

MÉMOIRES DE L'INSTITUT SCIENTIFIQUE DE MADAGASCAR

Série D — Tome VII — 1956

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

Feuille n° 1

DIEGO-SUAREZ

par

P. SÉGALEN

SOMMAIRE

INTRODUCTION.	262
GÉNÉRALITÉS	262
1. La région	262
2. Les facteurs de la pédogénèse	264
LES SOLS.	270
A. Classification	270
B. Les sols évolués	273
1. Les sols latéritiques	273
2. Les sols ferrugineux tropicaux	288
3. Les sols calcimorphes	297
4. Les sols hydromorphes.	299
C. Les sols peu ou pas évolués	300
1. Les sols jeunes	300
2. Les sols d'apport	303
3. Les sols d'ablation.	307
LA MISE EN VALEUR.	307
1. Généralités	307
2. Etat actuel de l'utilisation des sols	308
3. Possibilités de mise en valeur	310
CONCLUSIONS	313
BIBLIOGRAPHIE	314

INTRODUCTION

La région de Diégo-Suarez est une des plus anciennement connues de Madagascar puisque le navigateur portugais Diégo-Suarez y fit escale en 1543 (2). Pendant le XVII^e siècle, la baie servit de repaire aux pirates qui s'attaquaient aux navires marchands de l'Océan Indien. Les premiers établissements français datent de 1833. Galliéni plaça la région sous l'autorité de Joffre, qui est le véritable créateur du Diégo-Suarez actuel.

LANDAIS (9) donna, en 1909, une description du Massif, mais les études portant sur cette région de l'île commencèrent avec LEMOINE (8) qui dès 1906 en dressa la première carte géologique. Par la suite, POISSON (9) a donné les caractéristiques biologiques et végétales de l'Extrême Nord. Les études géologiques furent poursuivies par DECARY (4, 5, 6), BESAIKIE (1), COLLIGNON (3) et DE ST-OURS (10).

La région de Diégo-Suarez a fait, au point de vue des sols, l'objet de différents travaux dont celui de G. TERCINIER (13) en 1951 qui a étudié les environs de la ferme expérimentale d'Ambavahibe. La station forestière a également fait l'objet d'une étude (11). Le présent travail effectué en 1953 et 1954 a pour but, en englobant les travaux antérieurs, de présenter l'ensemble des sols que l'on rencontre au Nord du parallèle d'Anivorano.

Pour mener à bien ce travail, les différentes cartes de la région de Diégo-Suarez ont été utilisées (cartes au 1/20.000^e de la Baie, au 1/50.000^e de la presqu'île d'Orangea, au 1/100.000^e ancien modèle du Nord de l'île. Les TPFR au 1/80.000^e du Service géographique pour Andranofanjava, Anivorano, Irodo, Bobalsiratsy ont été utilisés et ont servi à l'établissement du fond topographique de la carte. Les photographies aériennes de l'ensemble du secteur cartographié ont été consultées à la direction centrale du Service Géographique de Madagascar.

La carte a été dessinée par P. Raoilinjatovo à l'Institut de Recherche scientifique de Madagascar et son tirage effectué par le Service géographique de Madagascar.

L'analyse des échantillons a été effectuée sous la direction de R. Pernet au laboratoire de Pédologie de l'Institut de Recherche scientifique de Madagascar à Tananarive.

Enfin, la plupart des déterminations botaniques sont dues à J. Bosser, agrostologue à l'I.R.S.M.

GÉNÉRALITÉS

1. LA RÉGION

La région étudiée est située à l'extrême Nord de Madagascar entre 12° et 13° de latitude Sud et 48° 30' et 49° 45' de longitude Est (Fig. 1). Elle a, en gros, la forme d'un triangle isocèle dont la pointe est au Nord avec, vers

l'Est, l'échancrure de la Baie de Diégo-Suarez. Cette baie divise l'ensemble en deux parties de dimensions très inégales : au Nord la presqu'île du Bobaomby, au Sud le Massif d'Ambre. Ces deux régions sont reliées par l'isthme du Courrier.

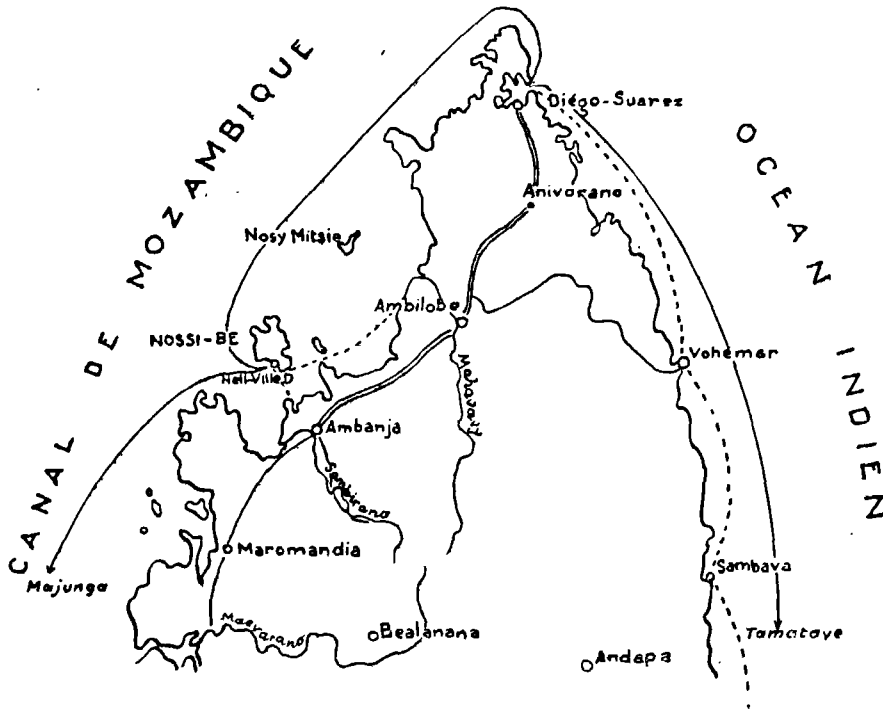


FIG. 1. — Le Nord de Madagascar, Échelle 1/3.500.000.

La presqu'île du Bobaomby se termine au Nord par le Cap d'Ambre. C'est une région de collines basaltiques et calcaires hautes de 200 à 300 m. Les côtes sont découpées par de nombreuses baies, surtout l'Ouest.

L'Isthme du Courrier est orienté Nord-Sud. Il est large de 5 km et long de 15 km environ. Ses limites sont, à l'Ouest, la baie du Courrier, à l'Est, la baie de Diégo-Suarez. A peu près au milieu de l'isthme s'amorce la presqu'île du Cap Diégo. L'isthme est formé de plateaux calcaires dominés par le massif du Windsor Castle.

Le massif d'Ambre domine la partie Sud dont il occupe le centre. C'est un massif volcanique ceinturé par des terrains sédimentaires. Il a une forme conique assez régulière, légèrement allongée Nord-Sud dont la partie centrale culmine à 1.425 m. Les terrains sédimentaires apparaissent surtout au Nord-

Est (Montagne des Français, Mont Raynaud, Mont Carré) et au Nord-Ouest. Au Sud-Est, la limite de la carte traverse le massif calcaire de l'Analamera.

Les côtes sont assez découpées. Vers l'Ouest la presqu'île volcanique de l'Anorontany s'avance assez loin dans le Canal de Mozambique et est bordée des baies de Befotaka au Nord et d'Ampamonty au Sud. Vers l'Est, la baie de Rigny s'avance entre les sables dunaires et les calcaires coralliens.

La Baie de Diégo-Suarez, ouverte par un goulet étroit sur l'Océan Indien, présente un développement total de 159 km. Elle se divise en quatre baies secondaires : le Cul de Sac Gallois, la Baie des Cailloux-blancs, la Baie du Tonnerre, la Baie des Français.

L'ensemble de la région dépend administrativement de Diégo-Suarez, centre commercial et maritime. La population européenne est assez nombreuse à la fois à Diégo-Suarez et sur les flancs Nord et Est de la montagne d'Ambre.

2. LES FACTEURS DE LA PÉDOGÉNÈSE

LES ROCHES-MÈRES

Les roches-mères appartiennent aux roches sédimentaires et volcaniques. Les roches métamorphiques et plutoniques ne sont pas représentées sur la feuille.

Les roches sédimentaires affleurent sur toute la périphérie du massif d'Ambre. Il s'agit essentiellement de calcaires, grès et marnes. Le calcaire souvent très dur (calcaire à nummulites de l'Éocène) ne donne guère naissance à des sols. Il constitue le couronnement de petits massifs bordés par des escarpements assez raides. Le calcaire à lépidocyclines du Miocène, le calcaire corallien donnent, par contre, assez souvent naissance à des sols aux profils bien différenciés. Les grès se rencontrent au Nord et à l'Est du massif d'Ambre. Ils sont généralement très profondément altérés et rarement vus intacts. Les marnes et argiles occupent des positions topographiques assez basses et ne donnent guère naissance à des sols bien développés. Les sables d'origine éolienne ont une certaine étendue dans l'Est de la feuille.

Les roches volcaniques couvrent plus des 2/3 de la feuille. Il s'agit essentiellement de roches basiques (basaltes, basanitoides, etc...). Les roches acides sont peu représentées : pointements de phonolites, tinguaïtes, dans l'isthme du Courrier, la presqu'île d'Andrakaka, la région d'Ampombiantambo. Près d'Andranofanjava, le long de la rivière du même nom, affleure une roche claire que M. BESAIRIE, chef du Bureau géologique, a identifié comme une trachy-phonolite. DE ST-OURS a trouvé dans certains ruisseaux des galets de rhyolite.

Les roches basiques se présentent sous deux formes : roches de coulées sur l'ensemble du massif et cendres dans la partie centrale. Si les roches

acides ne donnent guère naissance à des sols, les roches basiques, par contre, sont recouvertes de sols souvent très profonds.

LA TOPOGRAPHIE

Du point de vue topographique, le territoire étudié présente une certaine variété d'aspects morphologiques sur un espace relativement restreint. Les formes du relief dépendent avant tout de la nature du sous-sol et sont assez différentes suivant qu'il s'agit de roches sédimentaires ou volcaniques.

Les terrains sédimentaires, non plissés, forment des ensembles tabulaires où l'élément marquant du relief est constitué par les calcaires durs (Éocène) qui forment des plateaux d'assez faible étendue et bordés de falaises assez abruptes. Les roches plus tendres, grès et marnes, forment des talus qui sont parsemés de blocs arrachés aux corniches.

Les terrains volcaniques constituent le centre de la zone cartographiée ; on peut y distinguer :

— les montagnes centrales, formées d'un grand nombre d'édifices volcaniques aux pentes très fortes, recouvertes en général par la forêt dense. A cette partie montagneuse, on peut adjoindre des édifices volcaniques de la partie Sud du massif. Ce sont des cônes ou cratères, en général très bien conservés, particulièrement nombreux dans la région d'Anivorano ;

— les plateaux résultent du compartimentage par les cours d'eau des vastes coulées de la 3^e période volcanique. La plupart de ces plateaux sont situés dans la moitié Nord du massif ; ils divergent à partir de la partie centrale du massif. Les pentes sont assez fortes vers le centre et s'adoucissent progressivement vers la périphérie.

L'érosion de l'ensemble des zones sédimentaires et volcaniques détermine sur la périphérie des plaines alluviales d'étendue modérée. Les plus importantes sont celles de la Besokatra et surtout du Rodo.

Dans l'ensemble du secteur étudié, le relief est rajeuni soit par un renouveau du volcanisme, soit par l'érosion, ou les deux à la fois. Le drainage est bien assuré partout.

Les signes d'hydromorphie sont rares dans les plaines alluviales ; même dans les secteurs cultivés en rizières. Ce sous-ordre sera donc très faiblement représenté sur la carte. La plupart des sols pourront être considérés comme normalement drainés.

LE TEMPS

Dans la plupart des régions de Madagascar étudiées jusqu'à présent, il est difficile de mettre en évidence l'influence du facteur temps. Il semble bien, au contraire que sur cette feuille, le temps a une certaine importance, en ce qui concerne les sols dérivés de roches volcaniques. DE ST-OURS (10) a défini quatre périodes volcaniques dans la montagne d'Ambre.

1 — une phase acide qui aurait donné naissance aux rhyolites et tra-

chyphonolites (d'âge turonien), actuellement cachés par les basaltes postérieurs ;

2 — une phase antéaquitaniennne qui aurait donné naissance aux basaltes du Bobaomby ;

3 — la phase majeure qui aurait provoqué l'édification de la plus grande partie du massif ;

4 — une phase récente qui serait responsable des cônes, cratères, coulées et dépôts de cendres qui parsèment le centre et le Sud du massif.

Il n'est pas possible de donner un âge précis aux deux dernières phases éruptives qui sont assez facilement reconnaissables sur le terrain. Les appareils volcaniques de la troisième phase ont été enlevés par l'érosion. Il ne subsiste que des coulées de grande étendue, compartimentées par des vallées profondes et recouvertes de sols d'une forte épaisseur. Les roches qu'on y rencontre sont plus ou moins arrondies.

En ce qui concerne la quatrième phase, les cônes et cratères sont bien conservés, très caillouteux, à pentes raides. Les coulées qui en sont issues sont très caillouteuses, les blocs de lave présentent un aspect cordé, ou bien des cavités nombreuses, des bords aigus. Les cours d'eau sont soit inexistantes (écoulement sous les roches fissurées) soit superficiels, jamais très profondément encaissés. Enfin, le sol est très peu épais voire inexistant. Même dans cette dernière phase, il est possible de montrer que toutes les coulées ne sont pas rigoureusement du même âge. Ainsi :

1 — les coulées de la Tsimalahy et de l'Andramy présentent des édifices de départ très nets, mais les cours d'eau sont déjà un peu encaissés. Entre les roches scoriacées existe un peu de sol. La végétation ne diffère guère de celle des sols voisins ;

2 — la coulée de l'Antsahalalina est issue de l'Ambohiborindramanga (cratère égueulé). Les ruisseaux coulent en surface ou sous le basalte. Le sol est assez rare et la végétation à tendance xérophile ;

3 — la coulée de Bobakilandy paraît une des plus récentes. L'appareil de départ est à forme nette. Le sous écoulement de l'eau est la règle avec résurgence importante près d'Ampombiantambo. Le sol est quasi inexistant. La végétation est nettement xérophile.

Les cendres sont importantes dans la région de Joffreville et des Roussettes. Elles doivent être rapportées à la quatrième phase volcanique. Mais elles sont situées dans la partie la plus pluvieuse de la montagne ; de plus la division de la roche fait que l'altération y est très avancée, les sols déjà épais ; on pourra difficilement classer les sols qui en dérivent comme jeunes.

LE CLIMAT

L'extrême Nord de Madagascar appartient, du point de vue climatique à la région Ouest, caractérisée par une saison des pluies relativement courte accompagnée de fortes températures et une saison sèche très longue et

légèrement moins chaude que la précédente. L'existence du massif d'Ambre va provoquer des perturbations importantes dans la climatologie du Nord de l'île. L'alizé soufflant de l'Océan Indien du S.E. vers le Nord vient heurter le haut massif encore boisé qui provoque la formation de pluies de relief très importantes. Il en résulte que, si les régions côtières appartiennent climatiquement à l'Ouest, il n'en est plus de même de la montagne d'Ambre qui par sa température plus fraîche et les fortes précipitations qui s'y produisent a un climat que l'on pourrait rapprocher de celui du Centre ou plutôt des pentes du versant Est de l'île.

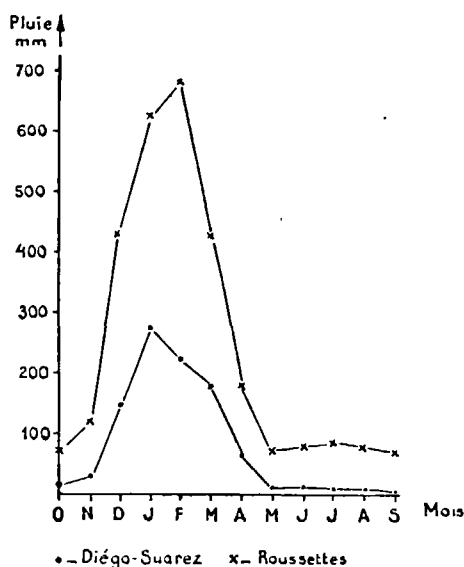


FIG. 2. — Pluviométrie comparée de Diégo-Suarez et des Roussettes.

Bien qu'ils soient situés surtout à la périphérie, les postes météorologiques sont assez nombreux pour permettre de donner une idée d'ensemble du climat qui règne dans l'extrême Nord.

Le vent est un élément particulièrement important de la climatologie suarezienne. Il souffle en permanence du Sud-Est vers le Nord-Ouest et avec une particulière violence de mai à novembre au point qu'il est capable d'incliner les arbres des environs de la baie de Diégo-Suarez. Ce vent a reçu le nom de « vara traza ».

La pluie. — Comme sur l'ensemble du territoire malgache, la pluie tombe avec une particulière abondance de novembre à mars mais il semble

intéressant de distinguer ici deux régions au point de vue pluviométrique : le massif d'Ambre proprement dit, et la région périphérique.

a) La région périphérique comprend les côtes, Diégo-Suarez, la presque-île du Bobaomby ainsi que celle de l'Anorontany.

