

MÉMOIRES DE L'INSTITUT SCIENTIFIQUE DE MADAGASCAR

Série D — Tome VII — 1956

NOTICE SUR LA CARTE PÉDOLOGIQUE
DE RECONNAISSANCE AU 1/200.000^eFeuille N° 19
MAEVATANANA

par

Cl. MOUREAUX

SOMMAIRE

| | |
|---|----|
| I. — INTRODUCTION | 23 |
| II. — PRINCIPAUX ASPECTS DE LA RÉGION. | 24 |
| a) Généralités | 24 |
| b) Climat | 26 |
| c) Végétation | 28 |
| d) Les roches ; géomorphologie ; érosion. | 30 |
| III. — NATURE DES SOLS | 36 |
| IV. — POSSIBILITÉS AGRICOLES. | 66 |
| a) Etat actuel | 66 |
| b) Possibilités d'avenir | 69 |
| CONCLUSIONS | 69 |
| BIBLIOGRAPHIE | 91 |

INTRODUCTION

Cette carte pédologique de reconnaissance au 1/200.000^e inaugure, avec celle de Mitsinjo-Majunga, la cartographie des sols selon un carroyage couvrant toute l'île. Les trois feuilles N° 12 (Mitsinjo-Majunga), N° 13 (Marovoay) et N° 19 (Maevatanana) permettront d'avoir une vue pédologique partielle de ce que l'on peut appeler, avec H. BESAIKIE, le Bassin de Majunga.

Cette feuille N° 19 recouvre dans sa partie Sud-Est une partie du socle cristallin central ; là, le manteau de sols plus ou moins latéritique, déchiré

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

Collection de Référence

99.10.1987

B1142

de toutes parts par une érosion intense, contribue au paysage qui a fait appeler Madagascar l' « Ile Rouge ».

Vers le Nord-Ouest les couches sédimentaires constituent des paysages très variés allant des déserts chaotiques et arides, comme l'Ankara où le calcaire affleure partout, aux riches plaines alluviales, comme celle de la Betsiboka et du Kamoro, aux limons renouvelés annuellement par de puissantes crues.

Tandis que d'immenses surfaces ont été irrémédiablement érodées et ne présentent plus aucun intérêt agricole, les larges vallées bordant les cours d'eau importants à leur débouché du Cristallin ne sont encore que très partiellement mises en valeur. Elles présentent sur les alluvions du Sud-Ouest du type Mangoky l'avantage d'une humidité permanente en saison sèche, mais elles sont submergées par les crues pendant une partie de la saison des pluies.

Maevatanana et Ambato-Boéni constituent les centres politiques et économiques de la région étudiée, qui couvre un peu plus d'un million d'hectares. La carte reprend une partie de la zone déjà cartographiée au 1/500.000^e par G. TERCINIER en 1951 (surface triangulaire limitée par la ligne Maevatanana-Mahazoma, le méridien passant par le Tsitondroina et le parallèle situé à 20 km au Nord d'Ambato-Boéni). Nous renvoyons le lecteur à la notice déjà établie pour cette surface (7). Notre travail a été grandement facilité par l'existence des levés géologiques préalablement effectués par le Bureau géologique ; nous avons également utilisé les cartes au 1/100.000^e du Service géographique établies pour une partie de la zone cristalline.

PRINCIPAUX ASPECTS DE LA RÉGION

GÉNÉRALITÉS

La surface étudiée est comprise entre 16°24' et 17°19' de latitude Sud, 46°08' et 47°10' de longitude Est. La limite Sud de la carte coupe obliquement le contact du Cristallin et du Sédimentaire dirigé ici SW-NE de sorte que toute la zone située au SE d'une ligne Maevatanana-Mahazoma est située sur le Cristallin. Cette zone cristalline, que l'on a appelée le Bas-Plateau est extrêmement accidentée. Les premiers contreforts cristallins ou Bongolava sont ici peu élevés. Leur altitude varie d'une centaine de mètres pour les affleurements de la vallée de la Menavavy à quelques 300 m à une vingtaine de km vers l'intérieur. L'érosion y a isolé une multitude de collines aux formes irrégulières. C'est une région presque désertique, dans laquelle les rares villages se trouvent le long des cours d'eau importants ou, parfois, sur des colluvions et alluvions locales peu étendues, mais permettant l'établissement de rizières au milieu de collines pierreuses.

Vers le Sud, l'altitude augmente (400-500 m), le manteau de sols s'épaissit,

moins fréquemment entaillé par le ruissellement, et le relief devient relativement plus mou ; il faut excepter, à ce point de vue, les sommets dépassant parfois 900 m (bordure Nord de l'Angodona à la limite de la carte : 930 m) et présentant souvent des parois rocheuses granitiques presque verticales.

La carte commence, au Sud, au km 280 de la route de Tananarive/Majunga, à la limite Sud d'Antsifabositra.

Au NW du Bongolava se succèdent différentes régions naturelles sur terrains sédimentaires.

a) Les grès de l'Isalo reposent sur le Cristallin dans cette région et forment un paysage plus ou moins accidenté selon le stade d'érosion. Le ruissellement y est partout intense et les sols le plus souvent squelettiques. Ces formations sont en cours de disparition en certains points de la vallée de la Menavavy.

b) La région calcaire de l'Ankara se présente tantôt comme un plateau pierreux parsemé d'innombrables dolines et vallées peu marquées, à écoulement temporaire, tantôt comme une zone au relief chaotique : vallées abruptes à éboulis de blocs calcaires, témoins rocheux inaccessibles, etc... Aucun village n'est établi dans cette région.

c) La région surtout marneuse, séparant le plateau calcaire de l'Ankara, au Sud, des plateaux gréseux au Nord. Elle forme une dépression suivie par l'Iabohazo. La riziculture s'accommodent des alluvions lourdes, souvent gypseuses. De nombreux villages, dont Saonjo et Ankirihitra, jalonnent la vallée de l'Iabohazo. L'érosion travaille en grand, en bordure de vallée, à l'attaque des reliefs marneux ou gréseux tendres et les sols squelettiques sont encore en majorité.

Sur la rive droite de la Betsiboka, ces formations sont moins accidentées et passent, au Nord de la carte, au plateau gréseux de l'Ankarafantsika.

d) Les grès de Sitampiky constituent encore de grands plateaux, bien qu'attaqués de toutes parts par de larges cirques d'érosion (Plateau de Maroa-boaly, d'Ihaso). Le manque d'eau interdit l'établissement des villages qui se situent dans les vallées issues des énormes ravins d'érosion. Les sols sont très profonds sur les plateaux qui portent encore des forêts étendues.

e) Le plateau basaltique d'Antanimena vient à la limite Nord de la carte dans le secteur occidental. Il est d'ailleurs séparé des plateaux gréseux précédents par la vallée de la Maharivo. Il forme falaise au Sud. Très sec également, à part les quelques vallées qui l'entaillent, il est recouvert d'un épais manteau de sols rouge-sombre, parfois forestés.

f) Les larges vallées alluviales, enfin, concentrent presque toute l'activité. La vallée de la Menavavy sépare le Cristallin du plateau calcaire de l'Ankara. Les alluvions s'élargissent dès le village de Maria et portent localement des cultures de riz, arachide et tabac.

La vallée de l'Ikopa s'élargit après le confluent de la Menavavy. Les alluvions forment alors une très grande surface que viennent rejoindre celles de la Betsiboka, un peu en aval de Maevatanana, puis celles du Kamoro

avant Ambato-Boéni. Là, les cultures de riz, arachide, tabac sont susceptibles d'une extension considérable sur des sols (Baiboho) dont la fertilité est périodiquement renouvelée par les crues.

La population de la région étudiée est très mêlée. Le fonds en serait constitué, dans la zone sédimentaire et sur les premières pentes du Cristallin, par les Sakalava. Cependant, il s'y mêle des immigrants du Centre et de la Côte Est de plus en plus nombreux et actifs (Betsileo, Antaimoro, Antaisaka, etc...). Le Cristallin, sauf dans la zone limitrophe du Nord-Ouest est le domaine des Merina.

Les Indiens sont nombreux et vivent du commerce avec les Autochtones (achat de riz et raphia surtout). Les grandes vallées alluviales, aux sols de Baiboho, comptent un bon nombre d'exploitations européennes, produisant surtout tabac maryland, riz et arachide.

CLIMAT

Le climat, tropical, est typiquement celui de l'Ouest sur la plus grande partie du territoire étudié, c'est-à-dire dans la zone sédimentaire et sur les premières pentes du Cristallin. Il est caractérisé par une température moyenne annuelle d'environ 27° et une pluviométrie de 1.500 à 1.700 mm en 4-5 mois ; 6 ou 7 mois reçoivent moins de 50 mm d'eau (mai à octobre inclus étant les mois de plus grande sécheresse).

Les moyennes de température du mois le plus frais (juillet) sont voisines de 24° (extrêmes moyens mensuels : 31° et 17° environ) ; celles du mois le plus chaud (novembre) varient de 28° à 29°, en général (extrêmes moyens mensuels : 36° et 21° environ).

Le tableau ci-dessous donne les observations climatiques effectuées sur l'étendue de la feuille 19, ainsi que celles de Sitampiky située à seulement 3 km à l'Ouest de la limite de la carte (à la hauteur d'Ampamofa) et celles de Tsaramandroso, un peu plus au Nord.

| | | Janv. | Fév. | Mars | Avr. | Mai | Juin | Juil. | Août | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. | Ann. |
|---------------|---|-------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|------|------|------|-------|
| Ambato-Boéni | P | 478 | 368 | 228 | 53 | 2 | 0 | 2 | 1 | 8 | 32 | 124 | 197 | 1.493 |
| | T | 26°9 | 27°5 | 27°9 | 27°9 | 25°8 | 24°3 | 23°9 | 24°9 | 26°4 | 28°0 | 28°8 | 28°2 | 26°7 |
| Maevatanana | P | 450 | 379 | 314 | 56 | 2 | 0 | 3 | 2 | 4 | 36 | 120 | 324 | 1.690 |
| | T | 27°6 | 27°8 | 28°2 | 28°4 | 27°1 | 25°8 | 24°8 | 25°9 | 27°6 | 28°7 | 29°4 | 28°6 | 27°4 |
| Sitampiky | P | 554 | 429 | 251 | 52 | 2 | 1 | 2 | 2 | 5 | 31 | 100 | 253 | 1.682 |
| Tsaramandroso | P | 454 | 348 | 267 | 102 | 8 | 1 | 0 | 1 | 3 | 52 | 99 | 428 | 1.763 |
| | T | 28°0 | 27°1 | 27°7 | 27°5 | 26°4 | 25°0 | 23°7 | 25°1 | 26°9 | 28°3 | 28°5 | 28°0 | 26°9 |

P, hauteur des précipitations en mm ;
T, température moyenne en d° C.

On peut déplorer l'absence d'observations rapprochées sur le Cristallin,

au SE de la vallée permo-triasique, qui permettraient de suivre les variations climatiques entre cette vallée, où l'altitude est d'environ 100 m, aux environs d'Antsiabositra, jusqu'aux sommets de 900 m. On peut cependant prendre une variation thermique moyenne d'environ 0°8 par 100 m. Cette variation est certainement plus forte ici, dans le cas d'une atmosphère desséchée par l'effet de foehn, que sur la côte Est, où il s'agit d'alizés saturés d'humidité (le gradient de température est théoriquement de 1° par 100 m, en air sec, et de 0°6, en air saturé d'humidité).

La pluviométrie doit aussi augmenter de façon sensible en altitude et, la température étant moins forte, l'évaporation diminuer.

Toute chose égales par ailleurs (pente, végétation, perméabilité du sol, etc...), une lame d'eau de même épaisseur pénétrera plus profondément dans le sol dont l'évolution devra être plus avancée. L'épaisseur des sols, qui ne dépasse guère 4 m sur le Cristallin voisin de la vallée permo-triasique, est parfois supérieure à 10 m du côté d'Antsiabositra.

L'indice climatique de MEYER (NSQ), s'il s'abaisse légèrement vers l'intérieur des terres jusqu'à Maevatanana (Ambato-Boéni 140, Maevatanana 135), se relève avec l'altitude. L'allure générale des courbes d'égale valeur montre qu'il doit atteindre une valeur voisine de 200 aux environs d'Antsiabositra. Les courbes ont d'ailleurs la direction de la limite du Cristallin.

Dans une précédente publication, nous pensions que la latéritisation, définie par la valeur du rapport silice/alumine, était faible pour les valeurs de l'indice allant de 100 à 200.

Nous verrons plus loin que les analyses confirment ce point de vue ; les sols sur Cristallin, voisins de la vallée permo-triasique (NSQ = 140), ne sont pas latéritiques, tandis que quelques-uns ont un rapport silice/alumine s'abaissant, en surface, au voisinage de 1,5 dans le secteur d'Antsiabositra.

A l'heure actuelle, l'intense érosion, qui sévit le plus au voisinage de la vallée permo-triasique, tend à accentuer encore la différence d'évolution : le jour est proche où plus aucun profil de sol évolué ne sera observable dans la région cristalline de Maevatanana ou de Mahazoma, la roche tendant à venir partout affleurer en surface dans un site chaotique. Les sols qui en résultent, squelettiques, contiennent des éléments peu altérés, micas, feldspaths, qui élèvent le rapport silice/alumine.

L'augmentation de l'indice de MEYER vers Majunga, la nature basique de la roche mère sur le plateau d'Antanimena au Nord de la feuille peuvent y expliquer les rapports silice/alumine parfois un peu inférieurs à 2, tandis que sur le plateau gréseux de Maroaboaly, au Sud, ils restent supérieurs à 2.

Du point de vue cultural, les alluvions des grands fleuves, immergées en saison des pluies, ne sont disponibles qu'en saison fraîche. Cependant, même à cette période, il est possible que la température trop élevée, certaines années, dans la journée, soit la cause d'une qualité relativement moins bonne du tabac, comme cela a été observé, en été, en climat tempéré.

Sur les sols bien drainés, la précocité de la saison des pluies par rapport au climat du Sud-Ouest permet une meilleure utilisation des sols. Cependant, le climat plus chaud et plus humide a provoqué une lixiviation plus poussée des bases dans les sols évolués (sur grès, par exemple) qui sont plus pauvres que dans le Sud-Ouest.

VÉGÉTATION (1)

La plus grande surface du territoire étudié est recouverte par des faciès de dégradation, tandis que la végétation climacique est représentée par des îlots forestiers sur le Cristallin et encore quelques belles forêts sur les plateaux de la moitié Nord (forêt tropicale de l'Ouest). Il est d'ailleurs certain qu'une partie de ces forêts a déjà subi un début de dégradation. Un troisième aspect de la végétation est constitué par les groupements hydrophytes dans les vallées à drainage ralenti.

a) *Végétation primaire.* — Les forêts du plateau basaltique d'Antanimena et, surtout, celles du plateau sur grès de Sitampiky sont les plus étendues. Le sol y est bien protégé par de grands arbres mêlés d'essences plus basses. Il y existe des hazomena (*Khaya madagascariensis*), des manara (*Dalbergia sp.*), des somontsohi (*Kigelianthe madagascariensis*).

On voit malheureusement que lorsque des mesures énergiques, comme la mise en réserve intégrale de la forêt d'Ankarafantsika ne sont pas prises, le recul a lieu sur toutes les lisières. De nombreuses trouées se produisent dans l'étendue jadis forestée et des îlots se trouvent isolés, témoins de l'extension ancienne de la forêt. Le périmètre d'attaque s'allongeant, il est manifeste que le feu des savanes environnantes est de plus en plus destructeur jusqu'à la disparition du dernier îlot.

Ce phénomène de morcellement est très net au SE de Sitampiky sur le plateau gréseux, comme le montre la carte (les sols humifères correspondent aux forêts). Des îlots forestiers subsistent au NE de Maevatanana. La déforestation semble d'ailleurs récente dans ce secteur et ceci y expliquerait la violence actuelle de l'érosion.

Sur le reste du Cristallin, on ne trouve plus guère de forêts que dans les vallées et surtout dans les amphithéâtres de l'érosion remontante, là où l'humidité assure une protection relative contre la mise à feu. On y note, entre beaucoup d'autres, les essences suivantes : tsilita (*Bleckrodea madagascariensis*), tapia (*Uapaca sp.*), ramy (*Canarium sp.*).

b) *Faciès de dégradation.* — L'extension de ces faciès de dégradation crée la grande monotonie botanique caractéristique de l'Ouest malgache. La forêt cède la place, le plus souvent, à une savane arbustive claire. Les

(1) Les déterminations botaniques ont été effectuées par M. BOSSER, Agrostologue de l'I.R.S.M.

lisières, attaquées périodiquement par le feu, montrent une formation végétale transitionnelle dont la profondeur ne dépasse pas généralement 100 m et dans laquelle les arbres s'espacent de plus en plus vers l'extérieur (plateau de Maroaboala). Parfois, cependant, comme au NE de Maevatanana, sur sols rubéfiés issus de grès, la forêt présente de très nombreuses clairières, tandis que des espèces secondaires, comme les mangarahara (*Stereospermum euphoroides*), kily ou madiro (*Tamarindus indica*), sakoa (*Poupartia caffra*), remplacent peu à peu les essences primaires.

De toute façon, le terme final est une savane aux arbres résistants au feu, généralement très espacés et chétifs, et à strate herbacée ouverte protégeant très mal le sol (*fire-climax*).

