000	K ² O p. 100	P ² O ⁵ p. 1000
161	10,40	39,19	21,23	13,6	13,15	2,0	2,7	6,60	1,70	0,60
162	12,48	17,85	52,92	11,2	22,55	2,0	2,5	11,90	3,70	0,75
163	34,55	2,52	12,31	3,6	5,70	0,2	3,7	196,0	3,60	0,60

N° PROFIL X 17

Type du sol : sol jeune sur sable dunaire.
Roche-mère : dune ancienne.

Région : Antonibe.
Végétation : forêt sèche.

Lieu : Komadjara.
Erosion : nappe légère.

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	ACIDITÉ pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE grossier p. 100	HUMIDITÉ équivalente p. 100
171	0-90	6,3	2,8	0	42,3	54,0	26,9
172	+90	6,6	3,3	4,7	27,9	61,1	11,8

NUMÉRO échantillon	Matière organi- que totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	ACIDES fulviques p. 1000	Carbone p. 100	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES						V p. 100	P ² O ₅ assimi- lable p. 100
									CaO	Mg O	K ² O	Na ² O	T	S		
									Milliéquivalents pour 100 g.							
171	23,7	3,4	1,4	2,0	13,8	0,12	11,5	14,3	1,70	0,0	0,025	0,087	4,4	1,8	40,9	0,015
172	6,9	1,0	0,3	0,7	4,0	0,017	57,1	14,4	2,3	0	0,05	0	2,4	2,35	97,9	0,005

NUMÉRO échantillon	PERTE au feu p. 100	RÉSIDU p. 100	SiO ² combinée p. 100	Fe ² O ³ p. 100	Al ² O ³ p. 100	TiO ² p. 100	SiO ² Al ² O ³	ÉLÉMENTS TOTAUX		
								CaO p. 1000	K ² O p. 100	P ² O ⁵ p. 1000
171								3,08	0,12	0,60
172	1,12	94,40	1,51	1,2	0,85	0,2	3	3,08	0,12	0,88

N° PROFIL X 21

Type du sol : ferrugineux tropical, rouge
sur grès.
Végétation : forêt sèche clairsemée.

Région : Antonibe.
Erosion : forte, ravins.

Lieu : hôpital.
Roche-mère : grès.

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	ACIDITÉ pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE grossier p. 100	HUMIDITÉ équivalente p. 100
211	0—15	5,4	42,1	2,3	16,3	28,4	15,6
212	80	5,8	44,9	0,3	13,6	39,9	18,4
213	600	5,1	21,0	10,2	49,2	18,1	15,9

NUMÉRO échantillon	Matière orga- nique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	CARBONE p. 1000	AZOTE total p. 1000	RAPPORT C/N	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES					V p. 100
						CaO	Mg O	K ² O	T	S	
						Milliéquivalents pour 100 g.					
211	4,8	1,3	2,8	0,42	6,6	2,5	0,12	0,05	7,7	2,9	37
213	2,9	1	1,7	0,62	2,7	3,7	0	0,20	6,4	4,4	68
213	1,4	0,8	0,8	0,12	6,6	3,7	0	0,05	4,2	3,9	92

NUMÉRO échantillon	ÉLÉMENTS TOTAUX		
	CaO p. 1000	K ² O p. 1000	P ² O ⁵ p. 1000
211	2,25	0,12	0,60
212	1,47	0,24	0,29
213	1,47	0,12	0,36

N° PROFIL X 23

Type du sol : sol ferrugineux tropical.
sol brun sur basalte.
Roche-mère : basalte crétacé

Région : Antonibe.
Végétation : savane.

Lieu : Km N Beantsiva.

Erosion : forte, ravins «*la-vaka*».