Elle est caractérisée par une pluviométrie voisine de 1 m tombant de décembre à mars.

Voici les valeurs fournies par un certain nombre de stations pluviométriques du secteur côtier :

<i>Stations</i>	<i>Années</i>	<i>Précipitations en mm</i>	<i>Nombre de jours de pluies</i>
Diégo-Suarez	1901-1950	987	75
Antsahampano	1930-1953	1.192	63
Cap Miné	1949-1953	884	117
Cap d'Ambre	1937-1950	1.036	100

b) Le massif d'Ambre qui comprend l'ensemble du territoire volcanique jusqu'à quelques km de la mer. La pluviométrie est supérieure à 1.200 mm à l'extérieur pour atteindre 3.000 mm au centre. La partie Ouest du massif, contrairement à ce qu'on pourrait supposer, est relativement plus humide que l'Est.

<i>Stations</i>	<i>Années</i>	<i>Précipitations en mm</i>	<i>Nombre de jours de pluies</i>
Roussettes	1937-50	2.956	206
Joffreville	1953	1.847	139
Ambavahibe	1933-50	1.356	126
Anivorano-Nord	1935-50	1.470	93
Andranofanjava	1950-53	1.676	116
Ankivauja	1935-1950	1.861	93
Sakaramy	1953	1.161	105

Les quantités de pluies et le nombre de jours de pluies sont maxima au sommet de la montagne d'Ambre aux Roussettes (1.000 m) (Fig. 2).

La température. — Les données concernant la température sont beaucoup moins nombreuses que pour la pluviométrie. Les chiffres fournis par le Service météorologique permettent de constater que dans les régions périphériques (Diégo-Suarez), la température est élevée toute l'année, 28° environ de température moyenne ; tandis qu'au centre elle décroît régulièrement avec l'altitude : 24° à Ambavahibe et 18° environ aux Roussettes.

LA VÉGÉTATION

La végétation primitive subsiste sur de grandes surfaces dans toute l'étendue de la feuille. Sa composition est naturellement assez complexe ; ce n'est pas le cas pour la végétation secondaire qui lui a succédé sur de grandes étendues.

a) VÉGÉTATION PRIMITIVE. On peut distinguer en gros trois types de végétation liés assez étroitement au climat et en particulier à la pluviométrie.

1° La forêt d'Ambre est constituée de grands arbres chargés de lichens, de mousses, d'orchidées.

2° La forêt des pentes, riche en légumineuses, de caractère mésophile.

3° La forêt tropophile riche en espèce, à feuilles caduques, se rencontre sur les coulées rocailleuses de l'Ouest.

4° Le bush xérophytique des massifs calcaires riche en *Pachypodium*, *Aloe*, *Adansonia*, etc...

b) LA VÉGÉTATION SECONDAIRE est représentée surtout par la prairie à *Heteropogon contortus*, *Hyparrhenia rufa*; *Themeda quadrivalvis* est une graminée très abondante dans le Bobaomby. Dans la partie Sud-Est de la feuille, *Hyphaene shatan* est assez fréquent près de la mer. Dans le Sud et le Sud-Est du Bobaomby, le Filao (*Casuarina equisetifolia*) a une grande extension; *Cryptoslegia grandiflora* est une plante envahissante dans le Bobaomby.

Dans cette presqu'île on note également de nombreux *Zyziphus jujuba*; près de Morafeno, *Acacia farnesiana* forme des peuplements quasi-purs.

Près de la mer, la Mangrove a une certaine extension avec ses deux espèces habituelles : *Avicennia officinalis* et *Rhizophora mucronata*.

L'HYDROGRAPHIE

Il n'y a pas d'endroit situé à plus de 50 km de la mer qui ceinture la terre sur trois côtés. Il s'en suivra que les rivières seront courtes. La plupart des têtes des rivières étant situées dans le massif d'Ambre qui culmine à 1.400 m, leur cours aura un caractère assez torrentiel. Ce n'est qu'à proximité de la mer que les rivières deviennent plus lentes et se terminent par des plaines alluviales dont certaines s'achèvent par la mangrove.

Dans la presqu'île du Bobaomby, il y a peu de chose à dire sur les cours d'eau qui sont très courts et pratiquement taris en saison sèche. Leur cours est orienté généralement Est-Ouest.

Par contre dans le massif d'Ambre la disposition radiale du réseau est particulièrement nette. Les sources se trouvent dans une région où la pluviosité est ininterrompue pendant toute l'année; ces rivières ne tarissent pas mais leur niveau baisse considérablement en saison sèche.

La rivière principale est le Rodo qui se jette dans l'Océan Indien au Sud du massif. Il est grossi par l'Anivorano et l'Antsahalalina. Du Sud vers le Nord, sur le versant Est, on a successivement : la Saharainy, la Besokatra; au Nord la rivière des Makis qui aboutit à Anamakia; sur le versant Ouest, les principales rivières sont la Sandrapiana et ses affluents; l'Ankazomalemy, la Sahinana. Ces trois rivières se terminent par des plaines alluviales d'une certaine importance.

Un certain nombre de lacs parsèment le territoire de la montagne d'Ambre. Il s'agit toujours de lacs de cratère. Citons : le lac Antanavo au Sud-Est d'Anivorano large de 2 km ; le Grand lac, le Petit lac, le lac Ampatanambohitra, en forêt d'Ambre ; le lac Mahery près de Sakaramy.

LE FACTEUR HUMAIN

L'élément ethnique le plus important est fourni par les Sakalava dits Antankarana. Des éléments immigrés surtout Antandroy et Antaimoro peuplent une portion notable du versant Est du massif d'Ambre. Les commerçants comoriens, hindous, chinois sont nombreux à Diégo-Suarez et dans les villes qui jalonnent les routes principales.

Une population importante, militaire (armée et marine) et civile est centrée autour de Diégo-Suarez. Ses besoins alimentaires provoquent l'extension des cultures vivrières dans certaines régions du massif d'Ambre.

Quelques colons d'origine européenne ou réunionnaise possèdent des concessions sur les pentes moyennes du massif ou sont également exploitants forestiers.

Les principales ressources de cette population sont : l'élevage et l'agriculture.

Le cheptel bovin est particulièrement abondant sur les premières pentes de la montagne d'Ambre ainsi que dans la presqu'île du Bobaomby où l'élevage est la principale occupation.

La riziculture se pratique dans la plupart des plaines de la périphérie et sur certaines pentes. Le riz cultivé est surtout le « vary asara ». Le « vary jeby » est cultivé dans la vallée du Rodo sur des pentes, des zones rocheuses où l'eau est fournie par quelques affluents (Sadjaovato en particulier). La production de riz du district est chroniquement déficitaire. L'arachide et le maïs sont cultivés sur certains bas-plateaux ; les légumes vers 100 à 600 m. Le quinquina est planté en forêt d'Ambre par le service des Eaux et Forêts.

La recherche incessante de nouveaux pâturages et le renouvellement des anciens font que la partie déboisée du massif est soumise aux feux de brousse et que la forêt d'Ambre est rongée d'année en année par les feux de lisière.

LES SOLS

A. — CLASSIFICATION

Les variations climatiques sont importantes dans le secteur étudié, par suite de l'existence, au centre de la feuille, d'un haut massif condensateur de l'humidité. Il s'en suivra une gamme assez étendue de sols qu'on peut diviser en deux ordres.

LES SOLS ÉVOLUÉS

I. — *Les sols latéritiques* couvrent la moyenne partie de la feuille. Ils sont caractérisés par l'existence d'alumine libre, mise en évidence par les analyses chimique et thermique. Les sols latéritiques ont été divisés en deux groupes.

a) Les sols latéritiques typiques ne présentent aucun autre processus de formation du sol que l'individualisation du fer et de l'alumine. Dans la région étudiée, seule l'individualisation du fer est importante, celle de l'alumine est assez faible.

Deux sous-groupes peuvent être reconnus.

Les sols brun-jaune caractérisés par un solun de couleur brun-jaune, de structure nuciforme à polyédrique, tombant facilement en poussière lorsqu'il est sec. L'horizon humifère n'est pas très épais et est net seulement sous forêt. La matière organique diffuse peu en profondeur. Les concrétions sont fréquentes. Tous ces sols dérivent d'une même roche-mère, le basalte, constituant une famille unique qui a été scindée en plusieurs séries.

— *Joffreville* : horizon organique net et tranché, teneurs en matière organique moyennes ; bases échangeables assez élevées ; pas de concrétions.

— *Ankelrakabe* : horizon organique peu ou pas apparent ; teneurs en matière organique et bases échangeables faibles.

Cette série a dû être scindée en trois phases :

— phase unie : pas de rochers ni de cailloux de manière importante ;

— phase à blocs : sol épais mais boules de basalte abondantes ;

— phase à cailloux : sol peu épais mais cailloux de taille moyenne abondants.

— *Ampombiantambo* : horizon organique inexistant, concrétions fréquentes.

Les sols rouges ne présentent pas d'horizon organique ; leur couleur est rouge foncé à rouge-jaune. La structure est nuciforme à polyédrique. Les concrétions n'y ont pas été notées. Ces sols dérivent également de basalte. Cette famille a été divisée en 2 séries :

— *Antsatrana* : qui occupe des collines arrondies.

— *Ambohibory* : qui occupe de vastes zones planes.

Deux phases ont été reconnues :

— unie ;

— à blocs avec des boules de basalte abondantes.

b) Les sols latéritiques humifères.

Ce groupe de sols, où les teneurs en alumine libre sont plus importantes que dans le groupe précédent, est caractérisé par une forte accumulation de matière organique non seulement en surface mais encore dans l'ensemble du profil, puisqu'à 1 m de profondeur on trouve encore des teneurs en matière organique importantes.

Un seul groupe brun a été reconnu qui a été subdivisé en deux familles

(basalte et cendres) représentées chacune par une série : *Antsalaka* et *Roussettes*.

II. — *Les sols ferrugineux tropicaux* se rencontrent essentiellement sur la périphérie de la zone cartographiée, c'est-à-dire dans la zone la moins arrosée et où les pluies ne dépassent guère 1 mètre. Aucun autre phénomène que l'individualisation du fer n'a pu être mis en évidence, par l'analyse tant chimique que thermique. Tous les sols appartiennent donc au groupe des sols ferrugineux tropicaux typiques qui a été divisé en deux sous-groupes : les sols ferrugineux rouges et jaunes.

Le sous-groupe des sols ferrugineux tropicaux rouges a été subdivisé en quatre familles d'après les roches-mères basalte, grès, sables et calcaire.

La famille du basalte comprend deux séries : *Cap Diégo* et *Andrafiabe*. La première est représentée par des sols rouges profonds, riches en gros blocs de basalte. La seconde diffère de la précédente par la présence dans le profil de grains de quartz d'origine éolienne.

La famille du grès comprend deux séries : *Antsahampano* et *Saljaovat*. Les sols de la première occupent une surface mamelonnée ; le profil est peu épais (2 mètres environ). Ceux de la deuxième sont beaucoup plus sableux et beaucoup plus profonds (10 à 12 mètres).

La famille des sables est représentée par la série d'*Ampandrahazo* qui comprend des sables rouges reposant sur des matériaux variés : basalte ou calcaire. Ils sont semblables aux « sables roux » du Sud et de l'Ouest de l'Ile.

La famille du calcaire figure dans la forêt d'*Analamerana* en plages isolées mais assez nombreuses au milieu des dalles calcaires.

Le sous-groupe des sols ferrugineux tropicaux jaunes comprend deux familles : grès argileux et calcaire avec les séries d'*Ambodimadiro* et d'*Andramaimbo*.

III. — *Les sols calcimorphes* sont caractérisés par des teneurs en calcaire appréciables dans le profil, généralement sous forme de concrétions.

Un premier ensemble peut être rapproché des sols brun sur jaune décrits dans les feuilles de Mitsinjo et de Maevatanana (19). Sous un horizon brun assez riche en matière organique, on trouve un horizon jaune où les concrétions calcaires sont assez abondantes. Ils ont été divisés en deux séries : *Betsimiranja* qui dérive de calcaire miocène et *Tsimarenimakia* qui dérive de basalte cimenté par du calcaire.

Un deuxième ensemble comprend des sols bruns où le calcaire est abondant dans tout le profil.

Enfin des rendzines en plaques isolées ont été notées.

IV. — *Les sols hydromorphes* n'ont qu'une présence très localisée. Ils s'apparentent aux sols marécageux.

LES SOLS PEU OU PAS ÉVOLUÉS

Les sols peu ou pas évolués comprennent :

1. — *Des sols jeunes* dérivés de roches volcaniques récentes.
2. — *Des sols d'apport* qui peuvent se subdiviser en :
 - a) Sols alluviaux : d'origine basaltique seule, basaltique et calcaire, calcaire seule.
 - b) Sols d'origine dunaire.
3. — *Des sols d'ablation* représentés par des sols squelettiques et sols d'éboulis.

B. — LES SOLS ÉVOLUÉS

I. — Les sols latéritiques

1. — LES SOLS LATÉRITIQUES TYPIQUES

Les sols brun-jaune

SÉRIE DE JOFFREVILLE

a) *Localisation, végétation, drainage.*

Cette série occupe des pentes et plateaux boisés du versant Nord de la montagne d'Ambre. Elle s'étend depuis le voisinage des sommets jusqu'aux environs de Sakaramy.

La végétation est la forêt de type mésophile. Le drainage est normal.

b) *Morphologie.*

Les caractères du sol sont un horizon humifère relativement mince, même en altitude, et une couleur brune de l'horizon sous-jacent à tendance légèrement rougeâtre.

Les profils caractéristiques sont les suivants :

N° 5. — Au Nord-Ouest de Joffreville sous forêt :

0- 7 cm, Brun foncé (H 63, — 7,5 YR 4/2) ; grumeleux ; argilo-limoneux ; poreux, racines enchevêtrées.

7- 80 cm, Brun (D 63, — 7,5 YR 5/4) ; argilo-limoneux ; massif, un peu plastique, donnant fragments grumeleux assez fins.

N° 7. — Forêt à proximité de Sakaramy :

0- 15 cm, Brun (E 54, — 5 YR 4/4) ; limono-argileux ; grumeleux à nuciforme ; poreux.

15- 45 cm, Brun avec une légère teinte rougeâtre (F 52, — 7,5 YR 4/4) ; structure grumeleuse assez grossière avec quelques fentes verticales.

45-100 cm, Brun rougeâtre ; limono-argileux ; assez grumeleux ; quelques fragments de basalte à la base.

N° 54. — A l'Ouest de Joffreville sur la piste d'Andranofanjava-Forêt.

0- 15 cm, Brun-gris foncé (F 61, — 10 YR 3/3); limoneux; grumeleux grossier à nuciforme, bien structuré; chevelu de racines très denses, quelques grosses racines; porosité ordinaire; cohésion moyenne.

15- 80 cm, Brun; limoneux; grumeleux fin; quelques racines peu abondantes; porosité ordinaire; peu cohérent.

80-110 cm, Brun-jaune (D 63, — 7,5 YR 5/4); limoneux à limono-argileux; grumeleux fin avec quelques fragments nuciformes; porosité ordinaire; cohésion faible.

à 110 cm, Basalte altéré, quelques fragments entourés d'un enduit jaunâtre.

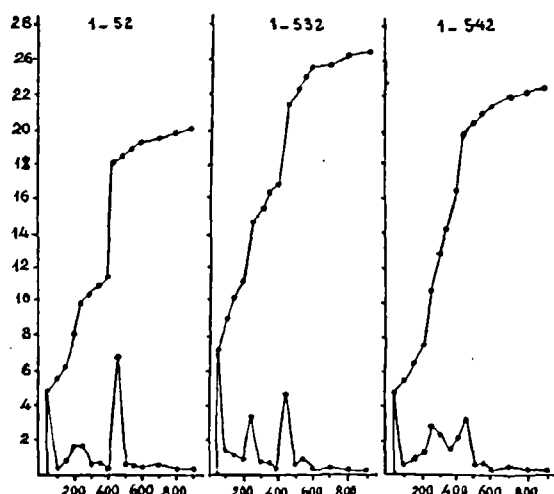


FIG. 3. — Courbes de perte en eau. Argiles extraites des profils 1-5, 1-53 et 1-54 (série de Joffreville).

c) Caractéristiques physiques et chimiques.

Réaction. — Le pH de ces sols occupés par la forêt est très légèrement acide ou presque neutre en surface : 6,5 à 6,7; l'acidité augmente régulièrement avec la profondeur (6,3 à 6,4).

Granulométrie. — L'analyse mécanique montre des teneurs en argile comprises entre 20 et 30 %, en limon entre 20 et 35 %. Les teneurs en sable fin (pseudo-sable probable) est de 20 à 40 %.

Matière organique. — Les teneurs en matière organique sont généralement assez élevées, 6 à 8 %. Les teneurs en azote total sont également élevées 3 à 6 ‰. Avec la profondeur, les quantités de matière organique et azote décroissent assez rapidement; le rapport C/N est compris entre 7 et 9.