Les graminées les plus répandues sont *Aristida* sp., *Hyparrhenia rufo* (vero), *Heteropogon contortus* (danga). Les arbres ou arbustes les plus communs sont les Kily, les Sakoa, les Mavoravina (*Acridocarpus excelsus*), les satra (*Hyphaene Shatan*):

On rencontre, sur les grès, des peha (*Helichrysum* sp.) ainsi que des mokotro (arbre à fruit globuleux : *Strychnos spinosa*) et, sur Cristallin, de rares Ravenales. Les marnes pas trop érodées présentent un couvert arbustif relativement plus dense de kily, de *Zizyphus jujuba*, de sakoa ou de bois noirs (*Albizzia lebeck*) en boqueteaux, tandis que le tapis de graminées peut faire défaut, laissant le sol nu, si l'on excepte quelques *Pavonia hirsuta*, *Tephrosia purpurea*, avec de rares cotonniers sauvages. Ailleurs, c'est la savane à vero, danga et jujubiers. Nous avons observé, près d'Antorilavo, des peuplements purs de gros jujubiers couvrant complètement le sol à strate herbacée absente. Les sols érodés sur marnes sont, souvent, absolument dénudés. Une prairie à *Aristida* s'observe localement sur les sols issus de grès. Les calcaires de l'Ankara, aux sols squelettiques rocaillieux et très secs, ne portent qu'un maigre tapis de danga avec de rares sakoa chétifs. La savane à *Acridocarpus excelsus* et *Aristida* sp. domine sur le Cristallin.

c) *Végétation portant l'empreinte de facteurs locaux.* — Il s'agit surtout ici des groupements d'hydrophytes. Les thalwegs, même de quelques mètres de largeur, comme ceux des ruisseaux de l'Ankara, où l'humidité persiste pendant la saison sèche (en profondeur tout au moins), se signalent par la présence d'arbres beaucoup plus vigoureux que ceux des savanes. Ce sont les adabo (*Ficus cocculifolia*), les sohihy (*Cephalanthus spathelliferus*), les rotra (*Eugenia* sp.). Lorsque la vallée est plus large, on peut observer de véritables forêts ripuaires, mais de préférence dans les zones les mieux drainées, c'est-à-dire sur les levées naturelles voisines du cours d'eau, alors que les zones déprimées, à l'extérieur de la vallée, sont souvent le domaine des bararata (*Phragmites mauritianus*), des hera (*Cyperus* sp.), etc... Dans les plaines d'inondation, constituées par les baibo, il existe encore de grandes surfaces couvertes par des forêts d'adabo. Ailleurs, c'est un mélange d'essences

très diverses, comme en aval de Mahazoma : tantanandemo (*Alchornea alnifolia*), talitry, etc...

Flore arbustive, très riche encore, sur les alluvions argileuses de l'Iabohazo (à la hauteur de Saonjo, par exemple) : sely (*Grewia sp.*), renaboa, kiribo, lohovato. La dégradation de la forêt est marquée par l'apparition de kily.

Sur les alluvions sableuses de la zone des grès de Sitampiky, certaines vallées sont occupées entièrement par les raphias (avec très forte humidité permanente, sinon submersion). Ce sont des zones de végétation très dense, avec des fougères (*Farisika*, *Pteris sp.*) poussant sur les troncs de raphia. D'autres fois, ces alluvions portent une forêt de volomborono (*Albizzia sp.*), sanita, mokonga, etc... Après les destructions des forêts ripuaires, il s'établit une végétation assez variée : sur les baïboho, alternance de prairie à *Cynodon dactylon*, de bosquets de manguiers et d'un mélange de sensibles (*Mimosa pudica*), *Sesbania sp.*, famonty (*Pluchea Grevei*), cypéracées diverses, petits sakoa, adabo, pignons d'Inde, goyaviers. Il existe des zones à danga et vero.

Sur les alluvions argileuses (Iabohazo), une savane à matsia (*Sporobolus indicus*) et palmiers succède généralement à la forêt ripuaire. Il existe aussi des taches de kalahy (*Rottboellia exaltata*) et des *Pandanus* isolés.

Sur alluvions sableuses, la forêt cède souvent la place aux kalahy et bararata.

Sur les pentes marneuses, des dépressions locales plus humides sont occupées par *Imperata cylindrica* (manevika).

Les vestiges de forêts dans les thalwegs humides du Cristallin sont constitués d'un mélange complexe ; ainsi près d'Antanimbarindratsitoraka : *Haronga madagascariensis*, madivozona (*Chrysalidocarpus madagascariensis*), kaboka, kokoano (*Pandanus sp.*). Les alluvions et colluvions (peu étendues), évoluées vers les sols hydromorphes, dans la zone cristalline, sous l'influence de la riziculture, portent, comme sur la côte Est, des *Cyperus aequalis* (beloha) à côté de raphias et ababo, mais les zozoro (*Cyperus madagascariensis*) n'apparaissent pas encore.

Pour terminer le chapitre de la végétation, citons une petite plante aux feuilles glauques, duveteuses, qui semble particulièrement abondante sur les sols argilo-calcaires, gypseux : *Mollugo hirta* ; on la rencontre fréquemment, dans la vallée de l'Iabohazo et autour d'Anjiajia.

LES ROCHES. GÉOMORPHOLOGIE. ÉROSION

La région est caractérisée par l'extrême diversité des roches à l'intérieur de deux grands ensembles : les roches cristallines et les roches sédimentaires. L'évolution climatique avancée des sols sur Cristallin oblitère en grande partie la diversité initiale des roches-mères et peut nous autoriser, du point de vue de la pédogénèse, à distinguer seulement des roches acides et des roches basiques.

Les roches acides comprennent, surtout, des granites, gneiss et migmatites ; les roches basiques des gabbros, basaltes et amphibolites. Les successions, très rapides d'un type à un autre, rendent difficile la cartographie au 1/200.000^e et imposent une schématisation.

Les roches sédimentaires s'étagent du Trias (Isalo I) au Crétacé, en s'appuyant au socle cristallin avec un pendage régulier, très faible vers l'Ouest. Au sommet se trouvent les coulées crétacées basaltiques de l'Antanimena.

Si l'on excepte l'Isalo I, gréseux, et les formations presque entièrement calcaires de l'Ankara (Jurassique inférieur et moyen), les étages sédimentaires présentent tous des faciès mixtes à variations rapides (passages gréseux, calcaires, marneux, etc...). Une érosion intense fait affleurer ces différentes formations selon les caprices de l'affouillement. Là encore, la cartographie au 1/200.000^e peut rarement représenter les différents sols correspondants (souvent squelettiques d'ailleurs).

Au contraire de ce qui se passe sur le Cristallin, les sols sont donc, ici, généralement peu évolués (sols sur grès à part) et reflètent directement le caractère des roches-mères. On peut dire qu'en général, sur le Cristallin, l'érosion est un facteur de différenciation de la physionomie des sols qui intervient de façon plus spectaculaire que les différences de nature pétrographique des roches-mères, tout au moins à l'intérieur des groupes de roches acides et de roches basiques.

L'érosion réalise cette différenciation en tronquant les profils plus ou moins profondément. La topographie intervient, d'ailleurs, au premier chef dans l'intensité de l'érosion, les sommets, crêtes et fortes pentes étant les plus érodés, souvent jusqu'à la zone de départ, avec des affleurements de blocs peu altérés et accumulation en surface des éléments résistants : blocs de quartzites, surtout, ou parfois granite altéré en boule.

Sur le Sédimentaire, au contraire, ce sont les variations rapides et fréquentes de roches-mères qui causent les différences les plus marquées dans la physionomie des sols : passage des sols rubéfiés sur grès aux sols brun/jaune sur marnes, etc... L'érosion reste intense sur sol découvert et sous savane. La faible perméabilité d'un bon nombre de roches-mères (marnes, grès marneux ou argileux) s'accompagne de sols relativement peu évolués (endodynamomorphes, c'est-à-dire reflétant les caractères de la roche-mère).

Les types de relief peuvent se représenter schématiquement de façon suivante :

Montagnes et collines sur Cristallin. Il y a passage progressif vers un relief plus élevé, aux ondulations généralement plus molles, avec une érosion moins sévère, vers le S-SE de la carte.

Relief tabulaire sur le Sédimentaire. La destruction de ce relief tabulaire est actuellement plus ou moins avancée, avec ouverture de larges vallées et des collines érodées correspondant aux zones d'attaque.

On peut penser qu'il existait vraisemblablement (fin Tertiaire ou début Quaternaire peut-être) une vaste pénéplaine qui s'étendait sur le Bas-

Plateau, l'Ankara, les grès de Sitampiky et l'Antanimena. Lors du creusement de la vallée de la Menavavy, les calcaires de l'Ankara, au Nord, se sont montrés plus résistants que les schistes cristallins, relativement peu métamorphisés, où l'alternance de filons plus ou moins durs facilite l'érosion différentielle. Aussi observe-t-on une haute falaise vers l'Ankara (fig. 1), tandis que les schistes cristallins se sont résolus en une infinité de collines pierreuses, chaotiques, assez peu élevées par rapport aux thalwegs (30 à 50 m) mais à pentes très fortes (dépassant 45°). L'Ankara forme une falaise moins nette vers la vallée de l'Iabohazo, au Nord, creusée dans des formations meubles, surtout marneuses, mais la montée vers le plateau des grès de Sitampiky est encore abrupte.

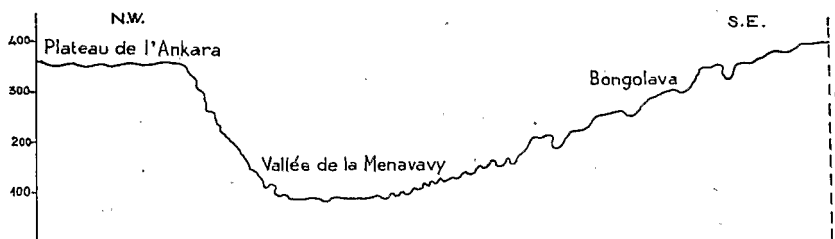


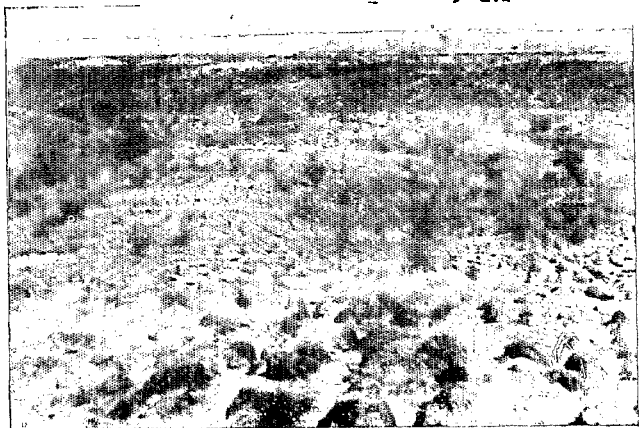
FIG. 1. — Coupe schématique perpendiculaire à la Menavavy à la hauteur de Belavelona.

Le démantèlement du plateau des grès de Sitampiky est en cours, à l'Ouest, par les affluents de la Mahavavy, au Sud, par ceux de l'Iabohazo, au Nord, par ceux de la Maharivo et, à l'Est, par ceux de la Betsiboka.

La vallée de la Maharivo, dans les formations plus tendres du Crétacé inférieur, est encore dominée, au Nord, par la falaise basaltique de l'Ankara.

L'érosion est intense partout, sauf sous les forêts. Les formations de lavaka s'observent avec le plus d'ampleur dans la partie la plus élevée du Cristallin (environs d'Antsiabositra, par exemple), dans laquelle l'épaisseur du sol est maxima.

La roche fraîche n'est pas visible au fond des lavaka, où l'eau sourd en permanence. La projection de l'excavation sur un plan horizontal a un aspect piriforme, plus ou moins allongé et irrégulier, le goulet se trouvant en aval et rejoignant un thalweg où confluent généralement de nombreuses autres lavaka attaquant les versants sur toute leur longueur. Une fois amorcée, la lavaka s'avance jusqu'au sommet des collines à pente faible et conflue avec ses voisines. Nous renvoyons le lecteur à la description des lavaka par J. RIQUIER (4) pour plus de détails. Lorsque l'inclinaison est plus forte et le sol moins épais, on observe, sur toute la pente, de multiples arrachements. Le processus de formation est homologué de celui des lavaka : les horizons rouges supérieurs, compacts, glissent sur la zone de départ kaolinique et micacée, gorgée d'eau en saison des pluies (la zone



A

Érosion sur Cristallin au Sud de Mahazoma. Le ruissellement isole des buttes. Au loin les pentes de l'Ankara vers le NW.

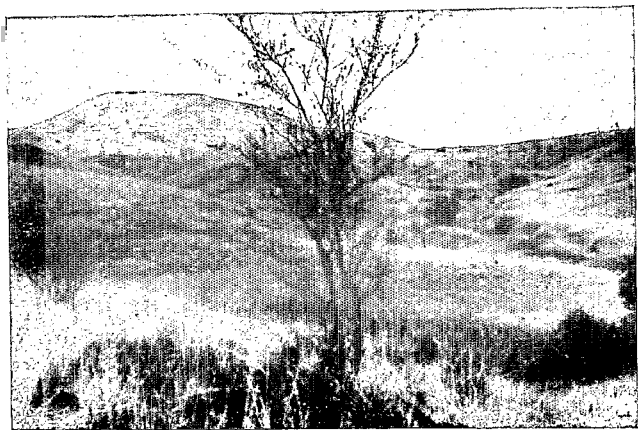
B

Collines plus ou moins arrondies à sol assez épais et lavaka, près d'Antanimbarindratoraka, sur la rive gauche de l'Ikopa. Au premier plan, terrasse alluviale étroite.



C

Collines à fortes pentes au Sud d'Antanimbarindratoraka. Érosion en nappe intense, nombreux arrachements.



de départ est ici sèche en septembre, contrairement à ce qui se passe dans les lavaka profondes). L'arrachement se développe selon une ligne de niveau, sur quelques mètres, sans exutoire en ravin marqué. D'autres fois, cependant,

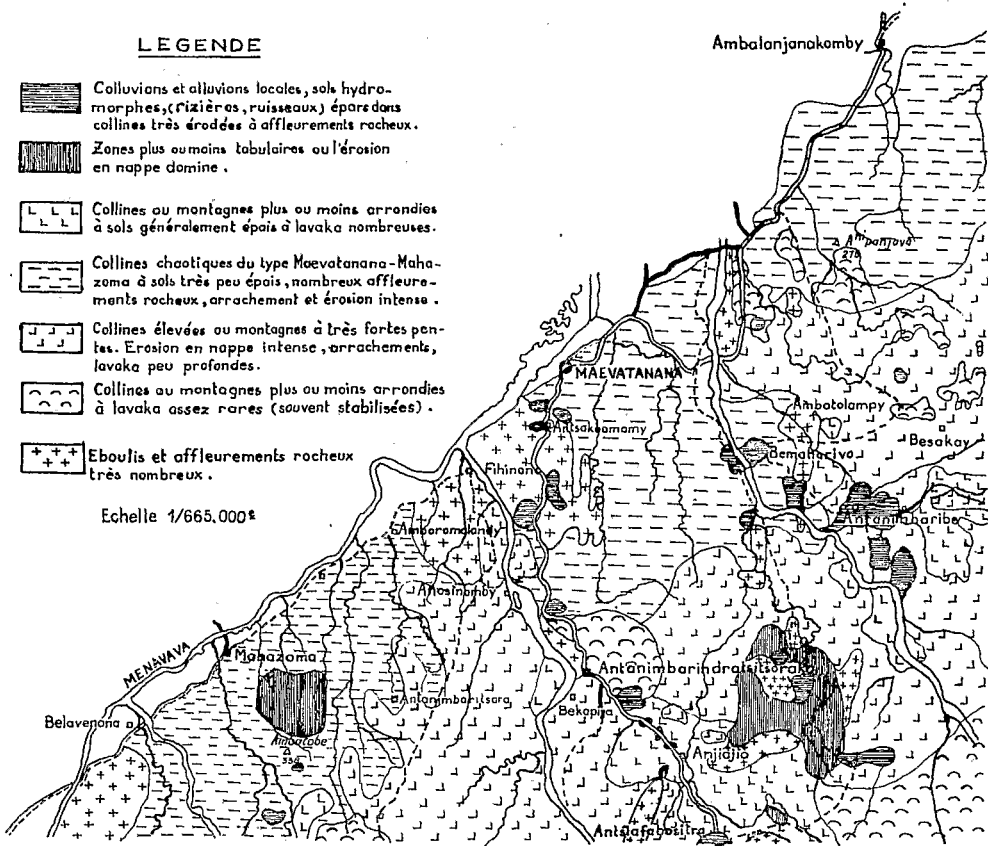


FIG. 2. — Types schématiques de relief et d'érosion sur le Cristallin.

l'eau collectée dans la zone dénudée de l'arrachement creuse en aval un ravin allongé et étroit selon une ligne de pente ou aux deux extrémités, en donnant à l'excavation la forme d'un fer à cheval. Il y a là des termes de passage vers les lavaka.

Le processus d'érosion en lavaka très profondes (50 m et plus) s'observe aussi sur les grès de Sitampiky. La faible cohésion du grès permet l'effondrement de pans de grandes dimensions. Là, le contour de l'excavation n'est pas piriforme comme sur le Cristallin, mais se présente plutôt en amphithéâtre. On observe aussi, sur les collines gréseuses, des affouillements

selon les lignes de pente, de moins de 1 m de largeur et profonds d'une dizaine de mètres.

L'érosion en nappe sévit sur tous les sols partiellement découverts, laissant les touffes de graminées en surplomb. Une fois l'horizon rubéfié tronqué sur les grès, la roche-mère, assez friable, donne lieu à de grandes coulées sableuses blanches, visibles de très loin sur le plateau de Maroaboala. Sur marnes, l'érosion aboutit à des buttes plus ou moins arrondies parsemées d'arrachements de terrains. Les faciès gréseux, plus durs, se signalent par des blocs restant en saillie selon les lignes de niveau (région d'Antorilava).

Dans les marnes, les vallées sont souvent bordées par des collines surbaissées, parallèles et allongées perpendiculairement au thalweg principal.

Pour la zone du Cristallin, où le relief et l'érosion sont si importants pour déterminer la physionomie des sols, le plus souvent tronqués, nous avons indiqué, sur la carte au 1/500.000^e (fig. 2), les types schématiques de relief et d'érosion portés dans la légende.

α) Collines chaotiques du type Maevatanana-Mahazoma, à sols très peu épais et nombreux affleurements et éboulements rocheux ; érosion intense en nappe et arrachement.