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	ACIDITÉ pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE grosier p. 100	HUMIDITÉ équivalente p. 100
231	0—10	6,0	67,8	9,0	17,5	7,25	49,3
232	10—100	6,1	56,7	26,9	15,0	0,5	30,6
233	100—300	6,0	70,5	16,7	11,8	0,3	32,4
234	+ 300	7,0	29,1	21,8	43,6	4,6	28,9

NUMÉRO échantillon	Matière organi- que totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humi- ques p. 1000	ACIDES fulviques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES						V p. 100
									CaO	Mg O	K ² O	Na ² O	T	S	
									Milliéquivalents pour 100 g.						
231	44,7	1,9	1,0	0,9	26,0	1,54	16,8	4,2	7,9	2,04	0,22	0,26	29,28	10,45	35,5
232	28,5	2,1	0,7	1,4	16,6	0,33	50,3		5,5	7,2	0,05	0,17	19,85	12,9	64,9
233	5,3	2,0	0,8	1,2	3,1	0,55	5,6	7,3	5,5	6,76	0,05	0,26	25,28	12,55	49,5
234	—				5,9				7,4	1,65	0,42	0,52	20,5	9,95	48,2

NUMÉRO échantillon	ÉLÉMENTS TOTAUX		
	CaO p. 1000	K ² O p. 1000	P ² O ⁵ p. 1000
231	4,0	0,12	0,91
232	2,8	0,12	1,12
233	2,6	0,12	0,97

N° PROFIL X 25

69

Type du sol : hydromorphe.
Roche-mère : alluvions argileuses calcaires.

Lieu : Ambondro Mariarano.
Végétation : marais.

Région : Antonibe.
Erosion : nulle.

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	ACIDITÉ pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE grossier p. 100	HUMIDITÉ équivalente p. 100
251	0 à 20	8,5	63,4	19,2	14,4	0	58,4
252	20 à 60	8,1	64,9	17,9	15,8	0	70,4
253	50 à 100	7,6	68,0	14,8	14,9	0	48,9
254	+ 120	7,8	70,9	3,5	23,9	0	79,1

NUMÉRO échantillon	Matière organi- que totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humi- ques p. 1000	ACIDES fulviques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES						V p. 100
									CaO	Mg O	K ² O	Na ⁺ O	T	S	
									Milliéquivalents pour 100 g.						
251	89,4	9,5	3,5	6,0	52,0	3,22	16,1	10,6	7,2	30,55	0,70	0,50	39,6	—	100
252	17,2	3,8	2,0	1,8	10,0	0,66	15,1	22,0	8,1	30,35	0,65	0,60	32,1	—	100
253	12,7	3,1	1,8	1,3	7,4	0,78	10,2	24,4	6,4	33,8	0,80	0,05	34,8	—	100
254	79,1	13,0	3,9	9,1	46,0	2,70	17,0	16,4	7,8	29,5	1,40	1,80	75,71	40,5	55

NUMÉRO échantillon	ÉLÉMENTS TOTAUX		
	CaO p. 1000	K ² O p. 1000	P ² O ₅ p. 1000
251	66,5	4,2	1,30
252	126,35	4,25	0,73
253	94,15	4,85	0,72

J. VIELLEFON

N° PROFIL X 27

Type du sol : sol ferrugineux tropical.
sol rouge sableux.

Région : Antonibe.

Lieu : Plateau entre Ambanja
et Tsianinkira.

Végétation : savane, steppe.

Erosion : forte.

Roche-mère : carapace sa-
bleuse.

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	ACIDITÉ pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE grossier p. 100	HUMIDITÉ équivalente p. 100
271	0 à 10	6,5	23,3	2,3	18,0	55,5	8,2
272	3 m	6,22	30,9	0,7	18,3	49,5	13,8
273	10 m	6,3	23,3	3,9	17,9	54,4	10,4

NUMÉRO échantillon	Matière organi- que totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humi- ques p. 1000	ACIDES fulviques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES						V p. 100	P ² O ⁵ assimi- lable p. 1000
									CaO	M ₂ O	K ² O	Na ² O	T	S		
									Milliéquivalents pour 100 g.							
271	1,5	1,2	0,5	0,7	0,9	0,26	3,4	80,0	2,2	0,24	0,10	0,09	5,57	2,65	47,5	0,010
272	1,4	1,4	0,7	0,7	0,8	0,35	2,2	100	2,9	0,32	0,07	0,09	5,0	3,40	58,0	0,010
273	1,2	1,0	0,4	0,6	0,7	0,07	10,0	83,3	3,85	0,6	0,50	0,05	12,4	5,0	40,3	0,05