Complexe absorbant. — La capacité d'échange est élevée dans l'horizon organique, 30 à 55 méq/100 g. Elle décroît graduellement avec la profondeur. En ce qui concerne les bases échangeables, on note en surface de fortes teneurs en chaux et magnésie échangeables : 6 ‰ et 1 ‰ respectivement, moyennes en potasse (0,2 à 0,1 ‰). En profondeur, les teneurs diminuent vite et très fortement.

L'acide phosphorique assimilable est faible.

Réserves nutritives (extraction à l'acide nitrique bouillant). Les chiffres obtenus pour la chaux et la potasse sont légèrement supérieurs à ceux du complexe absorbant. L'acide phosphorique total est assez élevé (2,5 ‰ environ).

Analyse au réactif triacide. — Les résultats de l'attaque du sol au réactif triacide donnent les rapports silice / alumine de l'ordre de 1,7 à 1,9.

Études des argiles.

1° L'analyse centésimale d'un certain nombre d'argiles donne les valeurs suivantes :

N°	Résidu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	S/A
1- 52	0,2	32,9	29,2	16,8	2,6	5,6	14,2	1,91
1-532	0,2	26,4	24,6	23,2	3,0	9,0	15,6	1,82
1-542	0,1	22,6	24,2	29,6	2,4	5,5	16,9	1,58

2° Les courbes de perte en eau montrent un net départ d'eau à 250° (hydroxydes) et un départ d'eau assez important à 450° (kaolinite) (Fig. 3).

Ces sols présentent donc une latéritisation assez peu prononcée ; leur horizon humifère est riche en éléments fertilisants facilement disponibles pour les plantes. La mise en culture de ces sols ne peut se concevoir que si des mesures anti-érosives efficaces sont prises. Ils conviennent aux cultures arbustives de préférence aux cultures annuelles qui auront pour effet immédiat de dégrader le sol de façon définitive.

SÉRIE D'ANKETRAKABE

a) Localisation, végétation, drainage.

Cette série se rencontre à une altitude assez faible qui, par endroits approche du niveau de la mer.

La topographie est normalement presque plane. Ces sols constituent les moyens plateaux de la montagne d'Ambre, séparés les uns des autres par de profondes vallées. Le drainage y est bon.

La végétation est normalement une prairie de graminées assez dense.

b) Morphologie.

Le profil est caractérisé par l'absence d'un horizon humifère net comme dans le cas d'Antsalaka et les teneurs en matière organique seront faibles.

En profondeur, le sol est brun mais plus ferme que le précédent ; la structure devient nuciforme avec parfois une tendance polyédrique.

Le profil habituel est le suivant :

- un horizon humifère à peine marqué, brun foncé, épais de 5 à 10 cm ; limoneux à argileux, grumeleux ;
- un horizon brun-jaune de 2 à 3 mètres, limono-argileux ; nuciforme à polyédrique, assez dur et tassé ;
- un horizon gris argileux de structure polyédrique ;
- la roche altérée : le basalte est fortement diaclasé mais de manière assez irrégulière et qui permet l'isolement de gros blocs de roche qui finissent par donner des boules de taille inégale. Ces boules s'altérant assez lentement, il est fréquent d'en rencontrer à différents niveaux dans le profil et même en surface (ce qui n'est pas le cas dans la série d'Antsalaka).

Les profils étudiés sont les suivants : 9-16-26-28-29-30-48.

N° 9. — Plateau de Sakaramy au Nord du Camp. Altitude 400 m ; terrain relativement plat. La végétation est une prairie de graminées avec *Hyparrhenia rufa*, *Heteropogon contortus* et quelques *Imperata arundinacea*.

0- 25 cm, Brun-olive (F 72, — 10 YR 4/3) ; limoneux ; grumeleux ; nuciforme, nombreuses racines de graminées.

25-120 cm, Passage graduel à brun-jaune foncé (F 64, — 10 YR 5/4) ; limoneux ; assez compact, nuciforme.

N° 16. — Route d'Anketrabe à Andrafiavivory. Terrain assez plat. Cultures de maïs et arachides ; ailleurs prairie de *Hyparrhenia rufa*, *Imperata arundinacea*, *Heteropogon contortus* ; quelques *Lysicarpus*.

0- 10 cm, Brun foncé (H 63, — 10 YR 3/4) ; limoneux ; grumeleux.

10- 70 cm, Brun-jaune (E 63, — 7,5 YR 5/4) ; limoneux ; nuciforme ; assez dur.

N° 26. — Plateau entre Matsaborimaika et Ankorefo. Alt. 200 m. Terrain plat. Prairie à *Hyparrhenia rufa*, *Heteropogon contortus*, quelques *Lantana camara*.

0- 10 cm, Brun-jaune foncé (F 63, — 7,5 YR 4/4) ; nuciforme ; limoneux.

10-120 cm, Brun (D 64, — 7,5 YR 5/4) ; limoneux ; nuciforme, quelques fentes jusqu'à 30 cm.

N° 28. — Plateau de Mangoaka. Alt. 100 m environ. Plat avec légère pente vers le Nord-Ouest. Prairie de *Hyparrhenia rufa* et *Heteropogon contortus* avec quelques *Poupartia caffra* inclinés par le vent.

0- 10 cm, Brun foncé (F 54, — 7,5 YR 5/6) ; grumeleux ; limoneux.

10-200 cm, Brun-jaune (E 66, — 7,5 YR 5/4) ; grumeleux à polyédrique ; quelques fentes verticales jusqu'à 30 cm.

200-300 cm, Gris ; polyédrique, argileux avec quelques boules de basalte.

Sur le plateau de Mangoaka, deux autres profils ont été relevés : **29** à l'extrémité Nord et **30** près du signal d'Ambararata. Ils présentent des profils identiques au précédent (N° **28**).

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.*

Réaction. — La réaction du sol est toujours acide. En surface le pH est voisin de 5,8 (5,7 à 6,1). En profondeur le pH a tendance à s'élever légèrement et est très faiblement supérieur à 6,0.

Granulométrie. — Bien que le sol paraisse assez argileux sur le terrain, l'analyse mécanique ne donne que des chiffres compris entre 15 et 30 % ; le limon est normalement plus élevé : 20 à 40 % ; le reste est du sable fin et grossier. Il s'agit ici très probablement de pseudo-sable qui s'écrase bien sous l'ongle mais ne peut être réduit par l'analyse mécanique.

Matière organique. — La matière organique est comprise entre 2 et 8 % ; à un mètre de profondeur elle ne dépasse pas 1 %. Les teneurs en azote sont assez élevées et comprises entre 2 et 3,5 ‰. Le rapport C/N est peu différent de 10.

Le complexe absorbant est caractérisé par une capacité d'échange comprise entre 20 et 40 méq/100 g. Les capacités les plus fortes correspondant aux régions les plus élevées en altitude (400 m environ). En surface, la chaux échangeable est comprise entre 1 et 2 ‰ ; la magnésie entre 0,6 et 0,4 ‰ ; la potasse entre 0,20 et 0,08 ‰. Avec la profondeur, toutes les valeurs diminuent, mais assez régulièrement.

L'acide phosphorique assimilable est toujours très faible.

Réserves. — Les éléments fertilisants extraits par l'acide nitrique bouillant ne sont pas très élevés en ce qui concerne la chaux et la potasse (respectivement 2,5 ‰ et 0,5 ‰). L'acide phosphorique atteint des chiffres entre 2 et 3 ‰.

Analyse au réactif triacide. — L'analyse du sol au réactif triacide montre que le rapport silice/alumine est voisin de 1,7 ce qui correspond à un degré de latéritisation assez peu poussé.

Étude des argiles.

1° Composition centésimale.

N°	Résidu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	S/A
1-282	0,1	30,65	27,5	22,4	1,2	4,0	14,11	1,89
1-292	0,4	28,4	26,4	21,8	1,2	3,9	15,1	1,82
1-522	—	28,65	25,3	27,2	1,2	3,6	14,2	1,91

2° Les courbes de perte en eau montrent un départ d'eau net à 250° (hydroxydes) et un départ important à 450° (kaolinite) (Fig. 4).

d) *Vocation.*

Ces sols présentent des étendues planes d'une certaine importance ; les

pentent sont généralement assez faibles. On les utilise en pâturages extensifs ou bien ils supportent des cultures : maïs, arachides ou légumes.

Toutefois les sols sont soumis à une érosion en nappe certaine due aux pluies et au vent. Leur mise en valeur nécessitera une protection contre l'érosion par la pratique des cultures en bandes et l'installation de brise-vents. De plus leur degré de fertilité est peu élevé ; il devra être amélioré par des apports organiques (fumier ou engrais verts) et minéraux (potasse).

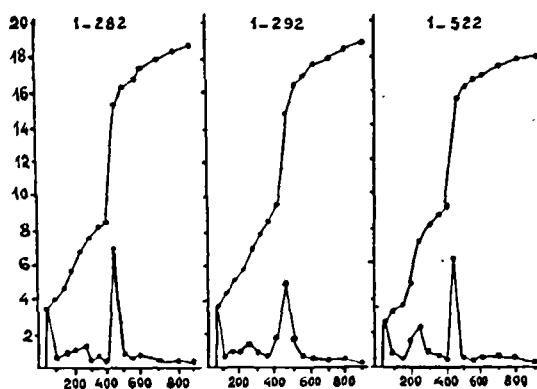


FIG. 4. — Courbes de perte en eau. Argiles extraites des profils 1-28, 1-29 et 1-52 (série d'Anketrakabe).

Phase rocheuse.

Les sols de cette série présentent en différents endroits une forte densité de roches en surface. Il s'agit de gros blocs de basalte plus ou moins arrondis qui constituent des noyaux ayant résisté à l'altération. Ces blocs arrivent à percer en surface, par suite essentiellement de l'érosion en nappe qui enlève année par année de fines tranches de sol.

L'existence de ces gros blocs est une gêne certaine pour l'agriculture. Ils sont éparés un peu partout et localement très nombreux.

SÉRIE D'AMPOMBIANTAMBO

Cette série diffère de la précédente par :

- la présence dans le profil de concrétions rondes et petites ;
- un horizon de surface beaucoup plus pauvre en matière organique.

a) Localisation, végétation, drainage.

Cette série présente une étendue assez limitée au Sud-Ouest de la feuille : plateau qui va de Manirenjy à Ampombiantambo et Fandriana, et au Sud-Est entre Anivorano et Ambohibory.

La végétation est essentiellement une prairie de graminées, annuellement

parcourue par les feux (*Heteropogon contortus* et *Hyparrhenia rufa* surtout). Le drainage y est normal.

b) Morphologie.

Les profils sont assez voisins de ceux de la série précédente. Il n'y a pas d'horizon humifère nettement visible.

0- 5 cm, Brun-olive à brun-jaune foncé (F 64, — 10 YR 5/3) ; limonneux à limono-argileux ; nuciforme grossier, quelques fentes verticales ; trous de racines mortes.

5-100 cm, Brun-jaune (E 63, — 10 YR 5/4) ; limono-argileux ; polyédrique fin avec quelques concrétions ; écrasé donne facilement une poudre fine ; cohésion moyenne ; assez poreux.

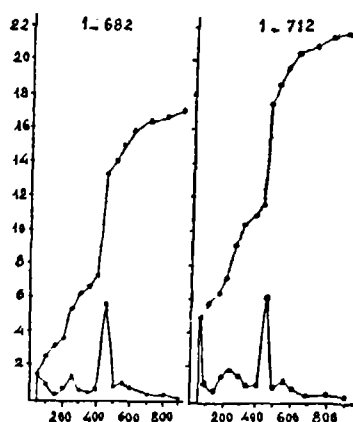


FIG. 5. — Courbes de perte en eau. Argiles extraites des profils 1-71 (série d'Ampombiantambo) et 1-68 (série d'Antsatrana).

c) Caractéristiques physiques et chimiques.

Réaction. — Le pH de ces sols est moyennement acide (5,8).

La granulométrie est caractérisée par des teneurs en argile comprises entre 25 et 30 %. Le limon est un peu plus élevé, 35 % env.

Matière organique. — Les teneurs en matière organique sont généralement faibles 0,8 à 1,5 %. Les teneurs en azote sont également assez faibles (1 ‰ en surface).

Complexe absorbant. — La capacité d'échange de ces sols est assez peu élevée en surface comme en profondeur (15 méq/100 g). Les bases échangeables sont faibles ; en surface on trouve : CaO ‰ 0,8 à 1,2 ; MgO ‰ 0,3 ; K₂O ‰ 0,08. En profondeur, les chiffres obtenus sont encore moindres.

Réserves nutritives. — Les résultats obtenus par l'attaque à l'acide nitrique bouillant sont :

CaO ‰	2,0 à 2,5 ‰
K ₂ O ‰	0,2 à 0,4 ‰
P ₂ O ₅ ‰	1,4 à 2,9 ‰

L'analyse au réactif triacide montre que tous les sols présentent un rapport silice/alumine compris entre 1,62 et 1,69 en surface comme en profondeur.

Étude des argiles. — L'argile a été extraite du profil 1-71.

1° Composition centésimale.

N°	Résidu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	S/A
1-712	0	31,4	27,2	21,6	0,8	5,8	15,0	1,95

2° Courbes de perte en eau.

La courbe de perte en eau montre un départ d'eau modéré mais net à 250° (hydroxydes) et fort à 450° (kaolinite) (Fig. 5).

Les sols rouges

SÉRIE D'ANTSATRANA

a) *Localisation, végétation et drainage.*

Cette série se rencontre dans l'Ouest et le Nord-Ouest de la région étudiée. Elle est occupée par des graminées ou localement par la forêt tropophile. La topographie est ondulante avec une succession de collines arrondies séparées par des vallées assez profondes. Le drainage s'effectue normalement.

b) *Morphologie.*

Les profils suivants ont été observés :

1° A l'Ouest de la rivière Ankazomalemy, sous *Heteropogon contortus* et *Aristida rufescens*.

0-2 m, La couleur est uniformément rouge-jaune (F 46, — 5 YR 5/6) ; la texture limoneuse à limono-argileuse ; la structure est polyédrique assez fine en surface, devenant plus grossière puis massive en profondeur ; la porosité est tubulaire en surface, faible en profondeur ; la cohésion est moyenne.

2 m, Argile bleutée.

2° Près de Matsaborimaika, on note, à la faveur de la tranchée de la route :

0-4 m, Homogène en ce qui concerne la couleur (rouge-jaune) ; la texture est argilo-limoneuse ; la structure polyédrique.

au-dessous, Argile bariolée jaune, violette, rouge, etc., le basalte intact n'est pas visible.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.*

Réaction. — Les sols de cette série sont acides à la fois en surface et en profondeur (5,0 à 5,7).

Granulométrie. — L'argile varie entre 30 et 40 %. Le limon est voisin de 25 %. Le sable fin et le sable grossier sont proches de 20 % chacun.

Matière organique. — Les teneurs en matière organique sont faibles à très faibles (inférieures à 1 %) : l'azote total est également très faible. Le rapport C/N est assez bas.

Complexe absorbant. — La capacité d'échange de bases est voisine de 10 méq/100 g en surface et en profondeur. Les teneurs en bases échangeables sont faibles à très faibles (CaO entre 0,2 et 0,4 ‰, MgO, 0,1 à 0,2 ‰, K₂O, inférieur à 0,1 ‰).

Analyse au réactif triacide. Les valeurs du rapport silice/alumine sont voisines de 1,8.

Étude des argiles. — L'argile a été extraite du profil 1-68.

Composition centésimale.

N°	Résidu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	S/A
1-632	0	32,1	32,1	21,6	1,2	2,4	14,1	1,59

La courbe de perte en eau présente un départ modéré à 250° (hydroxydes) et un départ prononcé à 450° (kaolinite) (Fig. 5).

d) *Vocation.*

Le degré de fertilité de ces sols est bas, on ne peut guère leur envisager d'autre utilisation que comme zone de pâturage extensif ou de reboisement.

SÉRIE D'AMBOHIBORY

a) *Localisation, végétation et drainage.*

La série d'Ambohibory occupe une partie d'un long plateau à proximité de la rivière Rodo. Elle supporte des graminées brûlées chaque année. Le drainage y est normal.

b) *Morphologie.*

Voici le profil noté près d'Ambohibory sous *Hyparrhenia rufa* et *Heleropogon contortus* (n° 1-58) :

0- 25 cm, Brun à brun-rouge (F 44, — 5 YR 4/6) ; nuciforme à polyédrique ; s'écrasant facilement en une poudre fine tachant fortement les doigts ; porosité ordinaire et tubulaire (quelques fentes et racines fines) ; cohésion moyenne.

2,1-12) cm, Rouge foncé (H 34, — 2,5 YR 3/6) ; limono-argileux ; nuciforme à polyédrique, assez bien structuré, fentes ; porosité structurale et tubulaire (trous de racines) ; cohésion moyenne à forte.

Le bas du profil n'est pas visible.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.*

La réaction est moyennement acide (pH 5,8). Les teneurs en argile sont comprises entre 35 et 45 %. Le limon entre 31 et 38 %.

La matière organique est peu élevée en surface, avec des teneurs de l'ordre de 1,5 % ; l'azote est de 1,2 ‰.

Le complexe absorbant est caractérisé par une capacité d'échange de l'ordre de 20 méq/100 g en surface, un peu plus faible en profondeur (16 méq/100 g). Les teneurs en chaux échangeable atteignent 1,8 ‰ en surface avec 0,4 ‰ de magnésie et 0,07 ‰ de potasse.