Cette zone correspond à la partie la plus basse du Cristallin, proche du niveau de base local (Menavavy, Ikopa) et la plus sévèrement érodée (Pl. I, A au Sud de Mahazoma, montrant l'intensité du ruissellement, isolant des buttes selon une forme d'érosion que l'on pourrait appeler érosion en termi-tière ; au fond l'Ankara). La majeure partie de la surface est pierreuse. Les filons de quartzite affleurent abondamment ; leurs débris jonchent localement le sol.

On trouve parfois, comme au Sud de Mahazoma, des champs de galets cristallins, peu arrondis, qui peuvent résulter soit du remaniement du Conglomérat de base de l'Isalo, soit du dépôt torrentiel sur terrasses élevées de la Menavavy, que l'érosion a fait disparaître. L'érosion, en nappe et par arrachements sur les pentes, est dominante dans cette zone. La faible épaisseur des sols (4-5 m en de très rares endroits et, en général, moins de un mètre) ne permet pas la formation de vraies lavaka. Le jour est proche où aucun profil complet de sol ne sera plus observable dans cette région. Il est probable que des profils profonds (comme celui du sol 43, prélevé au Sud de Mahazoma) sont déjà tronqués.

Les petits cours d'eau dessinent, au fond des thalwegs, un lacis assez dense, mais ils s'assèchent généralement pendant une partie de l'année. Ils se jettent dans des rivières à débit permanent, comme la Maetsamena qui rejoint la Menavavy en amont de Mahazoma. Leur débit solide, très important, constitué principalement de sable quartzeux, menace l'ensemble des grandes plaines alluviales. La rive droite de la vallée de la Menavavy est déjà ensablée en de nombreux points.

En outre, l'épaisseur de l'alluvionnement limoneux est souvent très

faible et repose sur du sable grossier. Une conséquence agronomique importante en est que l'humidité a beaucoup de mal à remonter jusqu'en surface par capillarité, en saison sèche, comme pour les Baiboho du Kamoro, par exemple. On ne peut donc pas dire que l'érosion peut s'exercer impunément sur les zones du Bas-Plateau, irrémédiablement perdues pour l'agriculture.

En s'éloignant vers le Sud, l'érosion diminue progressivement d'intensité, et le relief devient moins heurté. Le sol est un peu plus profond et les arrachements sur pentes correspondent à de petites lavaka. C'est la transition vers les types de relief plus élevés du Cristallin Sud.

b) Collines ou montagnes plus ou moins arrondies à sol généralement épais, à lavaka nombreuses. C'est le cas de la zone au Nord d'Antsiafobositra. Le sol a une dizaine de mètres d'épaisseur et de grandes lavaka s'ouvrent au flanc des collines. L'érosion en nappe reste intense et la surface du sol, peu protégée par les touffes éparses d'*Aristida*, est battue et, parfois, couverte par les débris des filons de quartzite dégagés par l'érosion (Pl. I, B).

c) Collines ou montagnes, plus ou moins arrondies, à lavaka assez rares (souvent stabilisées et réoccupées par la végétation). Des lambeaux de forêts s'observent dans cette zone qui correspond à un stade d'érosion moins avancé que pour le type précédent. Les lavaka stabilisées semblent correspondre à un cycle d'érosion ayant précédé la phase actuelle (déboisement temporaire par cataclysme géologique, cyclone ou ancien peuplement ?).

d) Collines élevées ou montagnes à très fortes pentes. Érosion en nappe intense ; arrachements fréquents. Lavaka peu profondes.

Ce type doit être distingué des collines de Maevatanana-Mahazoma parce que les dénivelées y sont beaucoup plus importantes. L'allure de l'érosion y est, cependant, peu différente : sol pierreux sur toute sa surface, arrachements très abondants sur toute l'étendue des pentes. Cependant, le manteau de sol est relativement moins déchiré que vers Mahazoma et les touffes d'*Aristida* sont plus rapprochées, en général. La faible épaisseur du sol ne permet pas l'établissement de vraies lavaka. Ce type de relief se trouve, de préférence, au voisinage des cours d'eau importants, là où une forte érosion se manifeste de longue date (Pl. I, C).

e) Zones plus ou moins tabulaires où l'érosion en nappe domine.

Ce type de relief correspondrait aux témoins d'une ancienne pénéplaine. Il est rarement trouvé. Le sol y est relativement épais, mais, cependant, pierreux, parfois, par érosion des filons de quartzite. Le démantèlement de ces surfaces est à l'œuvre et s'opère par lavaka sur la périphérie.

f) Nous avons aussi porté sur la carte l'association de colluvions ou alluvions locales et de collines très érodées. Parfois, et particulièrement au Sud de Maevatanana, il s'agit d'un ennoyage du relief à la suite du barrage

des vallées. Les pentes, très fortes sur schistes cristallins, peuvent facilement expliquer des glissements de terrain obstruant les thalwegs. On observe, alors, un relief surbaissé. L'évolution des sols dans les fonds, qui peuvent présenter des dimensions de quelques centaines de mètres, est souvent marécageuse. Dans les dépressions plus étroites, les sols gardent leur caractère de colluvions, s'ils ne sont pas cultivés en riz. Les villages s'établissent souvent dans ces zones.

Nous avons voulu, en distinguant ces types de relief, mettre l'accent sur l'influence très grande de la topographie dans la physionomie des sols sur Cristallin. Une carte à plus grande échelle devrait utiliser la classification, surtout topographique, établie par J. RQUIER (5) qui reconnaît d'ailleurs « que la roche-mère ne permet pas une classification et que les latérites, formées sur des roches-mères variées, se ressemblent par leurs caractéristiques physiques et chimiques (exception faite des latérites de gneiss et latérites de gabbros) ».

NATURE DES SOLS

Nous avons adopté la classification suivante pour les sols reconnus à l'intérieur de cette carte.

A. — Sols ferrugineux tropicaux

SOLS GRIS SUR ROUGE

Famille des sols sur grès plus ou moins argileux :

- Sols humifères (carapace sableuse), série Anjajia ;
- Sols tronqués, série Beseva.

SOLS ROUGES

Famille des sols sur grès :

- Sables roux, série Ihazo (humifères) ;
- Sables roux, série Maroaboalo ;
- Sables roux, série Besely.

Famille des sols sur roches cristallines acides :

- Sols de piedmont, série Boinakely (humifères) ;
- Sols de piedmont, série Mahazoma.

SOLS BRUN-ROUGE

Famille des sols sur roches cristallines basiques :

- Sols de piedmont, série Bekapija ;
- Sols sur basalte, série Antanimena.

B. — Sols latéritiques**GROUPE DES SOLS ROUGES***Famille des sols sur roches cristallines acides :*

— Sols faiblement latéritiques, série Marotolana.

C. — Sols calcimorphes**SOLS BRUN SUR JAUNE***Famille des sols sur marnes :*

— Sols, série Antorilavo ;

— Sols, série Saonjo.

D. — Sols hydromorphes**SOLS MARÉCAGEUX***Famille des sols sur sables argileux :*

— Sols, série Amboanjo ;

— Sols entrant dans la chaîne du type Anahidrano comprenant des collines érodées, des alluvions ou colluvions et des sols marécageux.

E. — Sols très peu ou non évolués sur place**SOLS D'APPORT**

Alluvions et colluvions argilo-sableuses de la chaîne du type Anahidrano.

Alluvions :

— Alluvions micacées limoneuses des fleuves (Baiboho) ;

» sableuses » »

» argileuses » »

» argilo-calcaires généralement gypseuses ;

» généralement argilo-sableuses provenant des grès crétacés.

SOLS D'ÉROSION*Sols squelettiques :*

— Sols squelettiques sur calcaires ;

» sur grès à passages calcaires ;

» sur cristallin ;

» sur basalte.

F. — Complexes et chaînes de sols**A. — SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX**

Les critères ayant fait placer les sols dans cette catégorie sont l'existence d'un horizon ferrugineux rubéfié (le plus souvent en surface) et la valeur des rapports silice/alumine très voisins de 2.

Il existe des oxydes de fer dans les profils, mais très peu ou pas d'alumine libre. Ce dernier caractère les différencie des sols latéritiques.

Sols gris sur rouge

Famille des sols sur grès

Ces sols occupent une étendue considérable sur le territoire étudié. G. TERCINIER a gardé pour les désigner le terme géologique de « carapace sableuse ». Il les différencie des « sables roux » de nos prospections pédologiques précédentes par l'existence en surface d'un horizon lessivé grisâtre (assez rarement visible, d'ailleurs, par suite de l'intensité de l'érosion). De ce type de sol décrit par G. TERCINIER, nous ferons les sols gris sur rouge humifères de la série d'Anjajia, localité près de laquelle on les observe fréquemment. La roche-mère gréseuse contient aussi un peu d'argile et, de plus, il existe souvent des couches marneuses sous-jacentes au grès. Ces conditions peuvent causer un pédo-climat plus humide et favoriser le lessivage latéral de l'argile et de l'oxyde de fer en surface. Ces sols sont très souvent érodés et l'importance de ce phénomène nous a amené à distinguer une série différente : la série de Beseva.

Nous n'avons pas retrouvé sur la rive gauche de la Betsiboka les sols gris en surface et rouges en profondeur, sans concrétions, trouvés par G. TERCINIER, sur les grès perméables de l'Ankarafantsika.

SOLS GRIS SUR ROUGE HUMIFÈRES, série Anjajia

Nous ne nous étendrons pas sur ces sols qui ont déjà été décrits par G. TERCINIER sous le nom de « carapace sableuse » (7). La différence d'évolution pédologique par rapport aux sables roux provient, en toute vraisemblance, de conditions défectueuses de drainage.

Rappelons le profil typique :

0-40 cm environ, gris plus ou moins foncé, sablo-limoneux, friable, particulière ;

de 40 cm à une profondeur variable (1 à 3 m), rouge à concrétions ferrugineuses, généralement argilo-sableux, compact.

Entre cet horizon rouge et la zone de départ, présence possible d'un horizon jaune à taches rouges d'environ 1 m d'épaisseur.

Zone de départ parsemée de taches grises, rouges, jaunes et blanches.

Le fer et l'argile ont été lessivés dans l'horizon gris.

Les propriétés chimiques sont voisines de celles de la série Ihazo, sols rouges sur grès, décrits plus loin. On y note la même carence en potasse. Le pH de la surface se trouve aux environs de 6. L'érodibilité est tout aussi grande, de sorte que les obstacles à la mise en valeur y sont les mêmes.

La déforestation du sol et les feux font passer ces sols au stade érodé dont nous avons fait la série Beseva.

SOLS TRONQUÉS, série Beseva

Ces sols résultent des précédents quand l'érosion tronque le profil en

un point quelconque. Dans la majorité des cas, c'est l'horizon rouge qui affleure en surface.

Nous pouvons inclure dans cette catégorie les « grès ruiniformes plus ou moins rubéfiés de l'Isalo ». En effet sous l'horizon rouge plus ou moins foncé, on observe une zone de départ gris-blanchâtre bariolée de taches rouges ou jaunes. Le profil complet, visible en de rares points, permet de penser que les sols rouges sur grès de l'Isalo dérivent de la série d'Anjajia par érosion. La grande extension de ces sols nous a amené à en faire une série spéciale.

L'érosion, tronquant les profils, a pour effet d'accumuler les concrétions en surface. Aux abords des vallées, dans les collines basses, c'est souvent l'horizon jaune qui affleure (comme autour de Beseva sur la Maharivo), tandis que dans la zone aride, désertique et fréquemment brûlée de l'Isalo, c'est l'horizon rouge que l'on observe sur la plus grande surface. Souvent, les collines gréseuses forment témoins, après ennoyage plus ou moins important par le ruissellement, et on observe des grès blanchâtres sur leurs parois donnant des éboulis alentour.

L'intérêt agricole de cette zone est à peu près nul. Les éleveurs de bœufs y trouvent cependant de maigres zones de pâturage. Citons quelques rares dépressions dans lesquelles le ruissellement accumule les éléments fins : lorsque l'eau est disponible en saison sèche, ces zones sont utilisées en raphiales et rizières (par exemple au NW de Beratsinana). Sur la plupart des collines, la dégradation a atteint un stade irréversible, rendant économiquement impensable la reforestation généralisée. Citons encore, dans la vallée de la Menavavy, les grès de l'Isalo portant ces mêmes sols, érodés, mais parfois recouverts de colluvions anciennes, épaisses, provenant des zones cristallines plus hautes (tout au moins au moment du dépôt). C'est le cas du prélèvement N° 38, au km 28 de la route de Kandrehô, où un dépôt argileux, rouge à galets de quartzite, repose sur des grès à sols tronqués. Le relief, plus mou que sur les collines cristallines, peut déceler, en l'absence de coupes, ce recouvrement qui est un phénomène généralisé dans les zones limitrophes du Cristallin et du Grès.

Sols rouges

1° Famille des sols sur grès

Notre carte englobe une grande partie des grès de Sitampiky, en position de plateau, avec un pédo-climat beaucoup plus sec sur roche-mère plus perméable (l'attaque du plateau par lavaka très profondes rejette la nappe phréatique à grande profondeur, tandis qu'elle doit être assez voisine de la surface, en saison humide, pour les sols gris sur rouge de la série d'Anjajia). Sur ces grès de Sitampiky (comprenant le grand plateau de Maroaboalo), sous l'horizon humifère brun, le sol est rouge-clair, homogène sur une grande

profondeur. Ces sols constituent la série d'Ihazo. Ils passent, par érosion, aux séries de Maroaboalo et de Besely. Ils sont voisins des sables roux du Sud et du Sud-Ouest déjà décrits, tant du point de vue chimique que morphologique. La faible variation climatique entre Morondava et ces plateaux peut aussi expliquer ce rapprochement (indice de MEYER : 113 à Morondava et 140 à Ambato-Boéni) en observant qu'Ambato-Boéni, au bord de la Betsiboka, doit posséder un climat un peu plus chaud et plus humide que les plateaux des alentours.

Nous garderons pour ces sols bien drainés, sur grès de Sitampiky, le terme générique de sable roux.

SABLES ROUX HUMIFÈRES, série Ihazo

Ces sols correspondent sur les plateaux et pentes faibles des grès de Sitampiky aux zones forestées.

Propriétés physiques

Le profil typique est le suivant :

0- 3 cm, feutrage de feuilles.

3-40 cm environ, brun-rouge, humifère, sablo-argileux. Structure particulaire assez friable.

Sous 40 cm, rouge clair à rouge brique, même texture, mais structure plus fondue (particulaire), très homogène, sans concrétions. La rubéfaction est très profonde et peut s'observer jusqu'à 4 ou 5 m. La roche-mère est un grès, souvent grisâtre et peu argileux. Il s'y trouve même des passages de sable pur, d'un blanc éclatant, que l'érosion épand en surface sur les rebords de plateaux et qu'il ne faut évidemment pas prendre pour un horizon lessivé.

Ces sols à texture légère sont très susceptibles à l'érosion qui devient intense dès la déforestation. Lorsque le grès est très sableux et que l'érosion remontante rapproche le niveau de base, l'érosion se manifeste même sous forêt, sous forme de coulées sableuses ensevelissant les arbres (éboulis sableux portés sur la carte).

Propriétés chimiques

Le taux organique est moins élevé que la teinte de la surface ne le laisse supposer, très peu d'humus suffisant à colorer ces sols légers. La teneur en matière organique est voisine de 30 ‰ avec 1,5 à 2 ‰ d'azote. Le rapport C/N, voisin de 10, bas pour un sol forestier, indique une minéralisation rapide des déchets organiques ; la prédominance des acides humiques sur les acides fulviques accuse aussi cette évolution en milieu bien drainé. Le taux d'humification est élevé.

Les teneurs en éléments échangeables, chaux, magnésie et potasse sont faibles, aussi bien en surface qu'en profondeur ; la capacité de saturation

est faible, ainsi que le niveau d'acide phosphorique assimilable. Le pH est faiblement acide.

Les réserves de chaux sont moyennes, celles de potasse très basses et celles d'acide phosphorique bonnes.

Utilisation agricole

Il est souhaitable que les zones actuellement forestées soient maintenues. La déforestation laisse des sols de richesse chimique moyenne, mais érodables au plus haut point de par leurs propriétés physiques. Le feu n'ayant eu jusqu'ici comme unique conséquence que d'agrandir le domaine de la savane au détriment de la forêt, l'érosion fait disparaître, en un petit nombre d'années, la fertilité longuement accumulée dans les horizons de surface et l'on passe au type de sol peu humifère de la savane.

Si toutefois des destructions de forêts étaient réalisées dans le but de trouver des sols non dégradés (et bien drainés en saison des pluies, ce qui est rare dans la région) convenant à l'arachide, il ne faudrait déforester que selon d'étroites bandes de niveau et sur des pentes ne dépassant pas 2 %. Une rotation avec sole d'engrais vert devrait maintenir les réserves organiques. Le manque d'eau sur les plateaux rend, cependant, très problématique l'établissement d'exploitations agricoles.

Ces sols possèdent donc surtout une vocation forestière.

SABLES ROUX, série Maroaboalo (peu humifères)

Ils correspondent, toujours sur les grès de Sitampiky, aux zones occupées par la savane. On observe la disparition très rapide de la plus grande partie de l'horizon humifère quand l'on passe de la forêt à la savane par l'intermédiaire de la très étroite bande de transition comportant encore quelques arbres.

Propriétés physiques

L'horizon organique tronqué, on observe, en surface, l'horizon rouge, sablo-argileux. L'oxydation et la faible teneur organique donnent à la surface une teinte rouge foncé. Le profil typique est le suivant, sous tapis graminéen très discontinu :

0-20 cm, rouge foncé, parfois friable, parfois assez compacté, sablo-argileux, peu organique.

Sous 20 cm, rouge, progressivement plus pâle en profondeur, généralement plus meuble. Sablo-argileux. Horizon homogène, très profond passant graduellement au grès non rubéfié.

Le ruissellement creuse souvent de petites rigoles qui laissent en surplomb l'horizon supérieur, tandis que le sous-sol plus friable est entraîné. C'est ainsi que l'on observe, dans de faibles dépressions du plateau, des accumulations de sables ruisselés rouge-pâle (surmontés d'un dernier dépôt

limoneux de quelques millimètres d'épaisseur, craquelé et recroquevillé par la sécheresse en saison fraîche).