NUMÉRO échantillon	PERTE au feu p. 100	RÉSIDU p. 100	SiO ² combinée	Fe ² O ³ p. 100	Al ² O ³ p. 100	TiO ² p. 100	SiO ²	ÉLÉMENTS TOTAUX		
							Al ² O ³	CaO p. 1000	K ² O p. 1000	P ² O ⁵ p. 100
271								2,25	0,24	0,40
272	4,93	66,70	12,57	3,2	10,85	0,8	1,96	1,75	0,24	0,35
273	4,19	70,48	10,30	3,2	10,90	0,8	1,60	2,60	0,24	0,75

Observations : Le rapport Si O² est anormalement bas.

Al² O³

N° PROFIL X 31

68

Type du sol : sol jeune d'apport.
Roche-mère : alluvions récentes.

Région : Antonibe.

Lieu : Est Morafeno.

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	ACIDITÉ pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE grossier p. 100	HUMIDITÉ équivalente p. 100
311	0—50	6,1	42,7	28,5	27,4	0,5	39,4
312	50—100	5,9	60,3	24,1	14,6	0	50,5

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	ACIDES fulviques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES						V p. 100	P ₂ O ₅ assimi- lable p. 1000
									CaO	Mg O	K ² O	Na ² O	T	S		
									Milliéquivalents pour 100 g.							
311	12,0	4,2	1,6	2,6	7,0	0,79	8,8	35,0	5,7	8,7	0,35	0,90	18,55	15,65	84,2	0,010
312	5,3	2,0	0,8	1,2	3,1	0,37	8,3	37,7	5,25	6,4	0,55	0,55	23,3	12,75	54,7	0,010

NUMÉRO échantillon	ÉLÉMENTS TOTAUX			SELS solubles p. 1000	Cl p. 1000	SO ² p. 1000
	CaO p. 1000	K ² O p. 1000	P ² O ₅ p. 1000			
311	3,36	4,08	1,65	1,78	0,57	0,18
312	2,80	3,72	1,65	0,76	0,28	0,28

J. VIEILLEFON

N° PROFIL AX 1

Type du sol : hydromorphe tacheté.
 Roche-mère : alluvions.
 Relief : plaine.
 Drainage : gêné.

Région : Antonibe.
 Âge du sol ou degré d'évolution : mûr.
 Microrelief : uni.
 Erosion : nulle.

Lieu : rizièrre à l'ouest de
 Tsiningia (Sofia).
 Pente : nulle.
 Espèces : rizièrre.
 Végétation : marais culture.

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	ACIDITÉ pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE grossier p. 100	HUMIDITÉ équivalente p. 100
11	0—30	5,2	63,2	14,4	17,4	4,2	58,7
12	30—100	5,4	32,3	8,1	51,0	7,4	23,2
13	+ 100	5,0	20,5	6,7	44,9	27,2	20,2

NUMÉRO échantillon	Matière organi- que totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humi- ques p. 1000	ACIDES fulviques p. 1000	Carbone p. 100	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES						V p. 100	P ² O ⁵ assimi- lable p. 1000
									CaO	Mg O	K ² O	Na ² O	T	S		
									Milliéquivalents pour 100 g.							
11	34,5	5,4	0,9	4,5	20,0	1,34	14,9	15,6	11,3	11,6	0,25	0,50	38,15	23,65	61	0,010
12	13,9	2,2	0,7	1,5	8,1	0,31	26,1	15,8	5,7	4,65	0,20	0,25	17,0	10,8	63,5	0,005
13	12,2	1,1	0,3	0,8	7,1	0,20	14	9,0	4,4	2,05	0,10	0,35	11,3	6,9	61,0	0,005

NUMÉRO échantillon	ÉLÉMENTS TOTAUX		
	CaO p. 1000	K ² O p. 1000	P ² O ⁵ p. 1000
11	3,5	0,60	1,27
12	1,68	0,35	0,90
13	2,10	0,30	1,1

N° PROFIL AX 2

Type du sol : hydromorphe tacheté.
 Roche-mère : alluvions.
 Relief : plaine.
 Espèces : cypéracées et rizière.