Les réserves sont assez élevées en chaux 3,3 ‰, la potasse est peu élevée 0,3 ‰ ; l'acide phosphorique ne dépasse pas 1,3 ‰.

L'analyse du sol au réactif triacide donne pour le rapport silice/alumine des valeurs proche de 1,8.

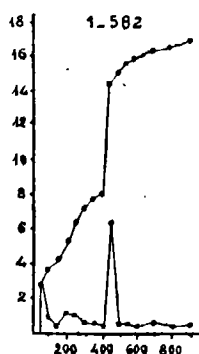


FIG. 6. — Courbe de perte en eau. Argile extraite du profil 1-58 (série d'Ambohibory).

Étude de l'argile.

1° Composition centésimale.

N°	Résidu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	S/A
1-582	0	30,4	28,0	24,8	2,4	3,8	12,7	1,84

2° La courbe de perte en eau ne montre qu'un très faible départ d'eau à 250°, mais un important départ d'eau à 450° (kaolinite). Ce sol est donc probablement très proche des sols ferrugineux tropicaux (Fig. 6).

2. — LES SOLS LATÉRITIQUES HUMIFÈRES BRUNS

Famille du basalte

SÉRIE D'ANTSALAKA

a) *Localisation, végétation, drainage.*

Cette série a été définie par G. TERCINIER (13) dans son étude sur le versant Est de la montagne d'Ambre. Elle est très nettement humifère. La végé-

tation primitive est la forêt ombrophile. Elle est remplacée par une prairie de graminées pratiquement sans arbres.

Les pentes sont moyennes à fortes, le drainage s'effectue bien.

b) *Morphologie.*

Le profil caractéristique est le suivant :

— un horizon humifère brun foncé, limoneux à argilo-limoneux, finement grumeleux, épais de 20 à 30 cm.

— un horizon brun à brun clair, argilo-limoneux, nuciforme à grumeleux, épais de plusieurs mètres (5 à 6), meuble.

— un horizon gris argileux avec fragments de basalte plus ou moins altérés.

— le basalte altéré grisâtre.

Les profils notés sont les suivants :

N° 3. — Au pied du Pic Badens (versant Nord), altitude environ 850 m, sous une prairie à *Cymbopogon cymbarius* avec quelques *Hyparrhenia rufa*.

0- 20 cm, Brun foncé (H 63, — 10 YR 4/3) ; limoneux ; grumeleux.

20- 60 cm, Brun-gris (F 62, — 7,5 YR 4/4) ; limoneux ; grumeleux.

60-130 cm, Brun foncé (F 54, — 7,5 YR 5/4) ; limoneux ; nuciforme.

N° 12. — Immédiatement à l'Ouest d'Antsalaka ; altitude 650 m, zone assez mamelonnée ; anciennes cultures ; actuellement prairie à *Digitaria longiflora*, *Hyparrhenia rufa*, *Hyptis spicigera*.

0- 25 cm, Brun-olive foncé (H 72, — 10 YR 3/3) ; limoneux ; grumeleux ; nombreuses racines entrelacées.

25- 60 cm et au-dessous, Brun-jaune foncé (F 64, — 10 YR 4/4) ; limoneux à argileux ; nuciforme, assez compact.

N° 13. — A 3 km à l'Ouest d'Antsalaka, près de la lisière de la forêt, prairie beaucoup plus riche en espèces que la précédente — ont été notées : *Pteris aquilina*, *Hyparrhenia rufa*, *Urena lobata*, *Elephantopus scaber*, *Tristemma viscosa*, *Stachytarpheta indica*, quelques goyaviers, etc., pente assez forte vers l'Est.

0- 20 cm, Brun-gris foncé (F 61, — 10 YR 3/4) ; limoneux, grumeleux fin, racines abondantes.

20- 80 cm, Brun-olive (F 74, — 10 YR 4/4) ; limoneux, grumeleux fin, très meuble.

A proximité sous forêt, l'horizon humifère brun-gris foncé est épais de 30 cm avec une structure grumeleuse fine.

N° 14. — Entre Ambavahikely et Andrafiavivory près du village d'Anienjandava, sous une ancienne culture ; la végétation actuelle est riche en *Elephantopus scaber*, *Stachytarpheta indica* ; *Scoparia dulcis*.

0- 80 cm, D'abord brun-gris foncé (F 61, — 10 YR 4/3); gris-brun et au-dessous jaune foncé (F 64, — 10 YR 4/4). Cette couleur se poursuit sur plusieurs mètres; argileux; grumeleux à nuciforme très meuble.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.*

Réaction. — La réaction est nettement acide en surface; le pH est compris entre 5,5 et 5,8. En profondeur, le pH a tendance à diminuer légèrement.

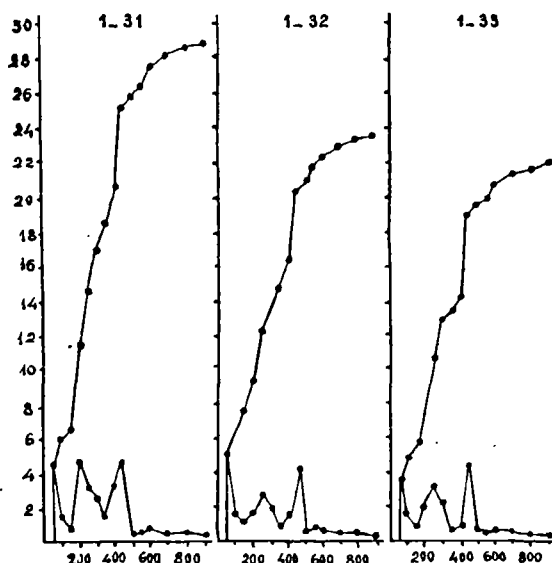


FIG. 7. — Courbes de perte en eau. Argiles extraites du profil 1-3 (série d'Antsalaka).

Granulométrie. — C'est le limon qui est la fraction fine la mieux représentée (10 à 25 % environ), tandis que l'argile est comprise entre 10 et 20 %. Le sable fin est important; bien qu'il ne s'agisse pas de sable à proprement parler. La dispersion est en réalité difficile à réaliser sur de tels sols et il s'agit en réalité d'agrégats très fins.

Matière organique. — La matière organique totale est élevée en surface avec une teneur voisine de 8 %. L'azote total est élevé puisque la teneur moyenne est de l'ordre de 4 ‰. En profondeur, les teneurs en matière organique diminuent graduellement; à 50 cm on a encore près de 2 % et vers 1 mètre 0,8 %; l'azote par contre décroît assez lentement. Le rapport C/N voisin de 10 en surface décroît très vite avec la profondeur (5 vers 1 mètre).

Les acides humiques sont relativement peu abondants dans ces sols.

Complexe absorbant. — Le complexe absorbant est caractérisé par des teneurs assez faibles en bases (les teneurs en bases étant naturellement plus

fortes dans l'horizon de surface que dans l'horizon brun sous-jacent); en surface on a : 1 ‰ de CaO, 0,3 de MgO, 0,07 de K₂O.

La capacité d'échange est de l'ordre de 30 à 40 méq/100 g. Le degré de saturation est extrêmement faible (10 à 20 %).

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

Attaque totale. — L'attaque du sol au réactif triacide donne des valeurs du rapport silice/alumine voisine de 1,2.

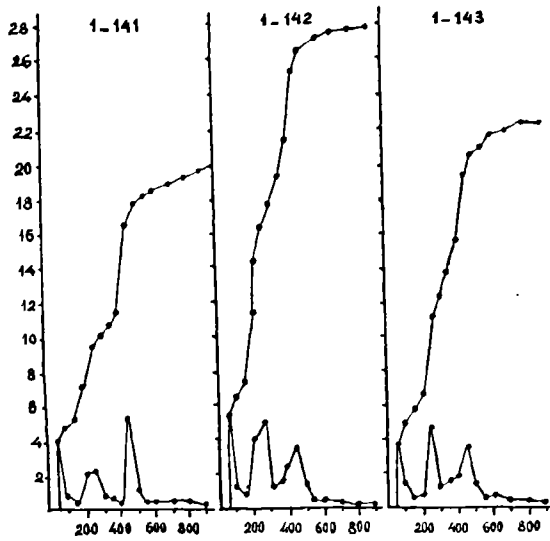


FIG. 8. — Courbes de perte en eau (profil 1-14 série Antsalaka).

Étude des argiles. — Les argiles ont été extraites de deux profils : 1-3 et 1-14.

1^o Composition centésimale.

N ^o	Résidu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	S/A
1- 31	0,2	20,8	22,5	25,6	3,7	6,0	23,8	1,38
32	0,3	20,85	23,0	26,4	4,4	6,5	17,0	1,18
33	0,2	22,6	24,0	28,0	3,5	4,8	17,1	1,60
1-141	0,0	29,9	28,1	20,8	2,8	5,0	13,6	1,77
142	1,1	20,3	22,7	24,0	3,5	6,4	20,4	1,52

2^o Les courbes de perte en eau indiquent pour tous ces échantillons, un départ d'eau important à 250° (hydroxydes) et un départ encore net à 450° (kaolinite) (Fig. 7 et 8).

d) *Vocation.*

Ces sols sont cultivés à l'heure actuelle en maïs, légumes variés (haricots, pois, concombres, etc...) avec un an de culture pour 2 à 3 ans de jachère.

Ces sols mis en culture après l'abattage de la forêt présentent des pentes assez sérieuses et sont sujets à l'érosion. Le défrichement de la forêt a pour effet de priver le sol d'une bonne partie de l'horizon humifère qui est enlevé par l'érosion.

Les sols de cette série doivent être cultivés en prenant des mesures anti-érosives : cultures en bandes, alternance de zones cultivées et boisées de manière à protéger le sol ; certaines zones pourraient être plantées en caféiers ou théiers.

*Famille des cendres***SÉRIE DES ROUSSETTES**a) *Localisation, végétation, drainage.*

La série des Roussettes occupe la partie centrale de la Montagne d'Ambre entre 900 et 1.400 m d'altitude. Elle est couverte par une forêt ombrophile riche en mousses, lichens et orchidées dont la pénétration est difficile sauf le long des voies ouvertes par le service des Eaux et Forêts. Quelques défrichements y ont été effectués pour la plantation de Quinquinas. La topographie est tourmentée car le volcanisme y est probablement assez récent. Par suite de l'épaisse couverture végétale, l'érosion est peu active. Le climat est frais, 19° de température moyenne, et très pluvieux (3.000 mm).

b) *Morphologie.*

De nombreux profils de sols de cette série ont été décrits dans l'étude sur les sols de la station des quinquinas (11). Voici un profil (1-56) noté entre la station forestière et le Grand Lac qui caractérise bien l'ensemble.

0- 10 cm, Brun foncé (J 62, — 10 YR 3/3) ; très doux au toucher, racines nombreuses, assez fines, entrelacées ; quelques débris végétaux en surface ; limoneux ; grumeleux très fin.

10- 50 cm, Brun foncé (H 63, — 10 YR 4/3) ; argilo-limoneux ; grumeleux à grumeleux fin ; quelques racines fines ; poreux.

50-270 cm, Brun-jaune foncé (F 63, — 10 YR 4/4) ; argilo-limoneux ; grumeleux ; racines rares ; poreux.

270 cm, Cendres altérées rouge-brun.

c) *Propriétés physiques et chimiques.*

Réaction. — Le pH est fortement acide en surface (4,5) ; il augmente graduellement avec la profondeur (5,2) ; au voisinage de la roche-mère il est compris entre 5,7 et 5,9.

Granulométrie. — Près de la surface l'argile est la fraction la plus abondante (30 à 40 %) avec 15 à 30 % de limon. Avec la profondeur, la fraction

fine diminue graduellement et la fraction sable augmente à mesure que l'on s'approche de la roche-mère.

Matière organique. — Sous forêt les teneurs en matière organique sont particulièrement élevées, environ 20 à 30 %. Dès qu'on opère un défrichement pour plantation de quinquinas, les teneurs en matière organique s'abaissent fortement et l'on n'a plus que de 7 à 15 %.

Vers 1 mètre de profondeur, les teneurs en matière organique sont encore assez élevées puisque les teneurs de 5 à 7 % ne sont pas rares.

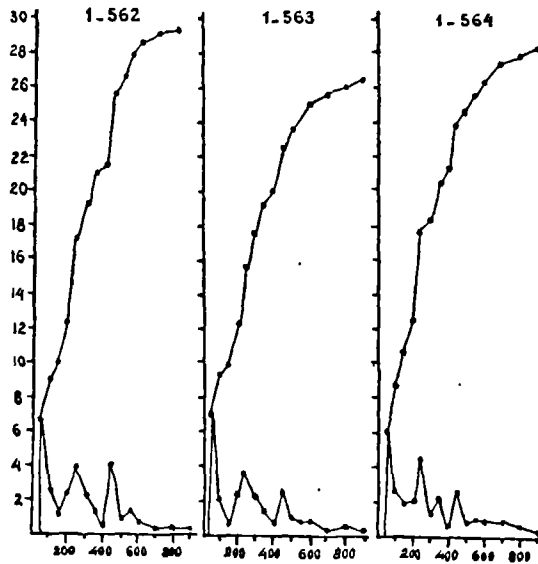


FIG. 9. — Courbes de perte en eau. Argiles extraites du profil 1-56 (série Roussettes).

L'azote est très élevé en surface avec des teneurs d'au moins 7 ‰. Cet élément diminue ensuite graduellement. Le rapport C/N est de 8,9 sous forêt. Il se stabilise autour de 10 sous quinquinas.

Complexe absorbant. — La capacité d'échange de bases est normalement élevée dans ces sols. On trouve en surface 40 à 60 méq/100 g. Avec la profondeur la capacité d'échange diminue régulièrement. En ce qui concerne les bases échangeables, l'horizon organique se comporte de façon très spéciale. Il est souvent très riche en chaux (3 à 8 ‰), en magnésie (0,8 à 1,2 ‰) et en potasse (0,2 à 0,4 ‰). Dès qu'on arrive à l'horizon brun sous-jacent, les teneurs en éléments échangeables baissent très fortement. Ceci paraît dû au fait que les éléments libérés par la roche-mère passent assez facilement dans les solutions vasculaires et sont restitués à l'horizon humifère par l'intermédiaire des débris de toutes sortes qui tombent sur le sol.

Les réserves nutritives sont élevées, surtout dans l'horizon de surface en chaux et potasse tandis qu'en profondeur, elles sont beaucoup moins importantes. La teneur en potasse totale dans ce cas ne dépasse pas 0,4 ‰. L'acide phosphorique est proche de 2 ‰.

Analyse au réactif triacide. — L'attaque du sol au réactif triacide montre que, assez souvent, le rapport silice/alumine est compris entre 0,7 et 1,0 dans l'horizon de surface ; ce rapport diminue sensiblement et peut atteindre 0,5 dans l'horizon brun. Au voisinage de la roche-mère, il remonte de nouveau pour atteindre et dépasser 2.

Étude des argiles. — Les argiles ont été extraites du profil 1-56.

1° Composition centésimale.

N°	Résidu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	S/A
1-562	0,2	20,9	20,0	25,6	4,6	9,2	20,0	1,77
1-563	0	20,6	24,5	27,2	5,1	9,2	17,7	1,43
1-564	0	17,1	19,7	28,0	4,2	8,4	19,8	1,17

2° Les courbes de perte en eau montrent des départs d'eau notables à 250° (hydroxydes) et 450° (kaolinite) (Fig. 9).

II. — Les sols ferrugineux tropicaux

1. — SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX TYPIQUES

A. — Sous-groupe des sols rouges

Famille du basalte

SÉRIE DE CAP DIÉGO

a) *Localisation, végétation, drainage.*

Les sols de cette série ont été notés dans la presqu'île de Cap Diégo ainsi que sur le plateau de Diégo-Suarez (dit de Tanambao). Les blocs de basalte plus ou moins arrondis sont fréquents à la surface du sol. La topographie est généralement assez plane. La végétation est à base de graminées. Les cultures sont nombreuses sur le plateau de Tanambao. Le drainage s'y effectue de façon normale.

b) *Morphologie.*

Le profil est relativement simple au Cap Diégo ou à Tanambao.

0- 5 cm, Brun-rouge foncé (H 43, — 5 YR 3/4) ; limono-argileux ; nuciforme assez grossier ; quelques racines fines ; poreux.

5-150 cm, Brun-rouge foncé à brun-rouge (F 44, — 5 YR 4/4) ; limono-argileux ; plutôt massif, tombant en poussière lorsque le sol est sec ; blocs de basalte de grosse taille.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.*

Réaction. — Le pH est généralement acide à peu acide en surface (6,1 à 6,3) ; en profondeur, il approche de la neutralité (6,4 à 7,2).

Granulométrie. — L'analyse mécanique montre que la fraction limon est toujours supérieure à l'argile (20 à 40 % pour la première ; 15 à 25 % pour la seconde). Le reste est du sable fin ou grossier.

Matière organique. — La matière organique totale est de l'ordre de 2 à 4 %, l'azote total est voisin de 2 ‰ avec un rapport C/N proche de 10. Les teneurs en humus pour les sols non cultivés sont de 3 ‰.