Propriété chimiques

La teneur en matière organique s'abaisse plus ou moins, selon l'intensité de l'érosion, entre 4 et 15 ‰, celle en azote entre 0,2 et 0,8 ‰. Le rapport C/N reste voisin de 10, tandis que le niveau de potasse échangeable et ceux de chaux et magnésie échangeables sont bas à très bas. C'est là une différence chimique sensible avec les sables roux des régions au Sud de Morondava dont les teneurs en ces éléments sont plus fortes (taux de chaux échangeable généralement supérieur à 1 ‰). Nous pensons, néanmoins, que l'on peut conserver le terme de sables roux qui désigne un grand ensemble de sols présentant des propriétés voisines et dans lequel chaque nouvelle prospection peut faire apparaître des types particuliers.

Le pH est aussi un peu plus bas (parfois inférieur à 6,0) que pour les sables roux du Sud-Ouest. La teneur en phosphore assimilable est très faible. Les réserves de phosphore sont bonnes, alors que celles de chaux et potasse sont faibles à très faibles.

Utilisation agricole

Ces sols constituent des zones de pâturage extensif. Leur grande extension aux dépens de la forêt les laisse en grande partie sous-pâturés. La seule culture qu'il est possible d'envisager est l'arachide : la composition granulométrique convient, mais le niveau organique et les teneurs en éléments fertilisants sont trop bas. Les rendements de la première année de culture n'atteindraient probablement pas une tonne (avec risque de coques creuses par manque de chaux) et leur maintien exigerait une forte lutte contre le ruissellement et des apports organiques et minéraux importants.

La proximité de vastes zones d'alluvions, à vocation agricole riche, fait donner à ces sables roux une vocation mixte forestière et pastorale. Mais, au lieu de la savane mordant toujours plus sur la forêt par brûlage des lisières, il faudrait maintenir une grande proportion de boisements, les pentes, mêmes faibles, restant forestées, et ne permettre le pâturage que sur les zones plates. Là, même, le maintien de bandes boisées serait souhaitable.

La solution qui consiste à faire vivre un bœuf sur un nombre d'hectares qui s'accroît au fur et à mesure que la dégradation des pâturages s'accroît (les touffes de graminées s'espacent de plus en plus) trouve sa limitation lorsque l'aire à parcourir par l'animal devient trop étendue, et c'est le cas ici.

L'extension des zones de pâturage aux dépens de la forêt s'avère donc pratiquement sans intérêt pour les éleveurs dans ces zones inhabitées, mais le feu mis en un point se propage sur toute l'étendue des savanes, en mordant toujours un peu plus sur les forêts.

Il est probable qu'en entravant l'intense érosion en nappe par quelques

levées de terre selon les lignes de niveau (sur les pentes faibles) on permettrait une lente régénération du sol, alors qu'on assiste actuellement non seulement à un appauvrissement progressif, mais au passage vers le type des sables roux érodés (nous entendons par là une suite de buttes chaotiques et le plus souvent dénudées). Les terrains de pâturage devraient être actuellement limités au voisinage des villages en y pratiquant des essais de régénération.

SABLES ROUX (ÉRODÉS), série Besely

Seule la rubéfaction en surface nous autorise à conserver le terme de sol. Mais comme cette rubéfaction est très profonde, nous l'avons vu, sur les grès de Sitampiky, l'érosion a ruiné toute possibilité de mise en valeur bien avant d'avoir déblayé les horizons rouges.

L'aspect le plus général de ces zones est une succession de collines de petites dimensions, burinées de toutes parts de ravinements (rappelant de petites lavaka), d'arrachements sur pentes, et véritablement rabotées par un ruissellement intense. Ces sols s'observent largement sur les pentes du rebord Sud de l'Antanimena ainsi qu'à l'intérieur des ravins d'érosion dans le plateau de Maroaboalo. L'érosion sur ces terrains est à l'origine de masses sableuses venant recouvrir au Nord les alluvions de la Maharivo lors des crues, et, au Sud, les alluvions argileuses de l'Iabohazo et les sols brun sur jaune issus de marnes en bordure de la vallée.

2° Famille des sols sur roches cristallines acides

SOLS ROUGES DE PIEDMONT, série Mahazoma (érodée)

Dans la région de Maevatanana et de Mahazoma, les sols, à rapport silice/alumine non latéritique de la bordure du socle cristallin malgache, recouvrent des schistes cristallins de nature surtout gneissique, très abondants.

Propriétés physiques

Le profil typique (cf. Annexe, page 71, description du prélèvement 43 au Sud de Mahazoma, que nous prenons comme type), rarement observé tellement est forte l'érosion, comporte, en surface, un horizon rubéfié ne semblant pas dépasser 1 m d'épaisseur. La matière organique, en faible quantité, donne une légère nuance brun-rouge dans les premiers cm superficiels (et, sur une profondeur d'environ 20 cm, dans la série humifère de Boinakely, correspondant aux zones encore forestées). On passe graduellement, en profondeur, à un horizon blanchâtre, dans lequel l'individualité des minéraux apparaît de plus en plus vers le bas. Les feldspaths sont ceux qui sont altérés le plus près de la roche intacte.

On peut schématiser ainsi le profil de ces sols :

- A : Horizon kaolinique rubéfié,
- B₁ : Horizon tacheté sur fond généralement clair,
- B₂ : Roche pourrie à taches rouille,
- C : Roche-mère.

Le colluvionnement qui a remanié ces sols de longue date a placé de gros blocs rocheux dans la plupart des profils et l'érosion en nappe actuelle les dégage de leur gangue terreuse, en laissant des champs de cailloux sur les pentes des collines.

Propriétés chimiques

Le taux de matière organique atteint 50 ‰ sous forêt (prélèvement 68) tandis qu'il est extrêmement variable sous savane, selon l'intensité de l'érosion (22 ‰ dans le prélèvement 51 ; 3 ‰ dans le 43). L'azote dépasse 2 ‰ sous forêt avec un rapport C/N de 12,6 tandis que sous savane, il s'abaisse à 0,3-0,6 ‰. Les acides humiques sont plus abondants que les acides fulviques. Le taux d'humification est plus élevé sous forêt que sous prairie. La chaux et la magnésie échangeables présentent des teneurs élevées sous forêt mais la potasse échangeable est faible ; les réserves minérales sont moyennes, sauf la potasse totale qui est faible.

Sous prairie, les teneurs en calcium et potasse échangeables sont faibles, celle en magnésie moyenne.

On note que le calcium échangeable augmente peu (ou pas) en profondeur (il doit être éliminé en grande partie et très rapidement au fur et à mesure de l'altération des minéraux calciques), tandis qu'une nette tendance inverse a lieu pour la potasse (teneur de 0,14 ‰ dans la zone de départ 515 contre 0,03 ‰ en surface). Le pH augmente d'environ 6 en surface à 6,5 dans la zone de départ.

Éléments totaux

Les rapports silice/alumine sont partout très voisins de 2 ou supérieurs à 2.

C'est sous forêt que se trouve le minimum de 1,97. On peut évidemment se demander dans quelle mesure les horizons supérieurs des autres profils n'ont pas été partiellement tronqués, ce qui élèverait le rapport de la surface actuelle sous savane. Quoi qu'il en soit, le rapport sous forêt est assez élevé pour que ces sols puissent ne pas être classés comme latéritiques. Que cette érosion sous savane soit plus rapide que l'altération en profondeur en permanence ou temporairement, et l'on aboutit à un rajeunissement des sols. Il semble bien, en effet, que la vitesse de l'érosion actuelle soit plus grande que celle de l'altération en profondeur. Cet état actuel semble succéder à une période pendant laquelle, au contraire, l'altération en profondeur progressait plus rapidement que l'érosion, avec comme conséquence une épaisseur et une évolution climatique des sols croissantes. Cette période coin-

cidait sans doute avec l'existence d'une pénéplaine englobant le Bas-Plateau et les formations sédimentaires les plus anciennes. La proximité des grandes vallées (Ikopa, Betsiboka, Menavavy) dont un approfondissement marqué a pu se produire à une époque géologiquement récente, a rendu tous les sols avoisinants particulièrement exposés à l'érosion.

Le maintien de la couverture boisée a pu les préserver (persistance de zonés tabulaires) ou, tout au moins, conserver l'équilibre entre la vitesse d'érosion en surface et celle de l'altération des roches en profondeur. Cet équilibre a été détruit par la suppression récente et presque générale de la

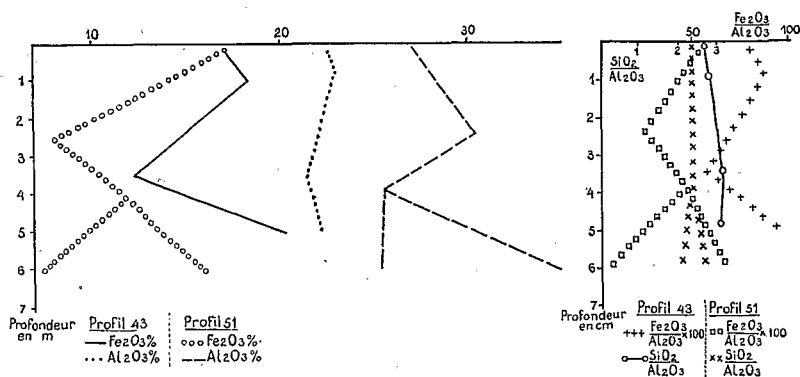


FIG. 3. — Variations selon la profondeur du fer (Fe_2O_3) et de l'alumine (Al_2O_3) rapportés à la fraction soluble au réactif triacide; variations des rapports $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ et $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$ dans deux sols non latéritiques.

forêt. Cette destruction engendre une érosion fantastique qui se traduit par la grande extension actuelle de sols tronqués, c'est-à-dire ayant perdu leurs horizons supérieurs. Certains sont déjà squelettiques (affleurement des roches); tous les sols de collines le deviendront assez rapidement étant donné l'allure de l'érosion. Nous avons porté en graphique (fig. 3) la variation, selon la profondeur, du fer (Fe_2O_3) et de l'alumine rapportés à la fraction soluble dans le réactif triacide de BAËYENS (c'est-à-dire en faisant abstraction du quartz et des éléments inaltérés). On voit que la proportion de fer passe par un minimum dans la zone tachetée et remonte en surface à une proportion voisine de celle existant dans la zone de départ.

Il existe parfois en surface (profil 51) une faible diminution de fer pouvant correspondre au lessivage de l'horizon supérieur. On note la courbe fourchée, dans sa partie inférieure, selon que l'on considère, dans la zone de départ, un filon feldspathique ou un filon riche en minéraux ferrugineux. La proportion d'alumine varie peu dans le profil pour le prélèvement 43 dont les

rapports silice/alumine sont très élevés. Au contraire, dans le profil 51, il y a accumulation d'alumine dans l'horizon tacheté.

Cette courbe de la proportion d'alumine nous paraît susceptible de différencier les sols latéritiques de ceux qui ne le sont pas. Le sol 51, intermédiaire entre les deux catégories, se trouve en effet près d'Antsifabositra, zone où tous les autres prélèvements sont latéritiques. Le rapport fer/alumine passe par un minimum dans la zone tachetée du profil 51 et, dans la partie supérieure de la zone de départ, du profil 43.

Nous sommes donc amenés à la conclusion qu'après l'altération des minéraux, dans la zone d'altération de la roche, il y a appauvrissement en fer dans la zone de départ (qui correspondrait à l'horizon blanchi ou *pallid zone* des sols latéritiques).

L'explication la plus probable est la mobilisation du fer dans cette zone très humide, sinon saturée, en saison des pluies et son dépôt irréversible dans les horizons supérieurs où il y a sinon battement de la nappe phréatique, du moins variations fréquentes d'humidité au cours de la saison des pluies.

Ces processus de mise en solution et de dépôt du fer sont probablement les mêmes que ceux des sols latéritiques. L'abondance des ferro-bactéries dans les eaux issues des lavaka prouve d'ailleurs que le fer (mobile sous forme réduite) n'en est pas absent. Il est intéressant de souligner, qu'au contraire, la proportion d'alumine varie peu dans le profil typique (43) que nous avons classé dans les sols ferrugineux tropicaux, alors que leur profil est morphologiquement celui des sols latéritiques. Les rapports silice/alumine augmentent légèrement en profondeur. Le rapport de 2,13 dans le filon quartzo-feldspathique de la zone de départ 51 indique vraisemblablement une rapide altération kaolinique.

Utilisation agricole

L'aire occupée par ces sols ne présente aucun intérêt agricole, mises à part les rares dépressions où la culture du riz donne la vie à quelques villages. Les collines, ravagées par l'érosion, ne portent que des touffes éparses de graminées pâturées très extensivement.

Le plus souvent, la dégradation a dépassé le stade permettant la reforestation. L'abandon total de telles zones à leur dégradation de plus en plus intense, le régime des feux se poursuivant, n'est malheureusement pas sans avoir des répercussions graves. C'est ainsi que les alluvions de la Menavavy subissent, sur leur rive droite, un ensablement progressif au voisinage des confluent des cours d'eau les plus importants, comme la Maetsamena. Seuls un réembroussaillage spontané et une meilleure couverture herbacée, dont la suppression des feux pourrait permettre l'établissement, seraient susceptibles d'apporter à ces graves problèmes une solution économiquement acceptable.

Sols brun-rouge

Famille des sols sur roches cristallines basiques

SOLS BRUN-ROUGE DE PIEDMONT SUR ROCHES BASIQUES, série Bekapija

Ces sols se trouvent sur les schistes cristallins basiques (para-amphibolites, talcschistes) des collines de la région Nord du Bas-Plateau, ainsi que sur les roches éruptives, gabbros, basaltes, ortho-amphibolites de la même région. L'intensité de l'érosion n'épargne malheureusement aucune zone de ces collines dénudées et la plupart des sols sont tronqués jusqu'à la zone de départ. Les surfaces rouges ne manquent certes pas, mais elles résultent le plus souvent de remaniements.

Nous avons pris le type de ces sols près de Bekapija.

Le profil typique est le suivant :

0- 30 cm, rouge-sombre ; un peu humifère, argilo-limoneux, grossièrement grumeleux. Les seuls accidents, dans le matériau très fin, sont parfois de la magnétite et quelques grains de quartz (non seulement les roches-mères sont parfois un peu quartzieuses, mais les filons de quartz sont fréquents). On trouve aussi quelques concrétions ferrugineuses ou noires.

30-100 cm, rouge à rouge-jaune, plus compact, argilo-limoneux.

100-150 cm, jaunâtre avec petites taches rouges.

Le matériau se résoud facilement (étant sec) en agrégats polyédriques de 0,5-1,5 cm, de structure très compacte à revêtement colloïdal. En les cassant, on y observe de petites concrétions rondes, ferrugineuses, d'environ 0,5 mm et quelques quartz, sans autres minéraux reconnaissables.

Les pyroxènes, lorsqu'ils existent (cas de l'affleurement de Bekapija) donnent une nuance verdâtre à cet horizon.

À la base de cet horizon, on observe pour les roches à structure compacte (basaltes, gabbros, ortho-amphibolites) des blocs rocheux altérés (en boule pour le basalte). On passe de la roche intacte, foncée, en l'espace de quelques centimètres, à la roche pourrie, rouillée, se désagréant facilement à l'épingle. Les plagioclases altérés y forment des taches blanches qui s'estompent vers la périphérie. Ceci correspond à ce que A. LACROIX (3) a appelé la texture en pain d'épice, dans laquelle « la roche devient jaune et terreuse ; seule la bowlingite et un peu de titanomagnétite sont restées intactes, tout le reste est décomposé en produits colloïdes ; de la stilpnosidérite jaune envahit irrégulièrement la roche » (3).

Les roches à structure moins compacte (para-amphibolites) se désagrègent progressivement en un matériau friable, de texture sableuse (fine), de teinte plus claire que la roche intacte, sur un espace étendu, passant vers le haut à l'horizon jaunâtre. La désagrégation initiale est le fait de l'altération précoce des plagioclases. Très souvent, les sols tronqués sont recouverts

par des colluvions, en provenance des collines voisines de roches cristallines acides, ou issues des filons quartzeux extrêmement abondants.

Sur micaschistes, on observe une altération du mica en zones brunes, parfois ferrugineuses, et l'on passe à l'horizon rouge par l'intermédiaire d'un horizon jaunâtre à taches rouges. Le mica disparaît progressivement vers la surface, avec teinte rouge de plus en plus foncée.

Sur amphibolites (prélèvement 39), la teinte de la surface est brun-rouge foncé.

Les roches-mères, riches en pyroxènes, donnent une zone de départ vert-foncé, tachetée de blanc par les plagioclases en voie d'altération, passant à un horizon jaune-verdâtre à structure massive puis, progressivement, vers le haut au jaune, puis au rouge sombre (profil 62, sauf surface rapportée).

Le basalte s'altère sur un court espace en une masse friable de teinte bleutée, sur laquelle se détachent les plagioclases altérés en poudre blanche (kaolinique). Il peut exister des lits concentriques jaunâtres à verdâtres.

En septembre, toutes les zones de départ de ces sols sont sèches, contrairement à ce qui se passe pour les sols latéritiques des environs d'Antsiafabositra.

Propriétés chimiques

La matière organique ainsi que l'azote présentent des taux très faibles en surface ; le maximum trouvé pour ces deux éléments est dans l'échantillon 391 au Sud de Mahazoma avec un rapport C/N de 10,4. Les teneurs en acides fulviques sont souvent supérieures à celles en acides humiques. La chaux et la magnésie sont à un niveau assez élevé en surface et augmentent généralement en profondeur ; les taux de potasse sont faibles en surface et la capacité d'échange de bases, élevée par suite de la richesse en colloïdes, maintient le coefficient de saturation aux environs de 30 %. En surface, le pH varie de 6,0 à 6,5 pour atteindre souvent la neutralité dans la roche altérée ; les réserves en éléments fertilisants sont moyennes à fortes pour la chaux et le phosphore, mais, en général, franchement faibles pour la potasse.

Eléments totaux

Les rapports silice/alumine sont généralement supérieurs à 2 en surface. Le fer est abondant, voisin de 15 % (rapport Fe_2O_3/Al_2O_3 voisin de 1).