Région : Antonibe.
 Age du sol ou degré d'évolution : mûr.
 Microrelief : uni, plat.
 Drainage : géné.

Lieu : Mahadrodoka au
 nord-est d'Anengitra.
 Pente : nulle, faible.
 Végétation : marais, humide.
 Erosion : nulle.

70

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	ACIDITÉ pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE grossier p. 100	HUMIDITÉ équivalente p. 100
21	0—30	6,0	61,6	19,8	16,5	0	35,7
22	30—60	5,8	66,0	18,0	15,0	0	58,4
23	60—100	7,7	67,8	20,1	11,7	0	72,3

NUMÉRO échantillon	Matière organi- que tot. l. p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	ACIDES fulviques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mc p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES						V p. 100	P ^s O ^s assimi- lable p. 1000
									CaO	Mg O	K ² O	Na ² O	T	S		
									Milliéquivalents pour 100 g.							
21	25,5	2,1	0,4	1,7	14,8	0,72	20,5	8,25	5,95	6,1	1,30	6,8	25,0	20,15	80,6	0,034
22	11,3	0,4	0,3	0,1	6,6	0,38	17,3	3,5	2,9	9,8	2,10	10,6	29,4	27,4	93,1	0,040
23	24,5	0,8	0,6	0,2	14,2	0,25	56,8	3,2	4,2	7,0	2,20	23,0	28,3	—	100	0,070

NUMÉRO échantillon	Na p. 100 T	ÉLÉMENTS TOTAUX			SELS solubles p. 1000	Cl p. 1000	SO ² p. 1000
		CaO p. 1000	MgO p. 1000	P ² O ⁵ p. 1000			
21	27	1,7	5,00	1,75	12,6	4,23	2,92
22	36	1,7	5,60	1,75	28,0	13,9	1,05
23	82	1,70	5,60	1,75	98,0	18,25	2,27

J. VIELLEFON

N° PROFIL AX 6

Type du sol : hydromorphe tacheté.

Roche-mère : alluvions.

Relief : plaine.

Espèces : *ahidrano*, *fandroilakana* quelques rizières.

Lieu : Mahadrodoka, bordure de la Tsiribihina.

Age du sol ou degré d'évolution : mûr.

Microrelief : ondulé.

Drainage : généré.

Région : Antonibe.

Pente : nulle, faible.

Végétation : marais.

Erosion : nulle.

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	ACIDITÉ pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE grossier p. 100	HUMIDITÉ équivalente p. 100
61	0—20	4,6	64,3	24,2	10,3	0	53,1
62	20—80	4,8	60,2	25,0	14,0	0	48,7
63	80—120	5,6	60,5	22,7	16,1	0,1	55,7

NUMÉRO échantillon	Matière organi- que totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	ACIDES fulviques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES						V p. 100	P ² O ₅ assimi- lable p. 1000
									CaO	Mg O	K ² O	Na ² O	T	S.		
									Milliéquivalents pour 100 g.							
61	11,1	15,5	4,2	11,3	64,4	3,32	19,3	13,9	4,5	0,05	0,80	2,65	32,65	8,0	25	0,010
62	23,4	2,0	1,9	0,1	13,6	0,62	21,9	8,55	1,6	0,65	0,80	2,20	21,0	5,25	25	0,010
63	15,8	2,7	0,9	1,8	9,2	0,73	12,6	17,0	—	—	—	—	—	—	—	0,030

NUMÉRO échantillon	ÉLÉMENTS TOTAUX			SELS solubles p. 1000	Cl p. 1000	SO ² p. 1000
	CaO p. 1000	K ² O p. 1000	P ² O ⁵ p. 1000			
61	1,95	2,80	1,10	3,75	0,85	1,19
62	1,4	4,10	2,20	3,10	0,99	0,46
63	1,55	4,10	1,65	5,3	1,50	0,54

N° PROFIL AX 9

Type du sol : sol ferrugineux à concrétions.
 Roche-mère : basalte.
 Relief : pénéplaine.
 Espèces : *ahidrano*, *satrana*.