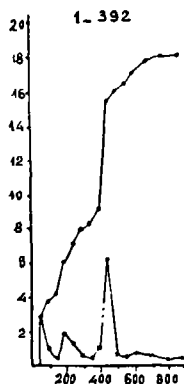


FIG. 10. — Courbe de perte en eau. Argile extraite du profil 1-39 (série de Cap Diégo).

Complexe absorbant. — La capacité d'échange est supérieur à 25 méq/100 g en surface et 15 à 18 méq/100 g en profondeur pour les sols non cultivés. Lorsque le sol est cultivé, les valeurs obtenues sont nettement plus faibles. Les teneurs en bases échangeables sont moyennes à fortes en ce qui concerne la chaux et la magnésie (1,6 à 3,1 ‰ et 0,4 à 0,9 ‰ respectivement). La potasse est moyenne en surface, faible en profondeur.

Les réserves nutritives ne sont pas très élevées en ce qui concerne la chaux et la potasse. Elles sont moyennes pour l'acide phosphorique (1,4 à 2,3 ‰).

Étude des argiles.

1° Composition centésimale.

N°	Résidu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	S/A
1-362	0,8	31,9	26,1	22,4	0,5	1,6	0	2,07
1-392	0,9	30,9	27,1	21,6	0,6	3,8	15,2	1,92

2° Courbes de perte en eau. Les courbes de perte en eau ne présentent pas de crochets à 250°, mais un crochet important à 450° (Fig. 10).

d) *Vocation.*

La mise en culture de ces sols est possible ; elle nécessitera un épierrage parfois important.

SÉRIE D'ANDRAFIABE

Cette série se distingue de la précédente par la présence de grains de quartz dans le sol. Ces grains de quartz paraissent avoir été amenés par le vent de la zone sableuse et gréseuse située plus à l'Ouest.

a) *Localisation, végétation, drainage.*

La série d'Andrafiabe est située à l'Est de cette localité au Sud du Mont Raynaud. Elle constitue une zone plane occupée à l'Ouest par des graminées (*Heteropogon contortus* et *Hyparrhenia rufa* avec quelques *Zizyphus jujuba*). Plus à l'Est apparaissent des pieds isolés de *Hyphaene shatan*. Le drainage est normal.

b) *Morphologie.*

Près de la route d'Andrafiabe à la baie de Rigny on note le profil suivant (1-18) :

0- 20 cm, Brun foncé (H 44, — 5 YR 4/6) ; limono-argileux, avec quelques grains de quartz fins et roulés ; polyédrique ; cohésion moyenne.

20-100 cm, Brun-rouge (F 44, — 5 YR 4/4) puis rouge-jaune (F 46, — 5 YR 4/6) ; limono-argileux avec grains de quartz ; massif, se brisant en fragments plus ou moins polyédriques de taille variable. Blocs de basalte grossièrement arrondis.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.*

Réaction. — Le pH est acide à moyennement acide en surface et augmente très légèrement avec la profondeur.

Granulométrie. — La fraction limon atteint 40 % environ ; l'argile 20 à 30 % ; les sables fins et grossiers totalisent environ 30 %.

Matière organique. — La matière organique totale est assez faible 1,5 à 2 %, l'azote est voisin de 1 ‰. Le rapport C/N est inférieur à 10.

Le complexe absorbant est caractérisé par une capacité d'échange assez faible, 15 mcq/100 g environ. Les teneurs en bases échangeables sont peu importantes. Les réserves en éléments fertilisants sont faibles en chaux et potasse ; moyennes en acide phosphorique.

d) *Vocation.*

Ces sols de degré de fertilité peu élevée pourraient convenir à des pâturages améliorés.

SÉRIE D'ANTSAMAMPANO

a) *Localisation, végétation, drainage.*

Les sols de cette série se rencontrent sur le pourtour de la montagne d'Ambre, dans l'isthme du Courier. Ils sont recouverts d'une végétation assez pauvre et discontinue d'*Aristida rufescens* avec de temps à autre des *Zyziphus jujuba*. La topographie est parfois assez plane, la plupart du temps elle est doucement mamelonnée.

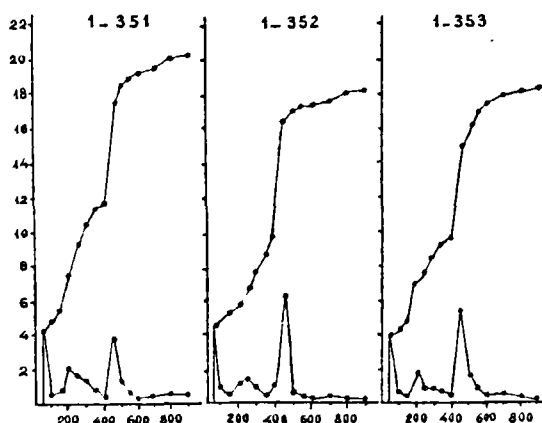


FIG. 11. — Courbes de perte en eau. Argiles extraites du profil 1-35 (série d'Antsamampano).

b) *Morphologie.*

Le profil typique a été noté entre Antsamampano et Mangoaka au flanc d'une colline entaillée par des lavaka.

0- 10 cm, Rouge-jaune (F 46, — 7,5 YR 5/6) ; sablo-argileux ; rares fentes verticales ; massif à nuciforme.

10- 80 cm, Rouge (D 38, — 5 YR 5/6) ; argilo-sableux ; quelques concrétions rouge à violacé ; massif.

80-150 cm, Rouge-jaune (D 48, — 5 YR 6/6) ; avec concrétions très nombreuses entre 100 et 120 cm.

150-200 cm, Rouge-jaune (C 46, — 5 YR 6/8) ; un peu plus pâle que précédemment ; argilo-sableux ; sans concrétions.

200 et au-dessus, Blanc grisâtre taché de rouge et de violet ; on passe graduellement au gris.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.*

Réaction. — Le pH est acide dans tout le profil, avec une diminution graduelle mais nette avec la profondeur.

Granulométrie. — L'argile est un peu plus faible (15 %) en surface qu'en

profondeur (25 %). Le limon augmente graduellement avec la profondeur (17,5 à 36 %) tandis que les sables diminuent régulièrement.

Matière organique. — La matière organique totale est faible en surface, 1,3 %, tandis que l'azote atteint 1 ‰. Le rapport C/N est inférieur à 10.

Le complexe absorbant présente une capacité d'échange faible en surface 9,1 méq/100 g. Elle augmente légèrement avec la profondeur par suite de l'augmentation de la teneur en argile. Les bases échangeables sont faibles à très faibles : 0,6 ‰ de CaO et 0,03 ‰ de K₂O en surface.

Étude des argiles.

1° Composition centésimale. Les argiles extraites du profil 1-35 ont la composition suivante :

N°	Résidu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	S/A
1-351	1,0	35,4	25,2	16,0	2,1	4,8	15,4	2,38
352	0,3	33,7	22,9	24,0	1,4	5,6	12,2	2,50
353	0,2	38,4	29,6	14,0	1,8	4,2	14,0	2,20

2° Les courbes de perte en eau montent très légèrement jusqu'à 450°. A cette température se produit un gros départ d'eau dû à la kaolinite (Fig 11).

SÉRIE DE SAJAOVATO

Les sols de cette série dérivent également de grès mais il s'agit de ceux qui sont situés entre les rivières Sahareny et Rodo. Cette série se distingue de la précédente par une topographie beaucoup plus douce. Le grès est très profondément altéré et l'épaisseur du sol est beaucoup plus forte : 15 m environ. La couverture végétale est à l'origine de la forêt, qui subsiste encore en différents endroits en particulier vers Sahafary et dans tous les vallons. La percolation de l'eau se fait très normalement par suite de la texture sableuse du sol.

Le profil de ce sol est le suivant :

- un horizon rouge sableux épais de 10 m environ (brun-rouge en surface sur 15 cm environ) fondu à tendance nuciforme à particulaire ;
- un horizon épais de 2 à 3 m brun-jaune, passant à :
- un matériau blanc grisâtre sablo-limoneux avec quelques minces lits d'argile.

Les propriétés de ce sol se rapprochent de la série d'Ampondrahazo. La réaction est faiblement acide, la granulométrie est caractérisée par de fortes teneurs en sable fin et grossier. Les teneurs en matière organique, en bases échangeables sont faibles à très faibles.

Les sols de cette série sont des sols de niveau de fertilité très bas. Leur vocation est forestière, de préférence à pastorale, par suite de leur grande érodabilité.

Famille des sables

Ce sable a vraisemblablement une origine éolienne et a été porté vers l'intérieur par le vent d'Est. On le trouve reposant sur calcaire et sur basalte.

SÉRIE D'AMPONDRAHAZO

a) Localisation, végétation, drainage.

Les sols de cette série sont localisés sur la partie Est de la zone cartographiée, à une distance assez faible de la mer. Ils supportent une végétation essentiellement herbacée (*Heteropogon contortus* surtout) avec quelques arbres peu élevés (*Hyphaene shatan*, *Strychnos spinosa*, *Zyziphus jujuba*). Le drainage se fait bien. Localement, on trouve quelques mares.

b) Morphologie.

Les profils suivants ont été notés :

1° A l'Est de la ferme d'Ambavahibe sous *Heteropogon contortus* et *Strychnos spinosa*.

0- 20 cm, Brun foncé (H 44, — 5 YR 3/4) ; sableux à sablo-limoneux ; meuble, friable.

20-200 cm, Brun-rouge foncé (J 26, — 5 YR 4/3) passant à rouge faible (H 26, — 5 YR 4/6) ; sableux à sablo-limoneux ; tendance particulière.

L'épaisseur du sol est d'environ 6 à 8 m. On trouve à la base des cailloutis de basalte.

2° Près d'Ampondrahaço on note :

0- 40 cm, Brun-rouge ; sableux ; fondu à particulière ; poreux.

40-120 cm, Rouge-jaune ; sableux à sablo-argileux ; fondu.

c) Caractéristiques physiques et chimiques.

Réaction. — Le pH est voisin de 6,0 ou légèrement supérieur dans tout le profil.

Granulométrie. — La fraction sable est de beaucoup la plus abondante puisqu'elle dépasse 70 %. Le reste est constitué de limon et d'argile en proportions sensiblement égales.

Matière organique. — Les teneurs en matière organique sont faibles : 1 % et moins en surface. L'azote total ne dépasse pas 1 ‰. Le rapport C/N est voisin de 6,0.

Complexe absorbant. — La capacité d'échange est faible dans tout le profil : 10 méq/100 g environ. Les bases échangeables sont faibles à très faibles.

Les réserves en éléments fertilisants sont peu élevées en ce qui concerne la potasse. Elles sont moyennes à bonnes en chaux et acide phosphorique.

d) *Vocation.*

Le meilleur usage qu'on peut faire de ces sols est le pâturage. L'arachide serait possible, mais seulement après avoir redonné au sol de la matière organique par enfouissement d'engrais verts.

Famille du calcaire

SÉRIE DE L'ANALAMERA

a) Le massif calcaire de l'Analamera et les massifs contigus de l'Andrafiarena et Mafiloahabe sont couverts par une forêt de caractère tropophile net. Cette forêt est partiellement détruite sur le bord Nord des massifs. Lorsque la pente est assez forte le peu de sol qui existait est entraîné par l'érosion et la roche calcaire affleure à nu la plupart du temps. Par contre lorsque la forêt s'est bien maintenue, entre les dalles calcaires qui sont encore très fréquentes, on trouve des plaques de sol rouge dont les propriétés sont les suivantes.

b) *Morphologie.*

Le profil suivant a été noté dans la forêt de l'Analamera.

0- 20 cm, Brun foncé (F 54, — 7,5 YR 4/4) ; argileux ; très finement polyédrique en fragments de 0,2 à 0,3 cm, anguleux, nettement séparés les uns des autres ; la porosité est ordinaire ; la cohésion forte.

20- 80 cm, Rouge-jaune (E 44, — 5 YR 4/4) ; argileux ; fentes verticales ; de haut en bas, polyédrique en gros blocs se séparant en petits fragments anguleux à faces lisses, quelques petites concrétions noires ; porosité ordinaire ; cohésion forte.

à 80 cm, Passage brutal à la roche-mère.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.*

La réaction est neutre (7,0) en surface et faiblement acide en profondeur (6,4 à 6,8).

La granulométrie est caractérisée par des teneurs en argile assez fortes (39 à 47 %). Le limon est compris entre 20 et 35 %.

La matière organique est de 3,5 % en surface et décroît très vite avec la profondeur. La teneur en azote est de 2,2 ‰ en surface mais décroît plus lentement avec la profondeur : 1,1 ‰ à 50 cm et 0,88 ‰ près de la roche-mère.

Le rapport C/N qui est de 8,5 en surface est voisin de 4,2 en profondeur.

Le complexe absorbant est caractérisé par une capacité d'échange assez forte en surface comme en profondeur, 28 à 30 méq/100 g. Les teneurs en chaux échangeable sont fortes dans tout le profil. La magnésie est proche de 0,4 ‰. La potasse est comprise entre 0,1 et 0,2 ‰.

L'analyse au réactif triacide donne un rapport silice/alumine très voisin de 2.

de 0-10 cm	2,10
40-50 cm	1,99
50-70 cm	2,12

d) *Vocation.*

Ce sol doit être maintenu par le couvert forestier car l'érosion aurait vite fait de l'entraîner.

B. — *Sous-groupe des sols jaunes*

Famille des grès argileux

SÉRIE D'AMBODIMADIRO

a) *Localisation, végétation, drainage.*

Les sols de cette série se rencontrent dans la partie Ouest de la zone cartographiée près du village d'Ambodimadiro. La végétation est constituée de broussailles diverses où *Zyziphus jujuba* est assez abondant. Le drainage paraît normal.

b) *Morphologie.*

Voici le profil noté entre Ambodimadiro et Ambasanja.

0- 15 cm, Brun-jaune (D 72, — 10 YR 5/4) ; légèrement humifère ; limono-argileux.

15- 60 cm, Jaune-brun (D 66, — 10 YR 6/6) ; argilo-limoneux ; grossièrement polyédrique ; concrétions rondes ou contournées.

60-110 cm, Jaune-brun taché de rouge ; argilo-limoneux.

110 et dessus, Argile jaune claire faiblement tachetée de rouge.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.*

La réaction est nettement acide en surface comme en profondeur.

L'argile croît légèrement avec la profondeur tandis que le limon décroît.

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

Le complexe absorbant est moyennement pourvu en chaux et en potasse.

La capacité d'échange est de 25 méq/100 g en surface.

d) *Vocation.*

Ces sols sont encombrés en surface de blocs de basalte qui ont déboulé des collines environnantes. Ils sont utilisés en pâturages.

Famille du calcaire

SÉRIE D'ANDRAMAIMBO

a) *Localisation, végétation, drainage.*

Cette série comprend deux phases : la première qu'on peut qualifier de normale, la deuxième de rocheuse avec des blocs épars de calcaire et de basalte. Les sols de cette série prennent naissance sur des plateaux bien

drainés ou sur des pentes. La végétation est actuellement surtout la prairie de graminées.

b) *Morphologie.*

Profil noté au Nord de la plaine de Betsimiranja ; quelques *Zyziphus jujuba*, *Heteropogon contortus* et *Tephrosia purpurea*.

0- 15 cm, Brun foncé, argileux ; bien structuré ; plus polyédrique que nuciforme ; fragments de 0,5 à 2 m ; poreux ; cohésion moyenne à forte.

15-100 cm, Brun-jaune ; argileux ; blocs de 10-15 cm donnant fragments polyédriques ; petites concrétions noires non calcaires.

100-130 cm, Calcaire altéré tendre.

à 130 cm, Calcaire assez grossier dur.

Ces sols sont en tous points semblables à ceux qui y ont été décrits dans la notice de la feuille de Mitsinjo sous le nom de série d'Anaborengy (13).

La phase rocheuse se rencontre surtout dans l'isthme du Courrier où affleurent des dalles de calcaire et où les blocs de basalte provenant de cheminées assez nombreuses sont épars un peu partout. La végétation primitive subsiste, localement réduite à des îlots ; elle comprend : *Pachypodium*, *Adansonia*, *Aloe*, etc... avec une tendance xérophytique très nette. Celle-ci est remplacée par une prairie assez maigre de graminées. Le sol jaune décrit précédemment se rencontre entre les affleurements de calcaire dur qui sont abondants.

Famille des sables

SÉRIE D'AMBOVONAOMBY

a) *Localisation, végétation, drainage.*

Cette série se rencontre au Sud du Rodo, un peu au Nord du massif de l'Analamera. La végétation est une savane à *Poupartia caffra*, *Hyphaene shatan*, avec un tapis de graminées à base de *Heteropogon contortus*. La topographie est faiblement ondulante.

b) *Morphologie.*

Un profil noté au Sud d'Ambononaomby est le suivant :

0- 5 cm, Brun clair à brun-gris clair ; sablo (fin)-limoneux ; fondu, mais assez dur à creuser.

5- 80 et au-dessous, Jaune-rouge ; sablo (fin)-limoneux ; fondu, mais se brisant en fragments polyédriques ; porosité tubulaire (racines) ; quelques concrétions noires, dures.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.*

Cette série est assez semblable à celle de Bedory décrite dans la feuille de Mitsinjo-Majunga (13).

d) *Vocation.*

Les sols de cette série ne peuvent guère servir qu'à des pâturages extensifs.