Dans l'horizon jaune, le rapport silice/alumine est de 2,3 à 2,8 et il augmente dans la zone de départ pour dépasser 5 dans la roche pourrie (échantillons 62 et 69). Le fer est presque aussi abondant dans l'horizon jaune que dans l'horizon superficiel rubéfié, tandis que la silice augmente en profondeur. L'alumine semble avoir la teneur la plus élevée dans l'horizon jaune.

Utilisation agricole

Sans le relief et l'intensité de l'érosion, ces sols seraient supérieurs aux

sols sur grès. Mais la dégradation intense qu'ils ont subie leur a enlevé le plus souvent la possibilité même d'être reforestés. La dénudation végétale est souvent totale.

Seules, quelques dépressions retenant une partie des sols charriés par l'érosion en nappe, peuvent être utilisées en rizières ou porter du manioc. Les collines aux touffes éparées de graminées sont utilisées en pâturage extensif.

SOLS BRUN-ROUGE SUR BASALTE, série Antanimena

L'aire occupée par ces sols est bien délimitée sur les coulées basaltiques de l'Antanimena, ainsi que sur celles de l'Ankara.

Leur position systématique dans la classification des sols est assez indécise, de par leur rapport silice/alumine variant de 1,8 à 2,1 entre les sols latéritiques et les sols ferrugineux tropicaux. Les rapports très légèrement supérieurs à 2, trouvés dans la partie Nord du plateau d'Antanimena par P. SÉGALEN, nous ont amené à les classer dans les sols ferrugineux tropicaux.

Propriétés physiques

Le profil typique est le suivant :

0-15 cm (savane), 0-30 cm (forêt), rouge sombre sous savane, brun-rouge sous forêt, d'aspect homogène, argilo-limoneux. Structure parfois lamellaire horizontale sous savane, grossièrement grumeleuse en général.

15 ou 30 cm à environ 3 m, rouge brique, argilo-limoneux, nuciforme. Sous 3 m, horizon tacheté grisâtre à taches rouges (passages parfois violets), puis horizon d'altération blanc-grisâtre avec blocs de basalte altérés en boule (altération centripète en lamelles).

Propriétés chimiques

La matière organique, déficiente sous savane (5 à 15 ‰), est, par contre, assez abondante sous forêt (30 à 60 ‰). La même constatation vaut pour l'azote. Les rapports C/N sont faibles partout.

Sous forêt, les teneurs en éléments échangeables sont élevées. Elles sont moyennes sous savane. Les taux de phosphore assimilable sont moyens à faibles. Le pH, acide dans l'horizon rouge (6,0 à 6,4 en général), atteint 6,7 près de la roche intacte.

Les réserves de phosphore sont fortes, celles de chaux moyennes et celles de potasse très faibles. Cette faiblesse en potasse est d'ailleurs très générale dans les sols issus de roches basaltiques.

Éléments totaux

La moyenne du rapport silice/alumine pour 3 surfaces est de 1,83. Le fer est abondant (20 à 25 ‰). Les teneurs en alumine sont du même ordre, généralement un peu plus élevées que celles en fer.

A. LACROIX (3) signale des cuirasses ferrugineuses continues atteignant 0,80 m d'épaisseur. Leur présence est certainement très localisée ; nous n'en avons pas observé.

Utilisation agricole

Ces sols, aux pentes généralement assez faibles, constituent des zones d'élevage intéressantes. L'eau, bien que plus abondante que sur le plateau des grès de Sitampiky, au Sud, est cependant rare et le manque de villages amène le sous-pâturage d'immenses étendues, néanmoins soumises au feu.

En ce qui concerne la vocation culturale de ces sols, on peut faire les mêmes observations que pour le plateau des grès de Sitampiky couvert de sables roux, avec l'élément favorable que la nature plus argileuse des sols et leur bonne structure les rendent beaucoup moins susceptibles à l'érosion. L'arachide pourrait être cultivée en choisissant les zones les plus humifères, avec des rendements qui atteindraient vraisemblablement 800-900 kg à l'hectare. Des engrais verts devraient entrer dans la rotation avec des apports de potasse. Cependant, ces sols ont surtout une vocation pastorale.

B. — SOLS LATÉRITIQUES

Sols rouges

SOLS FAIBLEMENT LATÉRITIQUES, série Marotolana

Ces sols occupent la zone SE de la carte, c'est-à-dire les régions dont l'altitude est relativement la plus élevée.

Le rapport silice/alumine n'est pas trouvé inférieur à 1,4. Les roches-mères sont, le plus souvent, des granites ou des gneiss. L'épaisseur des sols augmente vers le SE, variant en sens inverse du rapport silice/alumine.

Propriétés physiques

Le profil typique est le suivant ;

0 à environ 250 cm, rouge, quelquefois rouge plus foncé dans les premiers décimètres (présence d'un peu de matière organique et oxydation plus forte), argilo-limoneux, polyédrique, compact.

Le quartz est le seul minéral reconnaissable ; il se présente en grains xénomorphes, salis par les colloïdes rouges.

250-350 cm environ, horizon de transition, rouge pâle à rose, limono-argileux (l'altération colloïdale est moins avancée que pour l'horizon supérieur). En plus du quartz, on distingue quelques lamelles de mica altéré.

350-500 cm environ, horizon gris-blanchâtre parfois légèrement jaunâtre. Structure devenant friable. Micac altérés, encore groupés en paquets. Feldspaths identifiables, en cristaux altérés friables,

blanc-mat. La structure originelle de la roche est reconnaissable. La teinte de l'horizon est fonction du mélange des feldspaths (composante blanche) et des éléments ferrugineux (mica noir, par exemple, reconnaissable à ce niveau, amphiboles, etc...).

Sous 500 cm environ, zone de départ proprement dite, humide une grande partie de l'année ou même toute l'année. La cohésion disparaît entre les éléments constitutifs de la roche (apparition de fissures). Les feldspaths sont les premiers touchés. L'hydratation doit jouer un grand rôle en causant un accroissement de volume (qui peut être suivi de rétraction en saison sèche, vers le haut de la zone de départ).

La roche se rouille par altération des éléments ferrugineux. Le profil est généralement hétérogène avec des passages blanc-mat correspondant aux filons feldspathiques ou quartzo-feldspathiques.

Propriétés chimiques

Les taux de matière organique et d'azote sont partout extrêmement bas si l'on ne tient pas compte d'exceptionnels thalwegs boisés, comme au Nord d'Antanimbarindratoraka. On note, le plus souvent, moins de 5 ‰ de matière organique et moins de 0,3 ‰ d'azote sous savane à touffes éparées de graminées. Sous tapis plus dense de *vero* et érosion en nappe moins intense (surface du profil 52), on atteint 20 ‰ de matière organique et 1 ‰ d'azote en surface.

Sous forêt, la surface 631 contient 35 ‰ de matière organique et 1,25 ‰ d'azote, mais il n'est pas certain qu'un remaniement n'ait pas eu lieu. La teneur en calcium échangeable, aussi bien sous savane que sous forêt, est de l'ordre de 0,6 ‰, en surface, et s'abaisse, parfois, en profondeur pour remonter seulement dans la zone de départ. Les teneurs en potasse et magnésium échangeables sont moyennes à faibles et s'élèvent en profondeur. Le phosphore assimilable est généralement à un niveau très bas.

Le coefficient de saturation est variable. Il augmente, en général, de la surface vers la profondeur, de 20 vers 50 %. On note, parfois, un minimum dans l'horizon rouge-pâle. Le pH, faiblement acide, augmente vers la profondeur jusqu'à 6,6-6,8, dans les zones de départ. Les réserves dans les horizons rubéfiés sont, d'une façon très générale, moyennes en chaux, bonnes à moyennes en acide phosphorique et faibles à moyennes en potasse. Tandis que les teneurs en chaux totale augmentent sensiblement en profondeur, celles en potasse dépassent parfois 10 ‰ dans la zone de départ.

Éléments totaux

Ici encore, nous avons porté sur un graphique (fig. 4) les variations des teneurs en fer et alumine par rapport à la partie passant en solution dans le réactif triacide, pour les profils 52 et 61. La teneur en fer marque un mini-

num dans l'horizon clair, sous l'horizon rubéfié de la surface **52**, tandis que l'alumine y présente son taux maximum. Ces variations de la teneur en alumine dans le profil constituent une différence nette par rapport aux sols à rapport silice/alumine élevé, comme le **43**.

Dans le profil **61**, il y a accumulation d'alumine dans l'horizon tacheté par rapport à la zone de départ et cette accumulation augmente jusqu'en surface.

Alors que la proportion d'alumine augmente, lorsqu'on s'abaisse dans la zone de départ **61**, ce phénomène n'est pas observé pour le profil **52**, qui laisse probablement la roche intacte à une profondeur plus grande, inaccessible.

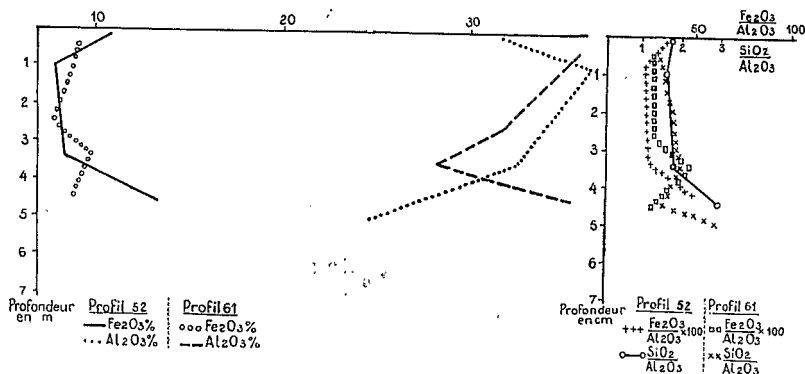


FIG. 4. — Variations homologues de celles de la figure 3 dans deux sols latéritiques.

Les rapports fer-alumine ont leur maximum à la base et au sommet des profils.

Les rapports silice/alumine, variant de 1,5 à 1,8 en surface, s'élèvent assez peu jusqu'à la zone de départ pour y atteindre des valeurs de 2,5 à 3,0.

Sous la direction de P. SÉGALEN, l'analyse thermique de la fraction argile a été réalisée dans un profil latéritique (**61**) et un profil non latéritique (**43**). Les résultats sont reportés sur les figures 5 et 6. On constate pour le sol non latéritique l'absence de crochet à 250° indiquant l'absence d'hydroxydes et par conséquent d'alumine hydratée.

Au contraire pour le profil latéritique on note un gros départ d'eau vers 250°, ce qui laisse supposer une certaine quantité d'alumine hydratée $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Le deuxième départ d'eau vers 450° correspond à la kaolinite.

Utilisation agricole

Ces sols sont généralement érodés à un degré moindre que les sols non

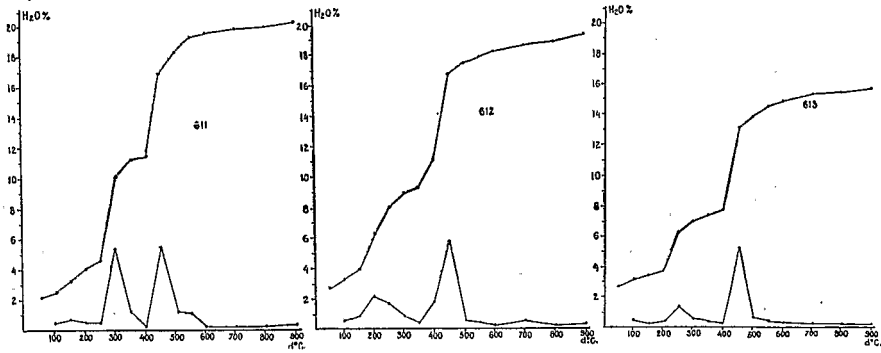


FIG. 5. — Analyse thermique de la fraction argile dans un profil latéritique.

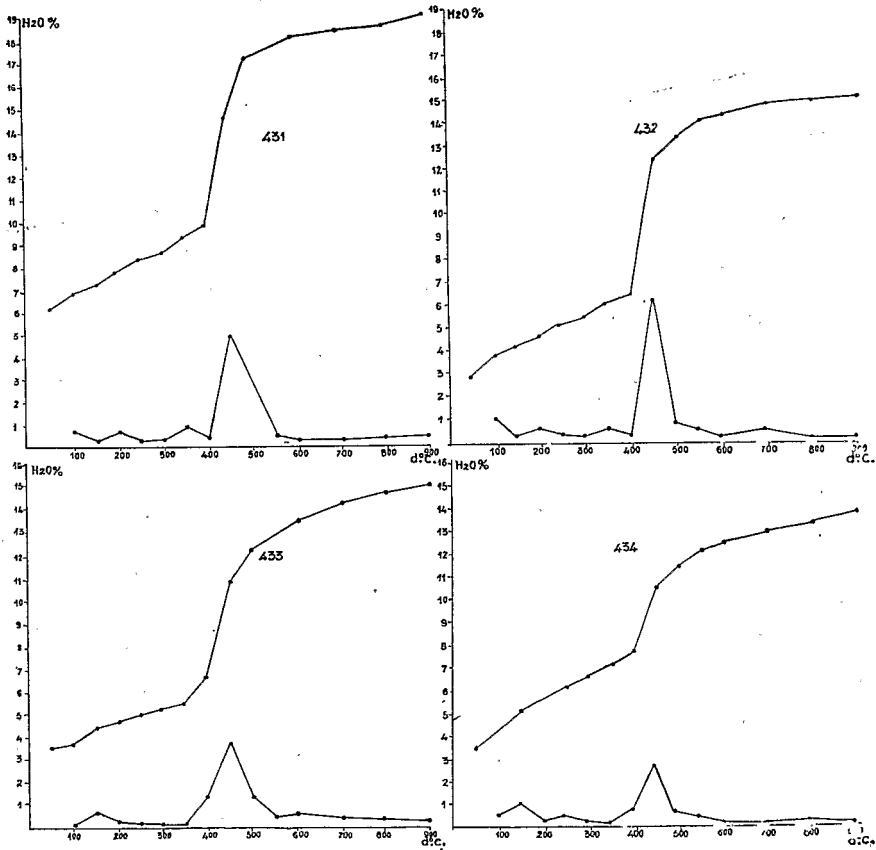


FIG. 6. — Analyse thermique de la fraction argile dans un profil non latéritique.

latéritiques du Bas-Plateau. Leur aspect tend vers celui des Hauts-Plateaux qui consiste souvent en un relief assez arrondi, mais entaillé, de part et d'autre, par de profondes lavaka. Leur utilisation actuelle est le pâturage extensif ; leur vocation est forestière pour la plus grande partie, c'est-à-dire sur les pentes moyennes et fortes. Les pentes faibles pourraient être réservées au pâturage loin des villages et aux cultures avec mesures de conservation des sols au voisinage des localités.

Les dépressions alluviales et colluviales, en bordure des cours d'eau, constituent naturellement des centres d'intérêt agricole échappant à la dégradation des sols qui est la règle ailleurs. C'est autour de ces centres que devraient commencer les essais de régénération des sols dont l'érosion n'est pas encore trop avancée.

C. — SOLS CALCIMORPHES

Sols brun sur jaune

Famille des sols sur marnes

Ces sols sont localisés sur les formations géologiques marneuses qui affleurent largement de part et d'autre de la vallée du Kamoro et dans la vallée de l'Iabohazo. Les marnes sont très souvent gypseuses. Leur teneur en calcaire est très variable : il existe des passages argileux, gypseux le plus souvent, non calcaires, ainsi que de minces lits de calcaires compacts horizontaux. Les roches-mères peuvent être aussi des grès marneux. L'imperméabilité de la roche-mère est à l'origine du peu d'évolution que présentent ces sols.

Il apparaît, cependant, que le calcaire peut être un peu lessivé dans les horizons de surface, lorsque la roche-mère est un grès marnéux. Le gypse semble, aussi, lessivé en surface. L'intensité de l'érosion ne permet pratiquement pas d'observer l'horizon supérieur, entièrement décalcarifié. (Il existe en surface des zones non calcaires peu étendues assez fréquentes, mais elles correspondent, dans la plupart des cas, à des passages argileux et non calcaires de la roche-mère). Les caractéristiques hydriques de ces sols sont extrêmement défavorables : ils se gorgent d'eau en saison des pluies et se dessèchent intensément en saison sèche, avec formation de nombreuses craquelures. Si l'on excepte la prairie à vero et danga dans les dépressions conservant un peu d'humidité en saison sèche, le sol est souvent nu entre les arbres ou arbustes chétifs, d'où un ruissellement et une érosion presque partout très intense.

L'érosion prend une si grande importance dans la physionomie donnée aux sols que nous avons distingué deux séries. La série d'Antorilavo est caractérisée par des sols de pente faible et relativement peu érodés (subissant

cependant l'érosion en nappe). La série de Saonjo (localité de la vallée de l'Iabohazo) est caractérisée, au contraire, par des sols très érodés en nappe, arrachements et ravins, bien que les collines présentent des pentes généralement faibles. Des colluvions, que la carte ne peut indiquer, se déposent au pied de ces collines.

SOLS BRUN SUR JAUNE SUR MARNES, série d'Antorilava

Ces sols, peu érodés, forment rarement des surfaces assez étendues pour pouvoir figurer à l'échelle du 1/200.000^e. Ils ont déjà été étudiés par G. TERCINIER (7).

Rappelons le profil typique :

- 0 à 15 cm, gris-brun à brun, calcaire, compact, craquelé en saison sèche, sablo-limoneux à sablo-argileux. Les agrégats sont souvent grossièrement cuboïdes (2 à 3 cm de côté).
- 15-60 cm, jaune-ocre, compact, sablo-argileux avec nombreuses efflorescences blanches tapissant les fentes.
- Sous 60 cm, jaune-ocre, argileux à sablo-argileux, avec, parfois, des concrétions calcaires dures ($\frac{1}{2}$ à 1 cm) et des bandes de gypse en fines aiguilles.