Lieu : route à l'est d'Andriabayotsina.
 Age du sol ou degré d'évolution : mûr.
 Microrelief : ondulé.
 Drainage : bon.

Région : Antonibe.
 Pente : faible.
 Végétation : savane, prairie.
 Erosion : nappe, légère.

NUMÉRO chantillon	PROFONDEUR	ACIDITÉ pH	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE grossier p. 100	HUMIDITÉ équivalente p. 100
91	0 à 70	5	46,7	15,3	19,0	17,6	29,5
92	70 à 100	5,6	67,2	9,6	7,0	14,9	28,9

NUMÉRO échantillon	Matière organique totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humiques p. 1000	ACIDES fulviques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES						V p. 100	P ² O ⁵ assimi- lable p. 1000
									CaO	Mg O	K ² O	Na ² O	T	S		
									Milliéquivalents pour 100 g.							
91	24,15	11,0	3,2	7,8	14,0	1,50	9,3	45,5	2,6	0,60	0,10	0,09	13,15	3,40	25,8	0,010
92	2,6	0,9	0,5	0,4	1,5	0,38	3,9	34,6	3,7	0,45	0,05	0,09	12,7	4,3	33,8	0,005

NUMÉRO échantillon	PERTE au feu p. 100	RÉSIDU p. 100	SiO ² combinée	Fe ² O ³ p. 100	Al ² O ³ p. 100	TiO ² p. 100	SiO ² Al ² O ³	ÉLÉMENTS TOTAUX		
								CaO p. 1000	K ² O p. 1000	P ² O ⁵ p. 1000
91	9,47	21,91	20,48	23,2	14,10	10,0	2,4	1,10	0,24	2,20
92	9,12	16,73	23,62	22,4	20,50	7,0	1,99	1,05	0,24	1,95

N° PROFIL AX 30

Type du sol : argiles sombres lithomorphes. Lieu : route d'Andriavontsina - Antonibe Région : Antonibe.
 Age du sol ou degré d'évolution : jeune. au nord d'Ampako. Roche-mère : basaltes.
 Pente : faible, modérée. Relief : pénéplaine. Microrelief : ondulé.
 Végétation : steppe, prairie. Espèces : *ahidambo*, *satrabe*. Erosion : rigoles ça et là.

NUMÉRO échantillon	PROFONDEUR	ACIDITÉ pH	CO ² CA p. 100	ARGILE p. 100	LIMON p. 100	SABLE FIN p. 100	SABLE grossier p. 100	HUMIDITÉ équivalente p. 100
301	0—20	7,0	3,77	44,6	16,3	29,1	6,2	36,3
302	20—80	7,9	5,35	28,5	14,4	32,6	18,1	27,7

NUMÉRO échantillon	Matière organi- que totale p. 1000	HUMUS total p. 1000	ACIDES humi- ques p. 1000	ACIDES fulviques p. 1000	Carbone p. 1000	AZOTE total p. 1000	Rapport C/N	HUMUS Mo p. 100	ÉLÉMENTS ÉCHANGEABLES						V p. 100	P ² O ⁵ assimi- lable p. 1000
									CaO	Mg O	K ² O	Na ² O	T	S		
								Milliéquivalents pour 100 g.								
301	18,3	0,9	0,6	0,3	10,6	0,54	19,6	5,0	30,6	4,2	0,45	0,34	75,4	35,6	47,3	0,350
302	6,9	0,6	0,3	0,3	4,0	0,12	33	8,6	49,2	39,2	0,30	0,95	74,7	—	100	0,010

NUMÉRO échantillon	ÉLÉMENTS TOTAUX			SELS solubles p. 1000	Cl p. 1000	SO ³ p. 1000
	CaO p. 1000	K ² O p. 1000	P ² O ⁵ p. 1000			
301	10,50	0,95	1,10	3,75	0,04	0,36
302						

IMPRIMERIE NATIONALE. — TANANARIVE
 Dépôt légal : Août 1961, 3^e trim. [268-61]