III. — Les sols calcimorphes

Ce sous-ordre est bien représenté dans le Bobaomby, l'isthme du Courrier et au Sud du Cul de Sac Gallois.

SÉRIE DE BETSIMIRANJA

a) Localisation, végétation, drainage.

Les sols de cette série se rencontrent essentiellement dans la plaine de Betsimiranja (partie centrale du Bobaomby). Ils occupent généralement des points bas, au voisinage de petits ruisseaux. La végétation est une savane à *Zyziphus jujuba* avec un tapis dense d'*Heleropogon contortus*.

b) Morphologie.

Le profil est le suivant dans la plaine de Betsimiranja.

- 0- 10 cm, Brun-olive foncé (H 72, — 2,5 Y 4/2); argilo-limoneux; bien structuré en fragments nuciformes à tendance polyédrique assez marquée (du moins en saison sèche); poreux.
- 10-120 cm, Brun-gris foncé (F 61, — 2,5 Y 4/4 à E 61, — 5 Y 4/2); argilo-limoneux; fentes de retrait assez larges; structure polyédrique assez large; à partir de 70 cm concrétions calcaires, toutes les fentes sont tapissées de calcaire.
- 120-140 cm, Brun-jaune (E 63, — 10 YR 4/4); argileux; calcaire; passage assez rapide au calcaire miocène.

c) Caractéristiques physiques et chimiques.

La réaction est neutre en surface mais fortement alcaline en profondeur.

Granulométrie. — L'analyse mécanique met en évidence des teneurs assez élevées en argile et limon, les variations sont faibles dans le profil.

Matière organique. — Les teneurs en matière organique ne sont pas très élevées 3,5 % en surface, et décroissent assez lentement avec la profondeur. Les teneurs en azote ne sont pas très élevées (1,5 ‰ en surface). Le rapport C/N est assez fort 14.

Le complexe absorbant est caractérisé par des capacités d'échange de bases très élevées, des teneurs en magnésie échangeable forte, en potasse faible.

L'acide phosphorique assimilable est notable en surface.

	1-411	1-412	1-413	1-414
Profondeur en cm	0-35	35	80	130
Cap. Ech. méq/100 gr	76,4	72,3	73,0	61,4
MgO ‰	2,22	2,16	2,45	2,07
K ₂ O ‰	0,10	0,06	0,07	0,09
P ₂ O ₅ Ass. ‰	0,116	0,140	0,086	0,006

d) Vocation.

Ces sols passablement ravinés par l'érosion sont utilisés en pâturages.

Famille calcaire et basalte

SÉRIE TSIMARENIMAKIA

a) *Localisation, végétation, drainage.*

Cette série se rencontre sur le pourtour des régions basaltiques du Bobaomby. Des fragments de basalte ont été repris et cimentés par du calcaire, à partir de cette nouvelle roche-mère se développent des sols qui ont beaucoup de ressemblance avec les précédents.

b) *Morphologie.*

Profil n° 44 noté près de Tsimarenimakia (Bobaomby).

0- 30 cm, Brun-gris foncé (F 61, — 10 YR 4/2) ; argileux ; bien structuré ; nuciforme à polyédrique.

30- 70 cm, Brun-olive (F 74, — 10 YR 5/6) ; argileux avec quelques fragments de basalte répartis dans la masse ; quelques fentes de retrait à surface lisse ; tendance polyédrique ; quelques petites concrétions calcaires.

70-100 cm, Brun-olive clair (E 74, — 10 YR 5/4) ; argile compacte avec quelques concrétions calcaires.

à 100 cm, Boules de basalte cimentées par du calcaire.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.*

La réaction est acide en surface mais devient neutre à alcaline en profondeur.

L'analyse mécanique montre que les teneurs en argile sont voisines de 50 %, le limon est voisin de 20 %.

La matière organique est de 3,5 % en surface et diminue assez vite avec la profondeur. L'azote est 1,95 ‰ en surface mais décroît moins vite que le carbone avec la profondeur.

Le complexe absorbant est très riche en chaux et magnésie. Les teneurs en potasse échangeables sont assez élevées. La capacité d'échange est moins forte que dans le cas précédent : 50 méq/100 g.

d) *Vocation.*

Ces sols sont occupés par des pâturages extensifs.

LES SOLS BRUNS CALCAIRES

a) *Localisation, végétation, drainage.*

Dans le Bobaomby, surtout dans la partie Sud-Est (presqu'île de Tanifotsy), on rencontre des sols bruns dérivés de calcaire qui présentent beaucoup d'analogies, semble-t-il, avec les sols bruns calcaires des pays tempérés. Ils se rencontrent sur des ondulations assez faibles occupées par des boisements de *Zizyphus jujuba*, *Acacia farnesiana*, *Tamarindus indica*, etc...

b) *Morphologie.*

Voici quelques profils notés au Sud-Est de Morafeno.

0- 35 cm, Brun à brun foncé ; argilo-limoneux ; grumeleux à nuci-forme ; calcaire.

35- 60 cm, Brun clair à beige ; argileux assez compact ; calcaire.
au-dessus de 60 cm, Calcaire blanc à jaune pâle.

Dans la presqu'île du Cap Tanifotsy, on note :

0- 10 cm, Brun-olive foncé (H 72, — 10 YR 3/3) ; grumeleux ; calcaire.

10- 30 cm, Brun-gris (F 62, — 10 YR 4/4) ; assez compact ; calcaire
assez abondant surtout vers le bas de cet horizon.

30- 50 cm, Brun très pâle (C 62, — 10 YR 6/4) ; très riche en calcaire.
à 50 cm, Calcaire miocène.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.*

La réaction du sol est alcaline dans tout le profil ; le pH passe de 7,8 en surface à 8,7 près de la roche-mère.

La granulométrie est caractérisée par d'assez faibles teneurs en argile et limon.

La matière organique, voisine de 4 % en surface, décroît lentement avec la profondeur. L'azote est assez fort en surface et décroît lentement avec la profondeur.

	0-5	20-25	40-45
Matière organique %	4,52	2,11	0,66
Azote ‰	2,80	1,45	0,73
C/N	9,5	8,6	5,3

Le complexe absorbant est caractérisé par une capacité d'échange élevée 55,1 méq/100 g en surface ; 44,6 méq/100 g à 45 cm. Les teneurs en magnésie sont élevées ; la potasse échangeable est moyenne.

d) *Vocation.*

Ces sols sont actuellement occupés par des formations arborées. Il est probable que le déboisement aboutirait rapidement à l'érosion de ces sols.

LES RENDZINES

Signalons que dans des points isolés, on a pu noter des profils qu'on peut rapprocher de rendzines.

IV. — Les sols hydromorphes

a) *Localisation, végétation, drainage.*

Les régions où le drainage est nettement déficient sont assez rares sur cette feuille. Deux seulement ont été notées. La première au Sud de Morafeno

dans le Bobaomby, la deuxième près de Befotaka, près de l'Isthme qui conduit à l'Anorontany.

Les sols de ces deux plaines peuvent être rangés parmi les sols marécageux. En effet ils présentent en surface un horizon organique assez épais reposant sur une argile de teinte grise.

b) *Morphologie.*

1° Plaine de Morafeno sous graminées rases avec *Acacia farnesiana*.

0- 5 cm, Noir, argileux ; massif se séparant par fentes de retrait en gros blocs anguleux ; calcaire.

40 et au-dessous, Gris argileux plastique (humide).

2° Région de Befotaka (n° 1-21). Plaine occupée par *Zyziphus jujuba* et Acacias épineux.

0- 5 cm, Brun-gris foncé (E 61, — 2,5 Y 4/2) ; argileux ; tendance polyédrique, bien structuré.

5- 40 cm, Brun-gris foncé ; argileux ; massif, fentes verticales ; non calcaire.

40- 70 cm, Gris-brun ; argileux, quelques petites concrétions calcaires réparties dans la masse non calcaire.

70-100 cm, Gris-brun clair (D 81, — 2,5 Y 5/4) ; argileux très calcaire.

c) *Propriétés physiques et chimiques.*

Le profil 1-21 a été seul échantillonné.

Réaction. — La surface est légèrement acide (6,0) mais le pH augmente avec la profondeur (7,1 puis 8,4).

L'argile et le limon sont assez élevés en surface mais décroissent lentement avec la profondeur.

La matière organique atteint 4,2 % en surface, mais n'est plus que de 1,7 % à 50 cm. L'azote est de 2,45 ‰. En surface le rapport C/N est voisin de 10.

Les bases échangeables se font remarquer par de fortes teneurs en magnésie et potasse. La capacité d'échange est élevée, plus de 50 méq/100 g.

L'acide phosphorique assimilable est fort (0,2 à 0,4 ‰). Il est logique de penser que la montmorillonite est présente dans ces sols.

d) Ces sols seront valablement utilisés comme pâturages.

C. — LES SOLS FEU ÉVOLUÉS OU NON ÉVOLUÉS

I. — Les sols jeunes

Dans un certain nombre de région, où le volcanisme est récent (appareils volcaniques bien conservés, coulées encore peu altérées) les sols sont riches en blocs de roches d'aspect bulleux scoriacé ou cordé et peu profond ; lorsqu'ils

portent une végétation arborée, celle-ci est de type tropophile net, qui tranche avec les formations environnantes. Ces sols ne peuvent être considérés comme rajeunis par l'érosion mais comme présentant un degré d'évolution moindre que les précédents. On peut distinguer par ordre d'évolution croissante :

- les coulées de Bobakilandy pratiquement squelettiques ;
- les coulées d'Ambohiborindramanga et les coulées voisines : un peu de sol et beaucoup de cailloux ;
- la région du lac Ampatanambohitra où le sol est déjà assez profond mais où le rapport silice/alumine est nettement supérieur à celui des régions avoisinantes, montrant que ces sols ne sont pas encore en équilibre avec le climat ;

- les coulées de Bobakilandy s'étendent sur la face Ouest de la montagne d'Ambre. Elles prennent naissance à l'Est de la route d'Andranofanjava à Bobakilandy et forment plusieurs branches dont la principale s'étend jusqu'à Ampombiantambo. Une autre branche passe au Nord de Bemanevika et vient s'écouler dans la vallée d'Andranofanjava, une autre de ces coulées occupe la vallée de la Tsimalahy. Il n'y a pratiquement pas de sol à la surface de ces coulées qui prennent parfois l'aspect cordé. La végétation a un faciès xérophytique net ;

- sur la coulée de l'Ambohiborindramanga, il n'y a pratiquement que des pierres volcaniques entre lesquelles on peut trouver des faibles quantités de sol de couleur brun-noir assez bien structuré en fragments de 0,2 à 0,4 cm de tendance nuciforme où les racines sont très abondantes.

La matière organique bien humifiée est assez abondante : 8 % avec 5 % d'azote ; le complexe absorbant présente une capacité d'échange assez élevée 42 méq/100 g ; les teneurs en bases sont assez élevées, en potasse surtout 0,22 ‰, la chaux et la magnésie ne sont pas excessives (2,2 et 0,6 ‰).

- les coulées portant des sols plus évolués que celui de l'Ambohiborindramanga se rencontrent sur les faces Sud et Sud-Est de la montagne d'Ambre. Ces coulées sont-elles plus anciennes que les précédentes, ou la pluie mieux répartie favorise-t-elle davantage la formation des sols ? Toujours est-il que le sol, quoique très riche en pierres, a déjà une épaisseur notable. En particulier, il semble que l'accumulation de matière organique s'y produise assez rapidement.

Le profil suivant a été noté à proximité du lac Ampatanambohitra à 1.000 m d'altitude.

- 0- 20 cm, Brun à brun-gris foncé (F 61, — 10 YR 4/2) ; grumeleux ; limoneux, quelques fragments de roche.
- 20- 60 cm, Brun-olive (F 72, — 10 YR 4/3) ; nuciforme ; argileux ; morceaux de basalte assez nombreux.
- 60 et au-dessous, Jaunâtre, fragments de basalte nombreux.

Des profils semblables ont été notés sur les coulées de volcans récents tels l'Ambohimijadona.

Les propriétés physiques et chimiques sont les suivantes :

- une réaction acide nette ($\text{pH} = 5,4$) ;
- des teneurs en argile fortes au-dessous de l'horizon organique (40 à 50 %), en limon encore assez fortes (20 à 30 %) ;
- des teneurs en matière organique comprises entre 6 et 8% avec des teneurs en azote supérieures à 3,5 % ;

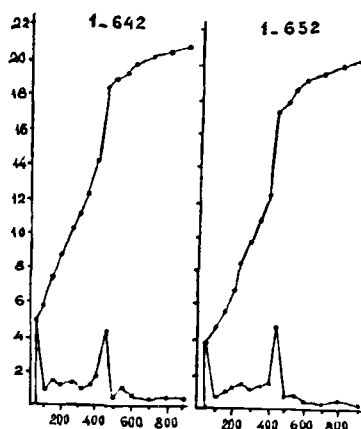


FIG. 12. — Courbes de perte en eau. Argiles extraites des profils 1-64 et 65 (série Ambohiborindramanga).

— un complexe absorbant caractérisé par une capacité d'échange forte en surface 47 méq/100 g, beaucoup plus faible en profondeur 25 méq/100 g ; des teneurs en bases échangeables assez fortes en surface 2 à 4 ‰ de chaux, 0,8 à 0,9 ‰ de magnésie ; seule la potasse est assez peu abondante 0,12 ‰. En profondeur les chiffres obtenus sont inférieurs de moitié environ ;

— les argiles présentent pour le rapport silice/alumine des valeurs très voisines de 2.

N°	Résidu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	H ₂ O ⁻	H ₂ O ⁺	S/A
2-642	0,1	29,6	25,1	23,2	1,9	5,9	14,7	2,00
2-652	0,1	30,1	24,9	24,8	2,6	4,6	14,0	2,05

Les courbes de perte en eau de ces argiles ne présentent pratiquement pas de départ d'eau à 250° ; à 450° au contraire le départ d'eau est très prononcé. Il n'y a donc pas d'hydroxydes mais de la kaolinite en fortes quantités (Fig. 12).

II. — Les sols d'apport

Les sols alluviaux peuvent se diviser en deux grands ensembles : ceux qui dérivent uniquement de matériaux basaltiques et ceux qui proviennent de matériaux calcaires.

ALLUVIONS D'ORIGINE BASALTIQUE

Les alluvions provenant de matériaux basaltiques peuvent se diviser à leur tour en alluvions caillouteuses, argileuses et sablo-limono-argileuses.

ALLUVIONS CAILLOUTEUSES

a) *Localisation, végétation, drainage.*

Certaines alluvions présentent en surface de gros blocs de basalte qui sont dus moins au cours torrentiel des rivières qu'à la proximité de coulées fraîches qui se sont épandues dans les vallées actuelles. Une région typique est la plaine de la Sahinana entre Ampombiantambo et Misorolava. Dans cette plaine aboutit la grande coulée récente de Bobakilandy, des blocs de lave basaltique ont été arrachés à cette coulée et se trouvent répartis un peu partout dans la plaine qui est activement cultivée en rizières de saison des pluies.

b) *Morphologie.*

Un profil noté dans la plaine d'Ampombiantambo est le suivant :

0- 15 cm, Brun foncé (H 61, — 10 YR 4/2) avec très faibles taches rouille suivant les racines ; argileux ; massif sans structure nette ; racines nombreuses.

15- 75 cm, Brun-jaune foncé (F 64, — 10 YR 5/3) ; argileux avec quelques cailloux de basalte ; plastique.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.*

La réaction est nettement acide en surface (pH 5,1) mais devient neutre en profondeur (pH 7,0).

La granulométrie est caractérisée par de très fortes teneurs en argile : 50 % en surface, 66 % en profondeur ; les teneurs en limon sont assez faibles : 10 % environ ; le sable fin l'emporte de beaucoup sur le sable grossier.

La matière organique atteint 5 % en surface tandis que l'azote est de 2,7 ‰. En profondeur les teneurs sont très faibles. Le rapport C/N est de 11 en surface.

La capacité d'échange est élevée : 47 méq/100 g en surface, 46 en profondeur. Les teneurs en bases échangeables sont élevées en chaux (3 à 4 ‰) et surtout en magnésie (2,1 à 2,2 ‰). La potasse échangeable est de 0,1 ‰.

Les réserves en chaux sont faibles (presque toute la chaux est à l'état échangeable) ; la potasse totale est de 0,5 ‰ ; l'acide phosphorique total est très élevé : 4,4 à 4,9 ‰.

d) *Vocation.*

Ces sols présentent un degré de fertilité élevée. La multitude des roches empêchera, à moins d'un épierrage poussé, la modernisation de la riziculture. Ces sols pourraient fournir de bons pâturages en raison de l'abondance de l'eau.

ALLUVIONS ARGILO-LIMONEUSES

a) *Localisation, végétation et drainage.*

Ces alluvions ont été rencontrées dans certaines vallées comme celle de la Mahagaga. Elles occupent des zones planes à très planes et sont cultivées en rizières pendant la saison des pluies et servent de pâturage en saison sèche.

b) *Morphologie.*

Dans les alluvions de Mahagaga, on note sous rizières envahies d'*Eriochloa* sp. et *Ambrosia maritima* (1-47).

0- 20 cm, Brun-jaune foncé (F 64, — 10 YR 4/4) ; argilo-limoneux ; dur se défaisant en fragments polyédriques.