La teneur en matière organique dépasse 50 ‰ et la teneur en azote 2 ‰ en de rares points protégés du ruissellement par une prairie dense. Le rapport C/N est alors voisin de 15. Plus souvent, cependant, les taux de matière organique s'abaissent vers 15 ‰, dès qu'il y a dénudation et érosion en nappe (sol 77). Les niveaux de magnésie et potasse échangeables sont moyens. Le pH est aux environs de 8,0 pour la plupart des sols, encore calcaires en surface. Le phosphore assimilable présente des teneurs très variables (0,02 à 0,12 ‰).

Les réserves en éléments minéraux sont moyennes à bonnes.

L'attaque triacide révèle des rapports silice/alumine élevés.

Utilisation agricole

Ces sols constituent de bons pâturages. La prairie à *Hyparrhenia rufa* y est parfois élevée et dense (région d'Antorilava), mais il faut déplorer l'étendue relativement faible de ces sols. Le ruissellement se manifeste, à pente égale, plus intensément sur ces sols imperméables et les moindres pentes, dénudées s'érodent rapidement.

D'autre part la saturation en eau rend le sol plastique. La structure doit se détériorer gravement par passage des troupeaux en saison des pluies.

L'utilisation agricole la meilleure nous paraît être la mise en rizière, lorsque l'eau est disponible et le sol plat.

Comme le dit G. TERCINIER, le coton, qui pousse à l'état sauvage, serait à essayer, mais on trouverait difficilement des zones planes assez étendues permettant de mécaniser sa culture. Les propriétés physiques du sol, très

défavorables, rendraient aussi très difficile le travail mécanique. Les plantations arborées comme celles de kapokiers nous paraissent plus réalisables. Les pentes devraient être réembroussaillées par la végétation spontanée (Bois noirs). En résumé, à part la mise en rizières pour la satisfaction des besoins locaux, la vocation principale de ces sols est pastorale.

Signalons qu'au pied des grès, sur la rive gauche de l'Iabohazo, (région de Bemarivo en particulier), des éboulis sableux forment une pellicule de quelques cm recouvrant ces sols.

SOLS, série Saonjo

Ces sols résultent des précédents par érosion. Ils sont souvent dénudés et pratiquement squelettiques par affleurement en surface de la marne géologique à peine évoluée (sol 3 contenant 45 % de calcaire et seulement 8 ‰ de matière organique). La structure est toujours très compacte et le sol craquelé en saison sèche. Ces sols érodés sont le plus souvent imbriqués avec les précédents et nous avons indiqué sur la carte les zones dans lesquelles il était difficile de les séparer au 1/200.000^e : la série de Saonjo occupe les collines et celle d'Antorilava les bas de pentes et les dépressions.

Utilisation agricole

Ces sols sont utilisés en pâturages très extensifs puisqu'ils ne sont que partiellement occupés par l'herbe (danga et vero surtout).

Une grande partie devrait être réembroussaillée.

D. — SOLS HYDROMORPHES

Sols marécageux

Famille des sols sur sables argileux

Ces sols très peu étendus occupent une plaine au milieu des sols calcimorphes dans le coin NE de la carte. Cette plaine se prolonge vers le Nord dans la carte de Marovoay. C'est la série d'Amboanjo. On trouve aussi des sols marécageux dans quelques thalwegs élargis et dépressions de la zone cristalline. La roche-mère de ces sols est constituée par des dépôts alluviaux et colluviaux, à l'origine, provenant des reliefs voisins. L'immersion de saison des pluies explique leur évolution vers les sols marécageux présentant un horizon d'accumulation organique net en surface.

SOLS, série Amboanjo

Nous renvoyons le lecteur, pour la description de ces sols, à la notice établie par P. SÉGALEN, pour la carte de Marovoay. Lorsque l'eau est

disponible ces sols conviennent bien pour la culture du riz. Humides en saison sèche, ils constituent de bons pâturages.

SOLS MARÉCAGEUX DE LA CHAÎNE DE SOL D'ANAHIDRANO

Ces sols ne sont pas distingués sur la carte ; ils occupent les points bas de la chaîne de sols d'Anahidrano. Ce sont des alluvions ou colluvions évoluées sous l'influence de l'immersion en saison des pluies.

Bien que leur étendue soit extrêmement limitée, leur importance est grande : les villages s'établissent à proximité de ces sols plats et parfois humides en saison sèche, cultivés en riz. Leur intérêt est d'autant plus grand qu'ils se trouvent, dans le Cristallin, au milieu de collines très érodées et souvent dénudées.

Propriétés physiques

La roche-mère de ces sols est constituée par des colluvions issues de l'érosion des collines voisines, ou par des alluvions locales de cours d'eau généralement peu importants et taris en saison sèche, parfois aussi du mélange des deux. L'évolution, due au mauvais drainage, se traduit par une accumulation de matière organique en surface et élimination de fer dans le profil (veinules de rouille vers la surface ; horizon gris-bleu avec fer réduit en profondeur). L'évolution vers les sols hydromorphes est plus ou moins ralentie, selon les endroits, par les apports colluviaux et alluviaux de saison des pluies (sols complexes). Dans ce dernier cas, le dépôt récent en surface est de texture variable, micacé rouge pâle, de structure lamellaire horizontale et de faible épaisseur.

Le profil typique est le suivant :

horizon de surface, plus ou moins organique, argilo-limoneux en général, brunâtre, à veinules rouille, compact ;

horizon profond, de texture argileuse ; plastique, grisâtre à bleuâtre.

Ces sols ont une forte capacité pour l'eau.

Propriétés chimiques

Si le niveau organique des dépôts récents en cours d'évolution est faible (10-15 ‰) il s'élève beaucoup dans l'horizon évolué de surface (50 à 100 ‰). Les rapports C/N sont alors forts. L'azote présente un niveau faible dans les dépôts récents et voisin de 1,5 ‰ dans les surfaces organiques.

Les teneurs en éléments échangeables sont bonnes (parfois un peu faibles pour la potasse). Le pH est aux environs de 6. Les réserves en éléments minéraux sont bonnes.

Utilisation agricole

La mise en rizière est l'utilisation la plus importante de ces sols. Il s'agit de riz de saison des pluies car les cours d'eau, peu importants, traversant les dépressions, tarissent, le plus souvent, en saison sèche. Lorsque l'humidité persiste, la pousse de l'herbe est continue.

E. — SOLS TRÈS PEU OU NON ÉVOLUÉS SUR PLACE

Sols d'apport

COLLUVIONS ET ALLUVIONS LOCALES

Nous avons englobé sous ce titre les colluvions et alluvions, souvent mélangées entre elles, situées dans les thalwegs et les dépressions peu étendus du Cristallin. Ces sols ne sont pas non plus figurés sur la carte, ils font partie de la chaîne de sols d'Anahidrano.

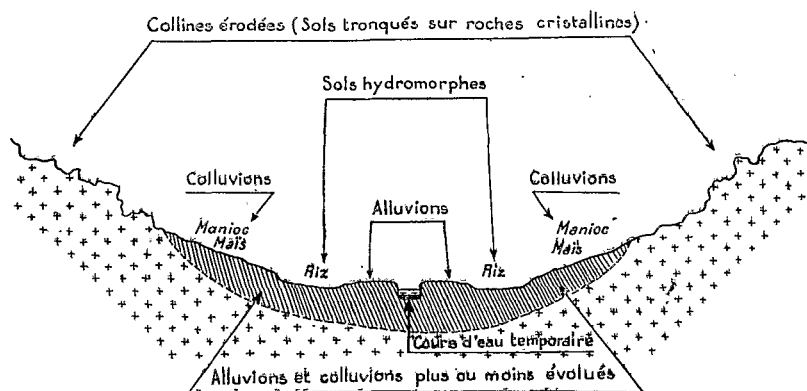


FIG. 7. — Schéma de la chaîne de sols d'Anahidrano (les sols hydromorphes peuvent manquer).

Les colluvions occupent plus spécialement le pied des collines et les alluvions le bord des cours d'eau (fig. 7). Les sols hydromorphes, que nous avons examinés plus haut, manquent si la vallée est étroite ou la dépression, entre les collines, peu étendue.

L'intérêt économique de ces sols est comparable à celui des sols hydromorphes. Ils permettent l'établissement de villages dans la zone des collines érodées.

Propriétés physiques

La texture est variable mais, le plus souvent, sablo-limoneuse avec de nombreuses paillettes de mica.

Le profil est homogène, rouge-clair à brun-rouge. Parfois, cependant, lorsque l'érosion sur les collines attaque surtout des zones de départ, le sol devient gris, assez clair, toujours très micacé. La structure est généralement particulaire et assez meuble.

Les teneurs en matière organique sont très variables : 80 ‰, si les hauts de pentes sont partiellement boisés (colluvions humifères), 15 à 25 ‰,

pour les alluvions issues des collines dénudées. L'azote varie de 0,6 à 3 ‰. Les rapports C/N sont très variables.

Les teneurs en éléments minéraux, aussi bien échangeables que totaux, sont bonnes. Seul, le phosphore assimilable est déficient. Le pH est voisin de 6,2.

Le rapport silice/alumine est élevé dans les alluvions provenant des collines non latéritiques (3,4 dans l'échantillon 40 près d'Anahidrano), plus bas dans la zone latéritique (1,98 dans l'échantillon 53, un peu au Sud de la carte, à Begida).

Utilisation agricole

Ces sols, dont la vocation agricole est soulignée par la stérilité des collines environnantes, complètent les possibilités des sols hydromorphes qui leur sont souvent contigus, en permettant des cultures sèches : maïs, manioc, sorgho, etc... Ils constituent aussi de bonnes zones de pâturages à prairie dense (Vero surtout). Ils peuvent aussi être convertis en rizières, les apports alluviaux importants masquant l'évolution sous l'eau (village de Begida). Il est regrettable qu'ils soient si peu étendus.

ALLUVIONS MICACÉES DES FLEUVES (Baiboho)

Presque tout l'intérêt agricole de la feuille N° 19 peut se concentrer sur ces sols. La presque totalité de ces alluvions est comprise dans l'étude de G. TERCINIER. Il en a dressé une carte au 1/100.000^e pour la vallée du Kamoro et celle de la Mahavavy vers Mahazoma (7) dont la réduction a été utilisée pour la présente feuille, en conservant les distinctions établies par lui de : Baiboho sableux, limoneux, argileux.

Nous n'avons rien à ajouter à la description très complète de ces types d'alluvions et à l'examen de leur nature physique et chimique. Il s'agit, en toute évidence, de sols de première qualité, à vocation culturale riche. Les Baiboho limoneux, les plus fréquents, sont les plus intéressants. Les grandes zones alluviales se trouvent le long du Kamoro, dans les vallées de la Betsiboka, et de l'Ikopa, dès leur sortie du Cristallin et dans la vallée de la Menavavy. Notons que, sur la rive gauche de la Menavavy, au voisinage des cours d'eau venant des marnes gypseuses sur les pentes de l'Ankara, existent des alluvions argilo-calcaires, gypseuses, que nous avons classées avec les alluvions de l'Iabohazo.

Les Baiboho sableux, argileux et limoneux devraient, pour une mise en valeur totale, être cartographiés à grande échelle (1/20.000^e) à l'intérieur de chaque concession. En effet, les trois types coexistent fréquemment en des points rapprochés. La répartition des types texturaux est liée généralement à la topographie. Non seulement le lit principal, mais les nombreux faux-bras, qui deviennent fonctionnels lorsque l'eau monte, déposent, sur leurs bords, des alluvions plus légères (le courant étant plus rapide). Ces

alluvions sableuses, sablo-limoneuses, limoneuses constituent des bourrelets parallèles au fleuve ou à ses faux-bras (levées naturelles, fig. 8).

En dehors de ces levées, le courant de crue, plus faible, dépose des alluvions plus lourdes en quantité moindre, d'où la cote plus faible de ces zones. Ceci explique que l'on ait souvent des zones mal drainées, voire parsemées d'étangs, en bordure de vallée. Chaque fois que la surface alluviale est accidentée de faux-bras et de levées naturelles (se recoupant, parfois, selon les caprices des changements de lits, en laissant des buttes plus ou moins allongées), on aura le plus de chances de trouver des sols légers aux cotes les plus fortes. Ceci est très important pour les cultures de tabac maryland

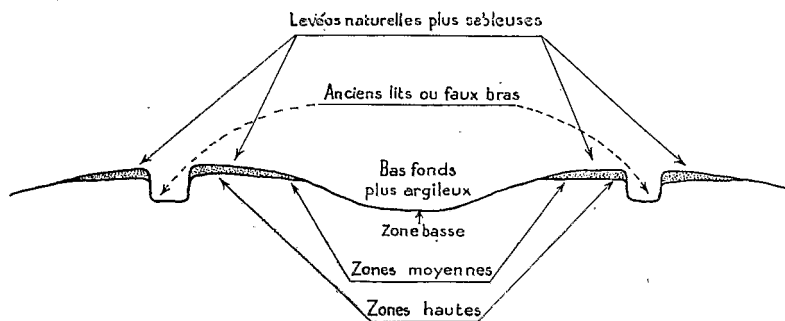


FIG. 8. — Schéma topographique des Baiboho.

qui doivent se faire en sol léger. L'arachide peut se contenter de la zone intermédiaire. Le type argileux dépressionnaire ne conviendra souvent qu'au riz, à condition de pouvoir irriguer. En résumé, à l'intérieur de ces grandes étendues alluviales de vocation agricole riche, les sols étant pourvus partout de bonnes réserves minérales, c'est la texture de l'alluvion (sableuse à argileuse) qui déterminera la vocation plus particulière à une culture déterminée. La topographie donnera de précieuses indications pour la délimitation, à grande échelle, des types texturaux.

Utilisation agricole

La grande étendue des Baiboho est encore très loin d'être entièrement mise en valeur. Le tabac maryland et les arachides, surtout, y sont cultivés sur une certaine surface avec de bons rendements. Malgré les crues qui interdisent l'utilisation des sols en saison des pluies, les possibilités sont très grandes : tabac sur les sols légers, arachides sur les sols de texture moyenne et riz (coton peut-être) sur les zones plus argileuses. Le riz peut, évidemment, se contenter de sols beaucoup moins riches, mais les possibilités sont assez limitées sur les autres sols de la carte (alluvions de l'Iabohazo à part). On est assuré d'obtenir ici d'excellents rendements.

Les crues, si elles rendent les sols inutilisables une partie de l'année, ont, par contre, l'avantage de renouveler la fertilité. L'épuisement des sols ne sera pratiquement pas à craindre en culture intensive.

Le seul souci sera de corriger les déséquilibres et de veiller à l'alimentation des végétaux en azote (engrais verts, apports azotés éventuellement). Les alluvions sableuses de la Menavavy, au voisinage des affluents venant du Cristallin érodé (comme la Maetsamena) seront à éviter, car ces zones s'ensablent de façon continue. La présence d'un peu de chlorures peut aussi causer des ennuis dans la production de tabac maryland dans les Baiboho les plus en aval. L'élevage trouve des pâturages intéressants, dans ces alluvions, en saison sèche.

ALLUVIONS ARGILO-CALCAIRES, GÉNÉRALEMENT GYPSEUSES

On trouve ces alluvions le long des rivières qui drainent les marnes gypseuses du Jurassique, l'Iabohazo surtout, et quelques affluents de la rive gauche de la Menavavy. Il existe le long de l'Iabohazo une légère levée naturelle portant souvent une forêt ripuaire (comme dans la région de Saonjo), tandis que les zones dépressionnaires à l'extérieur de la vallée sont occupées par des rizières ou la prairie à matsia. Avant de rejoindre la Betsiboka, l'Iabohazo laisse sur sa rive droite une vaste région marécageuse, tandis que la largeur des alluvions de la rive gauche est faible.

Propriétés physiques

Ces sols sont caractérisés par une texture argileuse à argilo-limoneuse et une forte compacité. Le gypse y est souvent abondant (presque 3 % SO_3 dans la surface 4) et sa présence se manifeste, en saison sèche, par des efflorescences blanches à la surface du sol. La dessiccation fait apparaître de profondes craquelures. Les taux de calcaire sont élevés, sauf lorsque des apports sableux sont amenés en surface (échantillon 10 près de Saonjo). Notons, d'ailleurs, que l'érosion des formations gréseuses au Nord de l'Iabohazo, tend à ensabler peu à peu les alluvions de la rive gauche. Le danger peut ne pas apparaître jusqu'à présent, parce que ces alluvions, trop lourdes, se trouvent allégées par le sable ; cependant le processus amorcé ira en s'amplifiant et de vastes zones rizicoles seront perdues ; l'eau d'irrigation est peu abondante ; le débit de l'Iabohazo, à la hauteur de Saonjo, guère supérieur à 50 l/seconde en septembre, ne permettra la mise en eau que d'une surface de plus en plus restreinte, à mesure que l'infiltration augmentera dans les rizières. Le profil de ces alluvions est homogène ; la teinte, cependant, est plus foncée en surface (brunâtre, en général), lorsque la teneur en matière organique est assez élevée. On peut noter, parfois, une teinte verdâtre foncé due, probablement, à la présence de glauconie.

Propriétés chimiques

Les teneurs en matière organique sont moins élevées que pourrait le faire

penser la teinte foncée, et ne dépassent guère 60 ‰, ce qui est insuffisant. Une augmentation du stock organique allégerait ces sols trop compacts. Les rapports C/N sont généralement élevés, ce qui indique que l'azote n'est que difficilement disponible pour les végétaux.

Les éléments échangeables et totaux sont en quantité satisfaisante (cependant, la teneur en potasse totale est parfois trop faible). Le phosphore assimilable existe en quantité variable.

Si les taux de sulfates sont parfois élevés, ceux de chlorures sont négligeables. La réaction est basique.

Utilisation agricole

D'assez nombreux villages sont établis au voisinage de ces alluvions, partiellement utilisées à la production du riz et au pâturage. C'est d'ailleurs, l'utilisation la plus rationnelle qui puisse être faite de ces sols, assez bons chimiquement (quoique l'alimentation azotée des végétaux laisse probablement à désirer), mais de nature physique défavorable. Avec un travail du sol plus pénible, les rendements en riz n'atteignent pas la moitié de ce qu'ils sont sur les Baiboho micacés.