20- 60 cm, Brun (E 54, — 7,5 YR 4/4) ; argilo-limoneux ; frais sans structure nette.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.*

La réaction est nettement acide (5,8 à 6,0).

Les teneurs en argile dépassent 40 % tandis que le limon est voisin de 25 %. Le sable fin est compris entre 20 et 30 %. Il n'y a pratiquement pas de sable grossier.

La matière organique est proche de 5 % et l'azote de 2,5 ‰ en surface.

Le complexe absorbant est caractérisé par une capacité d'échange de l'ordre de 25 méq/100 g en surface, légèrement plus faible à 50 cm (22 méq/100 g). Les teneurs en bases échangeables sont assez faibles : près de 1 ‰ de chaux, 0,2 ‰ de magnésie, moins de 0,06 ‰ de potasse.

Les réserves en éléments fertilisants ne sont pas très élevées : 2 à 3 ‰ de chaux, 0,2 à 0,4 de potasse, 1 ‰ d'acide phosphorique.

d) *Vocation.*

Ces sols d'un niveau de fertilité moins élevé que les précédents conviennent bien à la riziculture.

ALLUVIONS SABLO-LIMONO-ARGILEUSES

a) *Localisation, végétation, drainage.*

Un certain nombre de rivières déposent des alluvions plus sableuses que les précédentes. C'est le cas de celles de l'Andranofanjava, de la Sandrapianana, etc... Une mention spéciale doit être faite pour les alluvions du Rodo qui constituent un ensemble de 2.000 ha près de l'embouchure du fleuve. Les alluvions de ces rivières sont cultivées en rizières ; seules

celles du Rodo portent une végétation arbustive où l'on note *Tamarindus indica*, *Ficus cocculifolia* var. *sakalavarum*, *Pluchea grevei*, etc.

b) *Morphologie.*

Dans la vallée de l'Andranofanjava (1-33), on note un profil homogène sur plus de 50 cm. Le sol est brun à brun foncé ; limono-sableux fin ; grumeleux. A plus de 50 cm, la texture devient plus sableuse.

Dans la vallée de Rodo (1-61), on note également un profil sans grandes variations sur plus de 60 cm. Le sol est brun ; limono-sableux fin ; à tendance polyédrique ; la cohésion est moyenne à forte.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.*

La réaction est moyennement acide pour les alluvions de l'Andranofanjava, neutres pour celles du Rodo.

La granulométrie est sensiblement la même pour les alluvions des deux rivières. L'argile est comprise entre 16 et 22 %, le limon entre 20 et 30 % ; le sable fin entre 40 et 50 %. Le sable grossier est toujours faible (moins de 7 %).

La matière organique est comprise entre 2 et 5 %, l'azote entre 1,7 et 3 ‰. La diminution avec la profondeur est lente.

Le complexe absorbant est caractérisé par une capacité d'échange voisine de 30 méq/100 g. Les bases échangeables sont assez élevées ainsi que le montre le tableau -ci-dessous.

Les réserves nutritives sont élevées surtout dans les alluvions du Rodo.

	<i>Andranofanjava</i>	<i>Rodo</i>
BASES ÉCHANGEABLES		
CaO ‰	2,96	4,72
MgO ‰	1,14	1,17
K ₂ O ‰	0,21	0,47
RÉSERVES NUTRITIVES		
CaO ‰	5,70	9,55
K ₂ O ‰	0,64	1,92
P ₂ O ₅ ‰	3,77	3,70

d) *Vocation.*

Ces alluvions sont caractérisées par un niveau de fertilité élevé. Ces sols se prêteraient à des cultures variées : riz (avec irrigation), coton dans la vallée du Rodo.

ALLUVIONS D'ORIGINE BASALTIQUE ET CALCAIRE

a) *Localisation, végétation, drainage.*

Un certain nombre de rivières traversent, outre des régions basaltiques, des régions marneuses ou calcaires et les alluvions qu'elles déposent se chargent plus ou moins en calcaire. C'est le cas en particulier de la basse Besokatra, de la rivière des Makis, de l'Ambararata. Ces alluvions sont cultivées

en rizières pendant la saison des pluies ou bien en bananiers et légumes divers.

b) *Morphologie.*

Dans la vallée de l'Ambararata, sous cultures d'oignons, patates, haricots, arachides, etc... on note :

0- 10 cm, Brun foncé ; sablo-limono-argileux ; grumeleux.

10- 60 cm, Brun sablo-limono-argileux ; structure peu nette par suite de l'humidité.

Dans la plaine d'Anamakia, le calcaire est très abondant dans la partie Est de la plaine où débouche un petit ruisseau qui n'a traversé que des zones marneuses. Au centre de la plaine on trouve du calcaire en moins grande quantité : 4 à 6 %. Dans la plaine de la Basse Besokatra près du village d'Antanivelatra, les alluvions sont brun foncé et renferment du calcaire.

c) *Caractéristiques physiques et chimiques.*

La réaction est neutre ou légèrement alcaline.

La granulométrie est assez variable mais l'argile et le limon sont assez élevés : 20 à 40 % pour chaque.

La matière organique est de 2 à 3 %, l'azote de l'ordre de 1,7 ‰. Les teneurs en bases échangeables sont élevées en magnésie (1,5 ‰) et potasse (0,3 ‰).

d) *Vocation.*

Ces sols sont aptes à porter des cultures variées : légumes si l'abri contre le vent est assuré, riz avec irrigation.

ALLUVIONS D'ORIGINE SURTOUT CALCAIRE

La région où les alluvions sont surtout calcaires est le Nord et l'Est de la montagne des Français avec les vallées de la Betaitra et de la Mangatangana. La végétation est soit une prairie rase avec quelques *Cryptostegia madagascariensis*, soit des broussailles à *Zizyphus jujuba*, *Cryptostegia madagascariensis*, *Poupartia caffra*, etc...

Dans la vallée de la Betaitra, on note :

0- 40 cm, Noir ; grumeleux ; calcaire.

40- 80 cm, Jaune très clair ; limono-sableux fin ; calcaire compact avec quelques fentes verticales.

Dans la vallée de la Mangatangana, les alluvions sont très hétérogènes avec des alternances de couches de limon et sable calcaire.

Sur ces alluvions difficilement irrigables dans leur entier, on pourrait installer des cocoteraies.

Les sols de mangrove avoisinent les embouchures de presque toutes les rivières que ce soit sur la côte Est ou Ouest. La mangrove est particulièrement étendue au Sud de la baie de Rigny. De nombreuses zones ont

été également notées dans la baie de Diégo-Suarez en bordure du Cul de Sac Gallois.

Les sols d'origine dunaire se rencontrent uniquement sur la côte Est et sont chassés vers l'intérieur par l'alizé. En bordure de la mer l'on a des dunes dont les unes sont mobiles, les autres fixes. Dans certains endroits, entre la rivière Sahareny et le Rodo, il s'est formé un horizon humifère net :

0- 30 cm, Gris-noir sableux.

30-125 cm, Sable blanc particulaire.

On trouve encore des sols de ce genre en bordure de la route de Diégo-Suarez à Orangea.

III. — Les sols d'ablation

Les sols d'ablation sont essentiellement le résultat de l'érosion qui met la roche pratiquement à nu pour donner des sols squelettiques. Ces sols squelettiques existent sur basalte : presqu'îles de l'Anorontany et du Bobaomby ; sur calcaire : presqu'île du Bobaomby, Montagne des Français. Il a été distingué sur la carte des zones de pentes sur lesquelles sont épars des rochers calcaires et basaltiques.

LA MISE EN VALEUR

GÉNÉRALITÉS

L'ensemble du district de Diégo-Suarez est caractérisé par :

— *un climat* aux variations importantes entre le sommet de la montagne d'Ambre et le pourtour. Il est frais et très pluvieux toute l'année au centre, chaud et sec à la périphérie. Un vent assez fort et régulier souffle une grande partie de l'année sur le versant Est.

— *une topographie* assez régulière dans l'ensemble, mais assez tourmentée dans le détail. La pente moyenne est de 5 % mais elle est plus élevée au centre et moindre à la base du massif d'Ambre. Par ailleurs, les régions sédimentaires du Nord et de l'Est, le Bobaomby présentent un relief assez irrégulier. L'érosion pluviale et éolienne a des effets marqués.

— *des sols variés* dérivant surtout de basalte rocheux ou de cendres. Ces sols sont latéritiques (présence d'alumine libre) au sommet et sur les moyennes pentes par suite d'une forte pluviométrie ; ferrugineux tropicaux ou faiblement latéritiques sur la périphérie Est. Leur couleur est brune, rouge ou jaune. Les sols forestiers sont seuls riches en éléments fertilisants, mais l'ensemble présente une bonne structure et se travaille bien. Les profondeurs varient de un à plusieurs mètres. Les roches sont fréquentes dans les profils. A l'heure actuelle, tous les sols non forestés sont soumis à l'érosion.

— *une population* assez nombreuse comprenant : des Européens et Réu-

nionnais résidant à Diégo-Suarez ou sur les pentes de la montagne d'Ambre (Joffreville, Antsalaka) qui s'adonnent au commerce, à l'industrie, à l'agriculture ou sont exploitants forestiers ; de nombreux militaires (armée et marine) sont répartis entre Diégo-Suarez, Sakaramy et Joffreville ; des Chinois et Hindous avant tout commerçants mais également industriels ; des Malgaches qui appartiennent aux Sakalava-Antankarana, Antaimoro et Antandroy. Ils s'adonnent à l'agriculture (riz, maïs, arachides) et à l'élevage.

L'infrastructure est favorisée par l'existence de la rade de Diégo-Suarez. Le port comprend un poste à quai pour les navires marchands. Les routes sont actuellement en voie d'amélioration, en particulier l'axe de Diégo-Suarez-Ambanja par Ambilobe, partiellement goudronné, qui contourne le massif d'Ambre par l'Est. De nombreuses pistes latérales joignent cet axe à Irodo, Sankazo, Ambavahibe et Antsalaka. La piste circulaire de l'Ouest est encore difficilement praticable.

UTILISATION DES SOLS DANS LE DISTRICT DE DIÉGO-SUAZ

Les sols de la zone étudiée servent un peu à l'agriculture et beaucoup à l'élevage. Une zone importante supporte la forêt qui occupe le centre de la feuille et s'étale de façon irrégulière vers la périphérie.

Les forêts, qui totalisent environ 45.000 ha, donnent lieu à quelques exploitations (environ 33 exploitants forestiers pour près de 2.000 ha). Un peu de bois d'ébénisterie est produit ainsi que du bois d'œuvre et du bois de chauffage pour Diégo-Suarez. Le service des Eaux et Forêts a installé deux périmètres de reboisement, l'un à Sakaramy, l'autre à Ambahivahibe. Ils intéressent au total 1.730 ha.

Le district de Diégo-Suarez (dont la superficie est légèrement supérieure à la zone cartographiée) compte au total 96.000 bovidés et près de 4.000 chèvres. Le Bobaomby compte à lui seul entre 15 et 20.000 bœufs. La société Rochefortaise fait stationner son bétail près de l'usine d'Antongombato et dans le Bobaomby (presqu'île de Vohilava). Le service vétérinaire possédait deux centres : l'un à Andranomanitra ; l'autre à « Normandie » au Nord-Ouest d'Anivorano. Ces deux centres sont, l'un totalement abandonné, l'autre en sommeil faute de crédits.

L'agriculture intéresse environ 15.000 ha et porte sur les principaux produits suivants : riz, arachides, maïs, manioc, légumes divers, un peu de café. Le service de l'agriculture possède une ferme expérimentale à Ambavahibe. Cette ferme n'a qu'une activité très réduite faute de crédits.

Le riz est cultivé soit pendant la saison des pluies dans les plaines, soit pendant la saison sèche sur différents terrains dont la pente est parfois assez forte.

Les planteurs canalisent l'eau sur des longueurs parfois considérables et montrent beaucoup d'ingéniosité pour la faire circuler jusqu'à leurs rizières. Peu de travaux définitifs ont jusqu'à présent été effectués.

Les sols utilisés sont les alluvions des rivières, en particulier près des embouchures. Les sols rouges ou bruns sont également plantés en riz sur certaines pentes ; même des zones fortement caillouteuses sont mises en culture. Les vallées de la Sandrapiana, de l'Andranofanjava, de la Sahinana, d'Anamakia, de la Besokatra sont parmi les régions les plus cultivées.

La récolte unique est de règle. Les surfaces cultivées en riz pendant la saison des pluies sont la'ssées aux bœufs en saison sèche.

L'*arachide* est plantée sur environ 500 ha. Cette légumineuse produit des graines traitées dans les huileries de Diégo-Suarez. Les quantités d'arachides produites sont très variables d'une année à l'autre par suite d'un manque de stabilité des cours. Les surfaces plantées sont généralement assez faibles et sont surtout effectuées sur les sols brun-jaune de la périphérie de la montagne d'Ambre entre 0 et 400 m. On peut trouver des champs d'arachides à des altitudes beaucoup plus fortes. En général, le planteur a peu de souci de la pente et par conséquent de l'érosion.

Le *maïs* est planté sur environ 2.000 ha à proximité des villages sur des sols variés. Il est consommé sur place ou commercialisé à Diégo-Suarez. Son prix assez bas, 7 frs le kg, fait qu'il n'est guère cultivé au-delà des besoins locaux.

Le *manioc* est planté sur 500 ha environ avec une production de 1.500 t soit 3 t/ha. Il est également consommé sur place.

Les *légumes* sont cultivés surtout sur le versant Est de la montagne d'Ambre aux environs de la localité d'Antsalaka (pommes de terre, haricots, etc...) et sont commercialisés à Diégo-Suarez.

Le *sisal* qui était cultivé par plusieurs domaines (en particulier ceux de Betamotamo et Amparihy) est maintenant complètement abandonné.

Un effort est fait actuellement par les services de l'agriculture pour développer la plantation du caféier.

Jusqu'à présent ce qui caractérise l'agriculture de la région étudiée est la pauvreté des produits. Le riz étant chroniquement déficitaire à Diégo-Suarez, c'est encore lui qui donne lieu aux cultures les plus rentables. Aussi en plante-t-on un peu partout, même sur des pentes assez fortes sur des sols dont la vocation n'est absolument pas rizicole.

D'autre part, le manque de grandes surfaces empêche, la plupart du temps, de faire de grosses productions. De plus les cultures, souvent itinérantes dégradent fortement le sol par suite des pentes.

C'est pourquoi, il semble nécessaire d'orienter l'agriculture vers des cultures plus riches, de lutter contre l'érosion et d'améliorer la rentabilité des cultures dites pauvres par des augmentations substantielles de rendement. Ceci ne peut être obtenu que par une association étroite de l'agriculture et de l'élevage.

POSSIBILITÉS DE MISE EN VALEUR

La mise en valeur du District de Diégo-Suarez est commandée par l'existence : d'une population européenne et malgache qu'il faut nourrir et autant que possible enrichir ; d'une base navale dont l'importance stratégique est considérable ; d'industries alimentaires diverses qui cherchent à s'approvisionner sur place ; d'un gros centre agricole et industriel en voie d'expansion dans le district voisin d'Ambilobe.

Cette mise en valeur intéresse les forêts, l'élevage et l'agriculture.

Forêts.

Les forêts qui couronnent la montagne d'Ambre ont un double rôle protecteur et régulateur. Elles protègent les hauts-sommets à pentes fortes ou très fortes contre l'érosion qui menace tous les sols malgaches. Elles régularisent le climat et ont une influence directe sur le débit des cours d'eau, or le problème de l'eau est un des plus importants de la région. La délimitation du domaine forestier et sa protection efficace sont indispensables. Les feux de lisière le menacent encore trop souvent.

Élevage.

La recherche incessante de pâturages nouveaux est à l'origine de la déforestation généralisée à Madagascar, sans que, pour autant, les terrains occupés secondairement par la prairie acquièrent une vocation pastorale. Ceci est également vrai pour la montagne d'Ambre où les forêts sont rongées par les feux et où les troupeaux montent de plus en plus haut à la recherche d'herbe fraîche. Dans la partie Sud du massif en particulier le remplacement de la forêt par la prairie s'effectue à plus de mille mètres d'altitude.

Cependant le développement et le maintien en bon état du cheptel malgache ne pourra toujours s'effectuer par le moyen traditionnel du feu. Aussi les pouvoirs publics s'efforcent-ils d'améliorer les conditions de l'élevage dans le Nord de l'île. La presqu'île du Bobaomby a particulièrement retenu l'attention des services vétérinaires. Proche de Diégo-Suarez, cette presqu'île abrite près de vingt mille bœufs parmi lesquels on trouve de fort belles bêtes même en fin de saison sèche. Le premier problème qui s'y pose est celui des points d'eau. En effet la plupart des ruisseaux sont taris en saison sèche et le bétail souffre certainement de la soif pendant cette période. Le problème du pâturage est toutefois moins aisé à résoudre. Le tapis de graminées se compose essentiellement d'*Heteropogon contortus* et de *Themeda quadrivalvis*. Les conditions du sol ne sont guère favorables. La topographie est très tourmentée dans l'ensemble de la presqu'île en dehors des dépressions de Betsimiranja et de Morafeno. Le sol est très peu épais, surtout sur basalte et très souvent encombré de blocs de rochers. A l'exception de petites plaines très limitées, il est pratiquement impossible d'utiliser un engin mécanique quelconque.