Le principal effort de développement de l'économie rurale sur ces alluvions devrait porter sur l'élevage. Les rendements de riz peuvent être améliorés par amendement organique du sol et fumure azotée : mais ceci n'est maintenant réalisable, en grand, que sur quelques exploitations modernes. Si, actuellement, la vocation de la vallée de l'Iabohazo apparaît mixte (production de riz et de viande), on peut prévoir, lorsque la mise en valeur se sera suffisamment développée sur l'ensemble de la région, une spécialisation agricole des différents sols, et une vocation de ces alluvions argilo-calcaires presque uniquement pastorale (riche) puisque la culture du riz restera plus rentable sur les surfaces voisines de Baiboho (Kamoro, Betsiboka).

Le riz pourrait n'être cultivé que pour la satisfaction des besoins locaux. En outre, l'extension rizicole est subordonnée aux travaux d'hydraulique agricole et il est plus rationnel de concentrer les efforts d'aménagement dans les zones les plus riches.

ALLUVIONS GÉNÉRALEMENT ARGILO-SABLEUSES

Ces alluvions résultent de l'érosion des grès crétacés non calcaires, et occupent les vallées de la Bemarivo et de ses affluents (Belambo, Beseva, etc...) ainsi que celles des cours d'eau allant se jeter, au Sud, dans l'Iabohazo (Ankararana, etc...).

Leur étendue est un peu moins importante que celle des alluvions argilo-calcaires. La largeur moyenne des alluvions de la Bemarivo, à la hauteur de Besely, est d'environ 500 m, mais elle atteint 3 km dans la grande plaine aval où conflue la Beseva.

Propriétés physiques

La texture de ces alluvions devient progressivement plus grossière au

fur et à mesure que l'on remonte les cours d'eau. Les hautes vallées sont d'ailleurs souvent occupées entièrement par les raphiales et le profil le plus fréquent, sous cette végétation, consiste en un horizon de surface sablo-argileux à sablo-limoneux, beige à rougeâtre avec de très nombreuses racines et, sous 10 ou 20 cm, en sable grossier presque pur. Dans la zone moyenne, les crues violentes laissent des passages sableux (portant souvent des Bararata) au milieu des alluvions argilo-sableuses. Plus bas dans les vallées, l'épaisseur de l'horizon de surface argilo-sableux ou limoneux augmente avec souvent, d'ailleurs, une alternance, visible sur les berges, de lits plus sableux ou plus argileux, selon la vitesse des courants. La teinte la plus fréquente des alluvions bien drainées est le brun-rouge.

La structure est souvent compactée en surface (par suite, probablement, du pâturage), plus meuble en profondeur (particulière). Les déplacements de lits de rivières dans leurs alluvions laissent des sables à la place d'alluvions fines et sont un obstacle à la mise en valeur ; ces sables, sont recouverts d'un dépôt plus fin par les crues suivantes et redeviennent cultivables au bout de quelques années.

Propriétés chimiques

Sous raphiales, les taux de matière organique sont voisins de 50 ‰ tandis qu'ils s'abaissent à 40 ‰ sous forêts ripuaires et à 20 ‰ sous culture (tabac). L'azote passe alors d'environ 1,7 à moins de 1 ‰ avec abaissement des rapports C/N de 20 à 10.

Ces sols ont une teneur faible en potasse totale et parfois échangeable. Le phosphore assimilable est bas aussi.

Chaux et magnésie échangeables, chaux et phosphore totaux sont présents en quantité suffisante.

La saturation du complexe adsorbant est voisine de 60 %, avec réaction neutre pour les sols bien drainés.

Les sols de raphiales sont acides (pH 5,5 à 6,0 environ). On a affaire, au total, à de bons sols, faciles à travailler, qui gagneraient, dans certains cas, à recevoir un peu de potasse.

Utilisation agricole

Ces sols alluvionnaires sont jalonnés de villages relativement nombreux et, en plus du raphia, portent surtout des cultures de riz et arachides. Quelques concessions cultivent, avec succès, le tabac maryland dans la partie moyenne des vallées (alluvions assez légères). Les cours inférieurs de la Bemarivo et de la Beveva ont déposé des alluvions lourdes sur une grande plaine cultivée en riz (plaine de Madirovalo). La partie basse de la plaine, limitrophe de la Betsiboka, est occupée par les alluvions micacées (Baibofo) provenant du Cristallin.

En résumé, la permanence de l'eau, la nature physique et chimique de ces sols, leur confèrent une vocation agricole. Les cultures les mieux adaptées

sont le riz dans les alluvions plus lourdes des plaines des cours inférieurs, le tabac et l'arachide en amont. Les alluvions, très sableuses, des hautes vallées portent de belles raphiales dont l'exploitation peut être intensifiée.

Sol d'érosion

SOLS SQUELETTIQUES SUR CALCAIRE

Ces sols s'observent sur toute l'étendue de la vaste formation calcaire appelée plateau de l'Ankara. Il s'agit, tantôt de véritables causses, mollement ondulées, dont la surface est jonchée de gros blocs calcaires, tantôt, au voisinage des vallées importantes, de buttes témoins aux pentes abruptes, jonchées d'éboulis calcaires (recouvrant les marnes sous-jacentes). Le calcaire se présente, souvent, en dalles disloquées, creusées de cupules sur la face supérieure. Partout, l'érosion en nappe est intense, entre les touffes éparses de danga et de vero.

Le sol interstitiel (prélèvement 45) est brun-jaunâtre, très calcaire, argilo-sableux. Sur le flanc Nord, faisant face au grès de Sitampiky, le sol interstitiel est rougeâtre (prélèvement 5). On a, probablement, affaire à un apport éolien provenant des grès rouges voisins, très érodés.

La superficie couverte par ces sols est absolument désertique, privée d'eau en saison sèche et difficilement pénétrable.

SOLS SQUELETTIQUES SUR GRÈS A PASSAGES CALCAIRES

On trouve ces sols squelettiques à la périphérie des surfaces tabulaires attaquées par l'érosion : flanc Sud du plateau de l'Antanimena et rive gauche de l'Iabohazo au pied des grès de Sitampiky, sur les formations géologiques du Jurassique supérieur et du Crétacé.

Les grès jurassiques sont plus généralement calcaires que ceux du Crétacé, souvent glauconieux.

Ces sols ne présentent aucun intérêt, même pour le pâturage. Ils sont dénudés ou parsemés de rares touffes de danga (ou de vero). C'est souvent la formation géologique qui affleure, à peine modifiée par l'altération climatique.

Sur des replats, cependant, une migration du calcaire en profondeur peut avoir lieu (sur grès calcaires, assez perméables), comme dans le prélèvement 8.

SOLS SQUELETTIQUES SUR ROCHES CRISTALLINES ACIDES

La distinction est assez arbitraire entre ces sols squelettiques et les sols érodés, précédemment étudiés, sur les mêmes roches. C'est seulement une question de stade plus ou moins avancé de l'érosion. Nous avons porté, sur la carte, ces sols squelettiques pour les zones montagneuses à pentes fortes présentant un sol très peu épais (comme à l'Est d'Antsiafabositra). Il existe, d'ailleurs, dans ces zones des parois rocheuses presque verticales.

SOLS SQUELETTIQUES SUR ROCHES BASIQUES

Comme pour la catégorie précédente de sols, il n'existe pas de séparation tranchée entre les sols érodés (série Bekapija, par exemple) et les sols squelettiques. Nous n'avons d'ailleurs pas indiqué de sols squelettiques pour les zones de la série Bekapija, à débris rocheux assez abondants en surface, comme cela aurait pu être fait. Nous avons placé, dans cette catégorie, les sols du plateau d'Antanimena à affleurements basaltiques nombreux, ainsi que les sommets de roches volcaniques, comme le Tsitondroina.

COMPLEXE DE SOLS

IMBRICATIONS DES SOLS DES SÉRIES BESEVA, SAONJO ET ANTORILAVA

Dans ce complexe la nature des sols est liée à la topographie de façon régulière dans les régions d'Anjiajia et d'Andranomamy (sur le cours supérieur de l'Iabohazo). Il y a, à l'origine, dépôt géologique d'un sédiment gréseux sur les marnes.

L'érosion a entaillé plus ou moins profondément ces formations, si bien que l'on observe les sols de la série de Beseva sur les grès, en buttes-témoins, et les sols bruns sur marnes dans les thalwegs. La pente est très érodée (série de Saonjo) tandis que les fonds présentent les sols de la série d'Antorilava.

Lorsque les marnes sont gréseuses et que le grès sus-jacent est argileux, on peut se demander si la rubéfaction régulière des hauts de pente n'est pas due à l'évolution pédologique normale dans le cas de meilleur drainage. La réponse est donnée quand on peut observer des passages latéraux de grès contenant de petits galets de quartzite reposant sur des marnes franches : la différence de nature des sols résulte donc d'un changement de roche-mère.

Dans le cas précédent, il s'agit à proprement parler de « chaîne de sol », mais, sur des surfaces plus importantes, l'imbrication des séries sur grès ou sur marnes est due aux variations rapides des faciès géologiques.

IMBRICATION DES SOLS DES SÉRIES MAHAZOMA ET BEKAPIJA

Ce complexe de sols forme une bande allongée dans la direction du Bongolava. Les successions, très rapides dans l'espace, de roches-mères basiques et acides auraient rendu très laborieuse la distinction des deux séries dans des zones absolument ruinées par l'érosion.

IMBRICATION DES SOLS DES SÉRIES BOINAKELY ET MAHAZOMA

Tandis que nous avons porté sur la carte la série de Boinakely pour une zone entièrement forestée dans le secteur du km 378 de la route Tananarive-Majunga (au NE du pont sur la Betsiboka), il existe à l'Est, des lambeaux

dispersés de forêts difficiles à délimiter au 1/200.000^e. Pour ces zones à boisements épars, nous avons indiqué le complexe de sols Boinakely-Mahazoma.

CHAÎNE DE SOLS D'ANAHRANO

Nous citons ici cette chaîne pour mémoire : nous en avons parlé à propos des sols hydromorphes page 57 et des colluvions et alluvions locales page 58. La figure 7 schématise la succession des sols : sols rouges érodés à l'extrême sur les collines, colluvions au pied des pentes, sols hydromorphes possibles dans les points bas de la vallée ou de la dépression et alluvions en bordure des cours d'eau.

IV. — POSSIBILITÉS AGRICOLES

A. — ÉTAT ACTUEL

Le contraste entre de riches vallées alluvionnaires à humidité constante et d'immenses territoires ne présentant aucun intérêt agricole, ni même, bien souvent, pastoral, est le trait dominant de la région cartographiée. L'économie est essentiellement agricole, bien que des sociétés minières y exploitent l'or et l'amiante. Malgré l'existence de très vastes étendues alluvionnaires riches le long des plus grands cours d'eau (Betsiboka, Kamoro, Mahavavy) qui seraient capables de concentrer la majeure partie de la production, l'état actuel de l'agriculture est caractérisé par la dispersion des centres d'activité : tabac et arachides sur les Baiboho, riz sur les alluvions de l'Iabohazo et de la Bemarivo, raphia sur les alluvions du haut-bassin de la Bemarivo, élevage de bœufs un peu partout. L'individualisme des différentes races constituant la population contribue à cette dispersion. Il est assez illogique, en effet, du point de vue économique, que des villages s'établissent dans la zone des collines cristallines vivant de quelques rizières étroites, établies sur les alluvions d'un cours d'eau temporaire, alors que les vallées riches, voisines, sont encore si loin d'être entièrement cultivées. Il est vrai que ce système permet aux villages de disposer, pour leurs troupeaux, d'une zone de parcours que personne ne contestera. Ces coutumes ancestrales visant à la possession de terrains de parcours perd sa raison d'être et même devient néfaste au progrès de la société lorsque les pâturages ne présentent plus qu'une valeur très faible ou nulle.

Il faut pourtant reconnaître que de grands progrès ont déjà été réalisés dans le sens de la spécialisation agricole, tant par les Autochtones (riz, raphia) que sur les exploitations européennes (tabac, riz, arachide).

RAPHIA

Le raphia pousse à l'état spontané sur toute l'étendue de la région étudiée à condition que l'humidité soit constante, ce qui n'a lieu que dans quelques

vallées. C'est donc un produit de cueillette. Les plus belles raphiales se trouvent dans les hautes vallées drainant les grès de Sitampiky et se dirigeant soit vers la Bemarivo, soit vers l'Iabohazo. Les alluvions sableuses conviennent très bien à ce palmier.

La faiblesse de la population dans cette région et, souvent, l'éloignement des voies de communication font que la cueillette est plus ou moins régulière. Toute la haute vallée de l'Ankararana est occupée par le raphia. Le village qui aurait pu se consacrer presque entièrement à son exploitation a été abandonné et cet exemple n'est probablement pas unique.

Riz

En dehors des rizières existant normalement autour des villages pour assurer les besoins alimentaires de la population, un bel effort a été réalisé dans la monoculture du riz à l'intérieur de quelques vallées ou portions de vallées. Sur alluvions issues des grès, c'est le cas des basses vallées de la Tsilakana et de la Bemarivo. La plaine de la basse Bemarivo a bénéficié de travaux d'hydraulique agricole, mais n'est pas encore entièrement cultivée régulièrement.

Bien que moins riches, les alluvions de l'Iabohazo portent aussi des rizières étendues (région de Saonjo, basse vallée).

Sur les deux types d'alluvions, des exploitations européennes ont rationalisé les méthodes de culture et ont largement contribué à l'accroissement de la production.

Il s'agit de riz de saison sèche, car ces vallées sont submergées en saison des pluies.

Aucun engrais n'est pratiquement utilisé. Il est à peu près certain que les rendements seraient augmentés par fumure azotée, surtout sur les alluvions argilo-calcaires de l'Iabohazo, et par apports organiques sur ces mêmes alluvions.

TABAC

Le tabac est largement cultivé sur les alluvions micacées (Baibofo). Les sols les plus favorables sont les Baibofo sablo-limoneux à limoneux.

La texture optima permettant d'obtenir du tabac maryland de bonne combustibilité se situe autour des proportions de 5 à 10 % d'argile et 20 à 25 % de limon, le reste étant constitué de sable fin. Les rapports C/N doivent être très proches de 10 pour que l'azote ne soit ni en excès (ce qui diminue la qualité) ni déficient. La potasse doit être abondante et cela d'autant plus que le taux d'argile est plus élevé, car cet élément est plus facilement accessible pour la plante en sol léger. Le chlore ne devrait pas dépasser 20 à 30 kg à l'hectare (dans la couche arable de sol répartie sur un hectare) c'est-à-dire que sa teneur dans le sol devrait être inférieure à 0,015-0,020 ‰.

Dans les zones les plus en aval, où l'eau de mer, même très diluée, peut remonter à l'occasion de cyclones, le chlore peut atteindre 0,1 ‰, ce qui

est naturellement néfaste. On peut incriminer aussi l'évaporation qui doit être intense à la surface du sol à la décrue, même si l'eau a une teneur infime en chlore. Ainsi une tranche d'eau de 10 cm contenant 0,010 ‰ de chlore laisse dans le sol, en s'y évaporant entièrement, 10 kg de chlore/ha. Il y a donc grand intérêt à lutter contre l'évaporation, en fin de saison des pluies, en abrégant le temps pendant lequel la nappe phréatique stagne à proximité de la surface avec mouvements ascendants de sels.

Quelques drains à ciel ouvert creusés à ce moment dans les terrains où la combustibilité laisse à désirer devraient amener une amélioration. Il faudrait, probablement, les boucher partiellement, par la suite, pour qu'ils n'assèchent pas trop les Baiboho au cours de la saison fraîche.

Le tabac corsé, cultivé aussi, se contente de Baiboho plus lourds, mais sa culture est économiquement beaucoup moins intéressante. Assez souvent, des labours profonds peuvent remonter du sable et amender la surface trop lourde, de sorte que la culture de tabac maryland y devient possible. Les alluvions issues des grès, dans les moyennes vallées sont aussi utilisées, mais plus rarement, à la production d'un tabac maryland de bonne qualité. Les sociétés européennes sont responsables de la majeure partie de la production et de l'exportation du tabac.

ARACHIDES

C'est sur les mêmes Baiboho que la culture de l'arachide est la plus étendue (les exploitations européennes ne la produisent d'ailleurs que là), Les rendements y sont excellents : 2,5 à 3 tonnes/ha. La texture du sol, comme pour le tabac, est encore le souci majeur, bien que l'arachide puisse se contenter de sols un peu plus lourds que le tabac maryland. Les zones les plus argileuses peuvent, après irrigation, produire d'excellents rendements de riz.

Les Baiboho de la Mahavavy sont de qualité chimique comparable mais, sous la surface limoneuse ou sablo-limoneuse, le sable pur est souvent plus proche.

Il en résulte que l'eau remonte alors mal en surface par capillarité et que ces alluvions souffrent parfois de sécheresse dans la deuxième moitié de la saison sèche. L'irrigation ou l'utilisation précoce de ces sols après la décrue est à prévoir.

Les Autochtones cultivent aussi des arachides sur les sols évolués (sols de la série d'Anjajia surtout), mais avec de faibles rendements (en saison des pluies). Ces cultures sporadiques ruinent les sols qui ont été dénudés, par l'érosion intense qui s'ensuit. Des mesures anti-érosives sévères seraient indispensables dès qu'il existe la pente la plus faible.

Des cultures vivrières variées sont aussi pratiquées à l'échelle du village : manioc, maïs et patates principalement ; quelques cultures maraîchères alimentent les marchés des centres urbains.

ÉLEVAGE

L'élevage de bœufs se fait partout, mais, alluvions mises à part, les pâturages les plus intéressants se trouvent sur le Plateau d'Antanimena (sols de la série d'Antanimena), sur celui de Maroaboalo (sols de la série de Maroaboalo), sur les zones marneuses peu érodées (sols de la série d'Antorilava), et sur les sols de la série d'Anjiaja.