Par contre, sur certains plateaux de la périphérie de la montagne d'Ambre,

on peut trouver des zones peu accidentées, où les roches ne sont pas trop abondantes et où l'utilisation d'engins de fauche doit être possible. En particulier ceux situés à l'Ouest de la route d'Ambilobe entre Saharaina et Antanamitara. De même la presqu'île d'Ampondrahazo, la plaine à l'Est d'Andrafiabe, le plateau compris entre le Rodo et la Betsiaka ; vers l'Ouest le plateau qui s'étend de Manirenjy à Fandriana, celui qui s'étend d'Andranofanjava à Matsaborimaika, etc. Dans tous ces secteurs, une reconnaissance rapide permettrait de délimiter des zones peu riches en blocs de basaltes superficiels ou nécessitant un épierrage modéré où l'utilisation de faucheuses et autres appareils ne présenterait pas de difficultés analogues à celles qui ne manqueraient pas de se produire dans le Bobaomby. De plus dans ces régions, il serait plus facile d'introduire et de surveiller le développement de plantes fourragères nouvelles et la proximité de zones agricoles faciliterait l'utilisation du fumier que le bétail serait à même de produire.

Enfin, signalons différentes plaines alluviales de l'Est et de l'Ouest où une seule récolte de riz est effectuée pendant la saison des pluies. Pendant la saison sèche, le terrain est occupé par les bœufs qui trouvent à brouter une herbe assez rase quoique meilleure que celle des collines et plateaux environnants. En même temps, les canaux et les rivières coulent encore et dans certains endroits, avec abondance. Dans ces zones on pourrait concevoir de semer une plante fourragère telle le trèfle ladino qui permettrait pendant l'intersaison de fournir un sérieux appoint de nourriture au bétail.

Agriculture.

Le développement de l'agriculture doit être orienté de façon à normaliser la riziculture plutôt que d'augmenter les surfaces cultivées, développer les cultures vivrières diverses ainsi que celles destinées à l'exportation.

Les sols dérivés de roches volcaniques jouissent souvent d'un préjugé favorable, mais il est bon de prévoir le maintien de leur fertilité initiale soit par apport d'engrais minéraux potassiques et phosphatés soit par enfouissement d'engrais verts et de fumier.

La répartition, l'utilisation rationnelle de l'eau doit faire l'objet d'une étude très poussée car elle fait défaut ou est peu utilisée pendant la saison sèche.

Pour lutter efficacement contre l'érosion, tant pluviale qu'éolienne, il serait bon d'envisager d'effectuer les cultures suivant les lignes de niveau, de prévoir des bandes enherbées, des rideaux d'arbres fréquents. Toutes les pentes fortes, où les roches sont presque toujours abondantes, devraient être reboisées.

1° *Riziculture.* — La production du riz dans le district de Diégo-Suarez est insuffisante par suite de la faible étendue des terrains plats facilement irrigables ; une seule récolte de riz est effectuée par an. Tandis que l'on s'efforce de cultiver des terrains en pentes, la plaine du Rodo où existent

près de l'embouchure environ 2.000 ha de sols plats est inutilisée faute d'aménagements hydrauliques. Il serait logique de chercher à développer la culture du riz dans les plaines où il est possible de récupérer des surfaces favorables et d'y encourager la culture du vary jeby. L'augmentation des rendements pourra être obtenue par l'amélioration de la distribution de l'eau (installation de petits barrages à l'amont des plaines, de canaux fixes, etc.), par la fertilisation des rizières. Toutefois, il paraît bon de ne pas perdre de vue que la région voisine d'Ambilobe, où existent de vastes plaines irrigables, va devenir, dans un avenir assez proche, un centre rizicole important dont l'excédent de production pourra être commercialisé à Diégo-Suarez.

2° *Légumes, Fruits, etc...* — Aux légumes, pommes de terre, arbres fruitiers européens doit convenir la zone de moyenne altitude qui s'étend d'Antsalaka à Joffreville, dont le climat est doux et pluvieux.

Les arbres fruitiers tels que orangers, mandariniers, manguiers, etc. doivent bien pousser à faible altitude autour des villages de préférence. Toutefois, les bords de plaines, les pentes, même caillouteuses, sont également des endroits favorables.

Tous ces légumes et fruits doivent pouvoir se vendre soit à Diégo-Suarez soit à la Sosumav.

3° *Les cultures d'exportation.* — Ces cultures doivent remplir un double but : maintenir le sol et fournir des produits commercialisables. Un certain nombre de plantes doivent pouvoir répondre à ces nécessités. On peut s'adresser à des plantes arbustives ou annuelles suivant les endroits.

Arbres et arbustes. — Le théier devrait pouvoir s'acclimater en lisière de la forêt entre 600 et 800 m d'altitude et permettrait de réoccuper les sols à fortes pentes déjà partiellement dégradés. Cependant, l'habitant n'est pas habitué à cette plante et il faut prévoir une certaine période d'adaptation.

Le caféier *arabica* demande de la fraîcheur, des pluies fréquentes et d'être à l'abri du vent. La zone où il peut être planté correspond en gros à celle du théier.

Le caféier *robusta* demande chaleur, humidité et abri du vent. Il doit être planté à basse altitude mais dans les zones disposant d'un peu d'eau pendant la saison sèche, c'est-à-dire au bas des pentes, ou à faible distance des cours d'eau. La région Ouest peut être considérée comme assez favorable (zone de Bemanevika, Bobakilandy, etc...). Elle jouit d'un climat où les pluies fines de saison sèche se produisent assez souvent.

Le poivrier peut également se concevoir en association avec le caféier comme cela se pratique dans le reste de la région Nord-Oest.

L'ensemble des versants de la montagne d'Ambre présente une période assez sèche pendant les mois de juin, juillet et août (110 mm en 34 jours). Il est possible que cette période de sécheresse puisse être préjudiciable à la bonne végétation des caféiers. Leur extension ne sera possible que grâce

à un appoint d'eau que pourrait fournir la multitude de ruisselets qui sont utilisés en saison sèche à irriguer les rizières de pente.

Toutes ces plantes intéressent surtout les régions à pente moyenne ou assez forte des versants de la montagne d'Ambre en particulier le versant Est.

Les plateaux périphériques jouissent d'un climat nettement différent : des températures beaucoup plus élevées, une saison sèche prolongée et des pluies voisines de 1 à 1,4 m tombant pendant quatre mois seulement. Les sols brun-jaune sont beaucoup moins riches en matière organique et subissent une érosion en nappe assez importante. Ils portent des cultures différentes des zones d'altitude. C'est là que sont particulièrement développées les cultures de maïs et d'arachides. Ces cultures sont effectuées dans des pièces de taille variable sans tenir compte de la pente ; elles sont à l'origine de la dégradation des sols qui, au départ, présentent de fortes teneurs en matière organique et éléments fertilisants.

Entre Joffreville et Sakaramy, des cultures d'arachides ont été installées sur un défrichement de forêt, sur des pentes supérieures à 15 %. L'horizon humifère a été partiellement enlevé par l'érosion. Voici quelques résultats analytiques correspondant à trois échantillons prélevés : 1° sous forêt ; 2° sous culture d'arachide où l'horizon humifère est encore visible ; 3° sous culture d'arachide où l'horizon humifère a pratiquement disparu. Ces trois échantillons ont été prélevés dans un rayon de 50 mètres environ.

	1	2	3
Mat. org. %	9,99	3,08	1,48
Azote ‰	6,43	2,95	1,36
CaO ‰	9,36	1,59	1,05
P ₂ O ₅ ass. ‰	0,20	0,03	0,01
pH.	6,6	6,0	5,9

Ces résultats montrent d'une manière frappante les effets de l'érosion sous une culture effectuée sur une pente trop forte. Ce qui est vrai pour l'arachide l'est également pour toutes les cultures sèches. Si le choix de la plante à cultiver a une grande importance, la conservation du sol en a une plus grande encore. La mise en valeur de la montagne d'Ambre ne pourra se faire qu'en prenant des mesures antiérosives appropriées — labours suivant les lignes de niveau, alternance de bandes cultivées et enherbées, bandes arborées fréquentes, etc... Chaque région devra faire l'objet d'une étude détaillée qui permettra d'indiquer les mesures précises à prendre dans chaque cas.

CONCLUSIONS

La prospection de reconnaissance des sols de l'extrême Nord de Madagascar a porté sur environ 4.000 km². Elle a permis de mettre en évidence l'existence de :

— sols latéritiques dérivés essentiellement de basaltes et de cendres volcaniques basiques occupant l'essentiel de la Montagne d'Ambre. On peut les diviser en deux groupes : sols latéritiques typiques et sols latéritiques humifères ; ces derniers correspondent à une pluviométrie supérieure à 1,2 m ;

— sols ferrugineux tropicaux dérivés de basaltes, grès, sables calcaires formés sous un climat plus chaud et plus sec que pour les précédents ;

— sols calcimorphes dérivés de calcaires plus ou moins purs ou d'un mélange calcaire et basalte. Ces sols sont des sols brun sur jaune à concrétions, « bruns calcaires », ou des rendzines ;

— sols hydromorphes très peu étendus qu'on peut ranger dans les sols marécageux ;

— sols jeunes dérivés de basaltes récents ;

— sols alluviaux au débouché en plaine de la plupart des rivières issues de la Montagne d'Ambre ;

— sols d'origine dunaire plus ou moins évolués ;

Les forêts occupent environ 15.000 ha ; 96.000 bœufs et 4.000 chèvres paissent sur environ 3.400 km² ; 15.000 ha sont mis en culture (riz, arachides, maïs, légumes, etc...).

La mise en valeur de la région doit, semble-t-il, porter de préférence sur le massif d'Ambre.

La protection de la forêt qui commande le régime des eaux de presque toutes les rivières doit être assurée.

Les sols ne peuvent être valablement utilisés, même sur des pentes faibles, qu'en prenant des mesures efficaces contre l'érosion due aux pluies et aux vents. Cette érosion est à l'origine de la dégradation généralisée des sols dont beaucoup sont riches à l'origine, mais perdent très vite à la fois matière organique et éléments fertilisants.

Les principales cultures qu'on pourrait développer sont, suivant l'altitude : théier et caféier, légumes variés, arbres fruitiers, arachides, coton, etc... Le riz devrait se cantonner dans les plaines proches de la mer.

L'amélioration de l'élevage pourrait être tenté sur certains plateaux périphériques où les conditions de sol sont assez favorables.

Une association étroite de toutes les activités : agricoles, pastorales et forestières devrait être assurée pour réaliser ces objectifs essentiels qui sont le maintien du sol en place et le relèvement de son niveau de fertilité. La prospérité du district de Diégo-Suarez est à ce prix.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) BESAIKIE (H.), 1952. — Le Bassin de Majunga. — *Trav. Bur. Géol. Serv. Mines Madag.*, n° 38, Tananarive.
- (2) CASSEVILLE (H.), 1947. — Diégo-Suarez point d'appui de la flotte et base d'Empire in Madagascar, La Réunion. Encyclopédie coloniale et Maritime, Paris, 2, 153-156.

- (3) COLLIGNON (M.), 1931. — Les Faunes sénoniennes du Nord et de l'Ouest de Madagascar. — *Ann. Géol. Serv. Mines*, fasc. 1.
 - (4) DECARY (R.), 1922-3. — Les dernières éruptions du Massif d'Ambre. — *Bull. Acad. Malg.*, 6, 67-68.
 - (5) — — — Notes géologiques sur la région de Diégo-Suarez. — *Bull. Acad. Malg.*, 6, 43-65.
 - (6) — — — 1918-9. — La Morphogénie de la Baie de Diégo-Suarez. — *Bull. Acad. Malg.*, 4, 197.
 - (7) LANDAIS (A.), 1909. — Le Massif d'Ambre. — *La Géographie*, XIX, 227-275.
 - (8) LEMOINE (P.), 1906. — Études géologiques dans le Nord de Madagascar. Contribution à l'étude géologique de l'Océan Indien. — Imp. Lebigot, Lille.
 - (9) POISSON (H.), 1916-7. — Principaux faciès biologiques de Diégo-Suarez. — *Bull. Acad. Malg.*, 3, 227.
 - (10) SAINT-OURS (J. de), 1952. — Étude géologique des feuilles Andranofanjava-Diégo-Suarez. — *Trav. Bur. Géol. Serv. Mines Madag.*, n° 37, Tananarive.
 - (11) SÉGALEN (P.), 1951. — Étude des sols de la station des quinquinas (Montagne d'Ambre). — *Mém. Inst. sci. Madag.*, D, III-1, 165-179.
 - (12) — — — 1955. — Notice de la carte pédologique de reconnaissance Mitsinjo-Majunga. — *Mém. Inst. sci. Madag.*, D, VII, 97-160.
 - (13) TERCINIER (G.), 1952. — Prospection pédologique de la région de Diégo-Suarez-Ambavahibe. — *Mém. Inst. sci. Madag.*, D, IV-1, 37-70.
-

CARTE PEDOLOGIQUE DE RECONNAISSANCE AU 1/200.000

FEUILLE N° 1

DIEGO-SUAIREZ

LEVERS DE P. SEGALEN et G. TERCINIER

1953-1954

LEGENDE

SOLS EVOLUES

SOLS LATERITIQUES

Sols lateritiques typiques

Sols brun-jaune

Sols rouges

Sols lateritiques humifères

Sols ferrugineux tropicaux

Sols rouges

Sols jaunes

Sols bruns sur jeune

Sols bruns calcaires

Rendzine

SOLS HYDROMORPHES

Sols marécageux

SOLS PEU OU PAS EVOLUES

SOLS JEUNES

Sols sur mer

Sols sur basalte

Sols d'apport

Sols alluviaux

Sols d'origine dunaire

Sols d'ablation

Phases

Sols de mangrove

Sols d'origine dunaire

Sols d'ablation

Phases

Sols de mangrove

Sols d'origine dunaire

Sols d'ablation

Phases

Sols de mangrove

Sols d'origine dunaire

Sols d'ablation

Phases

Sols de mangrove

Sols d'origine dunaire

Sols d'ablation

Phases

Sols de mangrove

Sols d'origine dunaire

Sols d'ablation

Phases

Sols de mangrove

Sols d'origine dunaire

Sols d'ablation

Phases

Sols de mangrove

Sols d'origine dunaire

Sols d'ablation

Phases

Sols de mangrove

Sols d'origine dunaire

Sols d'ablation

Phases

Sols de mangrove

Sols d'origine dunaire

Sols d'ablation

Phases

Sols de mangrove

Sols d'origine dunaire

Sols d'ablation

Phases

Sols de mangrove

Sols d'origine dunaire

Sols d'ablation

Phases

Sols de mangrove

Sols d'origine dunaire

Sols d'ablation

Phases

SIGNES CONVENTIONNELS

— Chef lieu de Circonscription

— Chef lieu de Poste Administratif

— d' Canton

— Village important

— Village

— Route d'intérêt général

— Route saisonnière

— Piste jeepable

— Piste

— Rivière

— Lac

— Escarpement

— Cratère

— Cratère

— Cratère

— Cratère

— Cratère

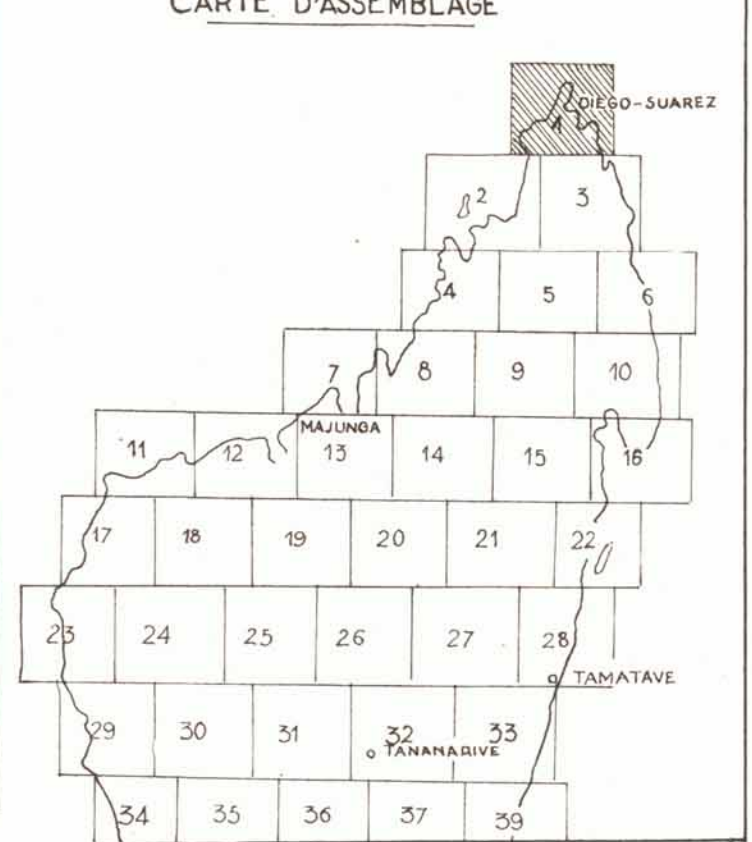
— Cratère

— Cratère

— Cratère

— Cratère

CARTE D'ASSEMBLAGE



02260

Dessiné par P. Raolinjatovo