B. — POSSIBILITÉS D'AVENIR

Les possibilités agricoles présentées par les zones alluvionnaires sont assez vastes pour permettre de négliger les autres sols sur lesquels il est, cependant, impératif de freiner la dégradation (interdiction des feux) lorsqu'il en résulte une menace pour les alluvions elles-mêmes (menace d'ensablement surtout). Les possibilités d'avenir résident en très grande partie dans l'extension des cultures actuellement pratiquées : tabac, arachide, riz, puisque de grandes étendues sont encore incultes.

Le coton devrait aussi faire l'objet d'essais sur les Baiboho argileux où il a toute chance de mieux réussir que sur les sols marneux.

De grandes zones planes ne présentant que très peu d'arbres (Baiboho de la Betsiboka en amont du confluent de l'Ikopa, par exemple) seront le plus facilement mises en valeur. Ailleurs, la culture sera conditionnée par l'abattage des Adabo, l'irrigation (riz) et parfois le drainage ; la régularisation des crues par des travaux d'hydraulique devra peu à peu être réalisée si l'on désire diminuer ou éviter les risques de changements de lits et d'ensablement. La fertilité du sol, bien qu'entretenu par les apports annuels de limons, devra parfois être améliorée : l'azote marquera nettement, sans aucun doute, sur le riz dans tous les cas.

Les alluvions de l'Iabohazo, seulement cultivables en riz, bénéficieraient d'une rotation riz-soja-riz, le soja étant enfoui en engrais vert. Ces alluvions, trop lourdes, conviendraient mieux à un élevage intensif le jour où l'irrigation, réalisée sur les Baiboho, permettra une production massive de riz.

On peut évaluer ainsi les surfaces alluviales :

| | |
|---|-----------------|
| Baiboho de la Betsiboka et de l'Ikopa | 35.000 hectares |
| Baiboho du Kamoro | 27.000 » |
| Baiboho de la Menavavy | 12.000 » |
| Alluvions argilo-calcaires (type Iabohazo) | 18.000 » |
| Alluvions généralement argilo-sableuses issues des grès | 15.000 » |

CONCLUSIONS

Le tableau précédent montre que l'on peut compter sur une surface d'alluvions légèrement supérieure à 100.000 hectares. Ces alluvions ont une vocation agricole riche (Betsiboka, Kamoro, Menavavy, Ikopa, Bemarivo) ou une vocation mixte (Iabohazo).

Les sols à vocation nettement pastorale peuvent être évalués à 170.000 hectares. Ils se répartissent entre le Plateau d'Antanimena (environ 40.000 hectares), les plateaux gréseux entre l'Iabohazo et l'Antanimena (environ 75.000 hectares), la zone d'Antorilava (Haute Iabohazo avec 20.000 hectares, les bordures Nord et Sud du Kamoro (environ 35.000 hectares).

Le reste, c'est-à-dire les 3/4 de la carte qui comporte un peu plus d'un million d'hectares, présente une valeur extrêmement faible (sols érodés sur roches cristallines et sur grès de l'Isalo) ou nulle (calcaires de l'Ankara).

L'intervention dans ces secteurs doit viser à ralentir l'intensité de l'érosion en favorisant le réembroussaillement. La négligence de ce dernier point compromettrait dans un avenir proche la mise en valeur d'une grande partie des alluvions.

En résumé, malgré de grands espaces déshérités on peut dire que la zone étudiée compte, sans aucun doute, parmi les régions d'avenir de la Grande Ile grâce à l'étendue et à la richesse des zones alluvionnaires qu'elle présente. La production agricole actuelle ne constitue qu'une très faible fraction des possibilités offertes par un aménagement total.

Les grands avantages de ces alluvions par rapport à celles du Sud-Ouest et du Sud de Madagascar sont la permanence et l'abondance de l'eau. L'irrigation naturelle des Baiboho par la nappe phréatique permet, dans l'état actuel, la mise en culture en saison sèche, l'investissement initial, du point de vue du sol, n'étant représenté que par le défrichement. Une mise en valeur totale et rationnelle des grandes vallées exige d'importants travaux, mais la richesse intrinsèque des sols à récupérer donne la certitude que les efforts consentis mettraient à la disposition de l'Ile un important surcroît de production.

ANNEXE

Nous donnerons seulement les descriptions et les analyses des sols dont l'évolution présente un intérêt général (sols ferrugineux tropicaux sur roches cristallines et sols latéritiques). Pour les autres sols prélevés au cours de cette prospection (les lieux de prélèvement étant portés sur la carte), ces données, conservées à l'I.R.S.M., seraient fournies à toute personne qui le désirerait.

SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX

Sols rouges sur roches cristallines acides.

SÉRIE BOINAKELY

Sol n° 68

Km 378 de la route Tananarive-Majunga (au N du pont sur la Betsiboka).

Surface ondulée. Érosion non apparente sous forêt ici, mais très rapide après déforestation. Roche-mère : migmatites.

Profil :

0- 1 cm, litière de feuilles sèches,

1-20 cm, brun, grumeleux, assez humifère.

Sous 20 cm, rouge, progressivement plus pâle en profondeur, extrêmement compact (décroissance graduelle de matière organique).

SÉRIE MAHAZOMA

Sol n° 43

Environ 2 km NNW d'Anahidrano. Paysage de collines rocailleuses. Colline témoin à sol exceptionnellement épais au milieu d'une petite vallée. Érosion en nappe intense. Végétation : rares touffes en saillie d'*Aristida rufescens*.

Profil :

0-100 cm, rouge en surface, s'éclaircissant en profondeur. Un peu grumeleux dans les 10 premiers cm, très compact en dessous. Texture argilo-limoneuse. Les feldspaths disparaissent vers la base de cet horizon, tandis que quelques fines paillettes de mica blanc restent visibles à la loupe, jusqu'en surface.

100-250 cm, rouge pâle, bariolé de taches grises. Des paillettes de mica, altérées en une masse poudreuse blanche, donnent des mouchetures claires dans la masse (biotite à l'origine, semble-t-il).

Sous 250 cm, on reconnaît facilement la structure originelle du gneiss. La roche est de plus en plus friable vers le haut. Couleur brun-ocre ; structure compacte. Les quartz et micas blancs paraissent intacts tandis que les cristaux de feldspaths donnent des aiguilles blanches très fragiles. Les zones rouillées sont peu marquées (matériau très sec en septembre).

Vers 5 m, les taches de rouille sont plus nombreuses sur un fond plus clair (aspect blanc-mat à taches brunes). Les lamelles de mica noir, en voie d'altération, se fragmentent très facilement et semblent produire avec les minéraux noirs (pyroxènes, amphiboles) les taches de rouille.

Sol n° 51

600 m N d'Antsiafabositra. Coupe par rivière en voie de creusement. Érosion intense en nappe (cailloux de quartzite jonchant le sol). Savane à *Acridocarpus excelsus*, *Hyparrhenia rufa* et *Heteropogon contortus*, en touffes.

Profil :

0- 30 cm, brun clair, caillouteux en surface, sablo-argileux compact.

30- 70 cm, rouge pâle, argilo-sableux à nombreux filons de quartzite.

70-300 cm, jaunâtre à taches rouille. Apparition de minéraux altérés.
300-500 cm, lits rouillés abondants sur fond blanchâtre (avec des taches jaunes). Structure de la roche conservée.

Colloïdes plastiques laissant supposer une altération kaolinique.

Sous 5 m, zone de départ bariolée par des lits étroits rouges, grisâtres ou jaune-ocre (échantillon 515). Lits blanchâtres quartzofeldspathiques plus rares (échantillon 514). Roche-mère : gneiss, non visible frais.

Sols brun-rouge sur roches cristallines basiques.

SÉRIE BEKAPIJA

Sol n° 39

Entre Mahazoma et Morafeno. Paysage de collines chaotiques érodées à l'extrême. Végétation clairsemée d'*Aristida rufescens* et *Heteropogon contortus* en touffes.

Profil :

0-30 cm, brun-rouge, argilo-sableux avec nombreux blocs pierreux éboulés.
Sous 30 cm, amphibolite altérée.

Sol n° 42

Environ 1 km N d'Anahidrano. Collines très érodées (pente 60 %). Touffes d'*Hyparrhenia rufa*.

Profil :

0-100 cm, rouge foncé, grossièrement grumeleux, argilo-limoneux. Quelques petites concrétions (1 à 3 mm) brun-rouille, ferrugineuses (à petites taches noires, parfois) peu durcies (se coupant au couteau).

100-150 cm, devenant progressivement jaunâtre, argilo-limoneux, compact.

150-200 cm, zone bariolée blanche à taches rouges.

Sous 200 cm, amphibolite altérée.

Profil remanié ou présentant des filons hétérogènes.

Sol n° 62

Environ 2 km S d'Antanimbarindratsitoraka. Collines érodées à l'extrême, caillouteuses par quartz et pyroxénites. Petites lavaka dans les rares lambeaux de sol épais.

Savane à *Acridocarpus excelsus*, *Aristida rufescens*, *Heteropogon contortus*.

Profil tronqué sur amphibolites et recouvert par un colluvion micacé et quartzeux jusqu'à 50 cm.

50-100 cm, amphibolite altérée, friable, jaunâtre.

Sous 100 cm, amphibolite altérée, jaune-vert à structure massive (échantillon 623).

L'échantillon 624, représente un filon rocheux plus résistant incliné à 45° dans la zone de départ, verdâtre foncé à plages blanches de plagioclases en cours d'altération.

Sol n° 69

Km 362 de la route Tananarive-Majunga. Paysage de petites collines à pentes très fortes et généralement rocailleuses (érosion intense en nappe et ravins).

Profil recouvert d'éboulis provenant de roches acides.

0-100 cm, rouge sombre, argilo-limoneux, grumeleux.

100-150 cm, jaunâtre à taches rouges, massif mais meuble. Petites lamelles de mica, éléments noirs, plus sableux.

Sous 150 cm, altération verdâtre du basalte, passant vers 2 m à une altération moindre : masse noire ou bleutée à points blancs. La transition des deux horizons précédents s'effectue par l'apparition de bandes jaunâtres ou verdâtres litant la roche.

Sol n° 73

Bekapija. Collines très érodées en nappe. Savane à *Hyparrhenia rufa*, *Aristida rufescens*, *Acridocarpus excelsus*. Altitude d'environ 350 m. Rochère : micaschiste.

Profil tronqué et recouvert par une colluvion gneissique sur 2 m.

200-250 cm, horizon rouge, micacé, friable.

Sous 250 cm, micaschistes jaunâtres à taches rouges.

Sol n° 74

Piste de Bekapija, à 3,5 km de la route Tananarive-Majunga. Forte érosion en nappe. Savane à *Acridocarpus excelsus*, *Hyparrhenia rufa* et quelques *Aristida rufescens*.

Profil :

0-20 cm, argileux, rouge foncé, grumeleux.

20-70 cm, jaunâtre à verdâtre, argilo-limoneux ; structure prismatique

Sous 70 cm, roche altérée.

Sols brun-rouge sur basalte.

SÉRIE ANTANIMENA

Sol n° 12

4 km au N d'Ambatolafia (région de Sitampiky) sur le plateau d'Anta-

nimena. Zone subhorizontale. Savane à *Acridocarpus excelsus* et *Aristida rufescens*. Érosion en nappe.

Profil :

0- 15 cm, rouge sombre, assez friable, argileux, structure lamellaire horizontale.

15-300 cm, rouge brique, argileux, particulière.

300-400 cm, zone d'altération violette à points blancs.

Sous 400 cm, basalte altéré en boule.

Sol n° 13

Près du précédent.

Profil :

0- 40 cm, rouge sombre, argilo-limoneux, un peu grumeleux.

Sous 40 cm, rouge brique, argilo-limoneux, un peu grumeleux. Sol très sec et poussiéreux en août.

Sols n° 14 et 15

Environ 18 km au NNE d'Ambatolafia. Prélèvement double sous prairie à *Heteropogon contortus*. Érosion en nappe.

Prélèvements de surface :

0- 5 cm, rouge sombre argilo-sableux, grumeleux.

10-15 cm, *id.*

Sols n°s 16 et 17

A 150 m de l'emplacement précédent mais sous belle forêt à très nombreuses essences. Environ 30 cm humifère, brun-rouge, au-dessus de l'horizon de surface rouge sombre de prairie.

Sols rouges faiblement latéritiques sur roches cristallines acides.

SÉRIE MAROTOLANA

Sol n° 50

Km 294,2 de la route Tananarive-Majunga (Nord de Marotolana). Pente de 25 %, à cailloux de quartz. Roche-mère : migmatite à nombreux filons de quartzite. Végétation : touffes éparses d'*Hyparrhenia rufa*.

Profil :

0-80 cm, rose, argilo-limoneux, légèrement grumeleux jusqu'à 2 cm, compact en dessous.

Sous 80 cm, progressivement blanchâtre ; la structure de la roche est conservée. Le matériau se résoud en sable grossier (quartz sale) sous la pression des doigts et en éléments fins où apparaissent encore de fines paillettes de mica biotite en

cours de désagrégation. Quelques gros feldspaths subsistent encore vers 1,5 m de profondeur, formant des taches blanc-mat (ils s'écrasent sous l'ongle). Exposé à l'air, le matériau jaunit peu à peu.

Sol n° 52

Environ 600 m S d'Antsifabositra. Collines. Érosion en nappe. Savane à *Hyparrhenia rufa*, *Heteropogon contortus*, *Acridocarpus excelsus*.

Profil :

- 0- 20 cm, rouge-beige, argilo-limoneux, légèrement grumeleux dans les premiers cm, compact en dessous.
- 20-300 cm, rouge pâle (passant progressivement au jaune-ocre vers 300 cm), argilo-limoneux, compact (quartz et colloïdes).
- 300-400 cm, jaunâtre avec mouchetures blanches devenant plus abondantes vers le bas (feldspaths en décomposition). Fines paillettes de mica disparaissant dans cet horizon. Structure plus friable vers le bas.

Sous 400 cm, gris-blanc, très micacé, friable (horizon humide en septembre). Les feldspaths qui tombent en poussière sous la pression du doigt enrobent le quartz grisâtre. Filons de feldspaths associés à du quartz plus blanc (mat). On peut constater aux alentours que les sols tronqués jusque dans le deuxième horizon deviennent rouges en surface. Ici, roche-mère gneissique, non visible.

Sol n° 54

1 km N d'Antsifabositra (à la hauteur du km 281,5). Lavaka de 7 mètres de profondeur. Végétation de la colline arrondie, érodée en lavaka : Savane à *Hyparrhenia rufa*, *Acridocarpus excelsus* et quelques *Ravenala madagascariensis*. Forte érosion en nappe au-dessus de la lavaka.

Profil :

- 0-2 m, rouge foncé compact, un peu grumeleux dans les 20 premiers cm, polyédrique en dessous. Nombreux filons de quartz laissant le sol pierreux après érosion. Argilo-sableux (colloïdes rouges enfermant les grains de quartz salis par l'oxyde de fer).
- 2-3 m, horizon rouge pâle, transitionnel.
- 3-5 m, arène grisâtre (zone de départ) à feldspaths tendres ; biotite et amphibole plus résistantes.
- Sous 5 m*, apparition d'humidité ; l'eau sourd vers 7 mètres au fond de la lavaka. La structure de la roche est conservée, mais les feldspaths sont très altérés et se délitent sous le doigt. Les éléments ferrugineux donnent des traînées de rouille.

L'échantillon 543 est prélevé à même profondeur, mais dans un filon

apparemment moins altéré. La cohésion disparaît entre les éléments constitutifs de la roche (gneiss). Des traînées de rouille et des fissures d'environ 1 mm apparaissent. La paroi humide de la lavaka est revêtue de mousse jusqu'à 50 cm au-dessus du fond.

Prélèvement n° 55

Dans une lavaka voisine de la précédente, vers 7 m de profondeur. Il s'agit d'un filon surmicacé (biotite) s'altérant en une masse ferrugineuse friable, rouge sombre, dans laquelle de nombreuses paillettes de mica subsistent encore.

Sol n° 57

Près de la route Tananarive-Majunga au km 283,5 (N d'Antsiafabositra). Savane à *Acridocarpus excelsus* et *Aristida sp.* Forte érosion en nappe (profil tronqué).

Profil :

0-250 cm, argilo-limoneux, compact, rouge assez clair. Les colloïdes enferment des grains de quartz sales.

Sous 250 cm, progressivement blanchâtre et moins compact. On reconnaît, dans la masse altérée de texture moins fine que dans l'horizon supérieur, du quartz en grains blancs et de la biotite. Roche-mère : granit non visible.

Echantillon n° 58

Près du précédent ; granit altéré, amené en surface par l'érosion. La cohésion a disparu entre les éléments de la roche.

Sol n° 61

Km 292 de la route Tananarive-Majunga. Érosion en nappe intense. Pas de nappe phréatique à la base de la zone de départ comme pour le profil 54. Savane à *Acridocarpus excelsus* et *Aristida rufescens*.

Profil :

0-2 m, rouge argilo-limoneux, compact. A la loupe, on distingue quelques rares paillettes de mica très altéré.

2-3 m, la texture devient progressivement plus sableuse. Le quartz et les micas altérés, seuls visibles, sont noyés dans un limon rose pâle à jaune-ocre.

3-4 m, blanchâtre, légèrement beige, friable, sable grossier plus abondant. On reconnaît la structure de la roche et les différents éléments constitutifs qui ont perdu toute cohésion entre eux. Les feldspaths sont d'un blanc laiteux et s'écrasent très facilement. Le mica se présente en paquets et montre des auréoles d'altération.

4-5 m, blanchâtre à veinules foncées. Le quartz intact est noyé dans la

masse blanche de feldspaths altérés. Les micas sont groupés en feuillets plus cohérents que pour l'horizon précédent. Éléments noirs (pyroxènes ou amphiboles en lamelles encore bien résistantes).
Sous 5 m, roche compacte (migmatite à mica biotite abondant) assez peu altérée (les feldspaths sont déjà d'un blanc-mat et se dissocient à la percussion, tandis que le mica semble intact).

Sol n° 63

Environ 1 km N d'Antanimbarindratsitoraka. Forêt de thalweg humide au milieu de collines déboisées et érodées. Pédoclimat humide (nappe phréatique vers 2 m de profondeur, en septembre). Nombreuses essences forestières (Harongana, etc...), quelques *Pandanus*.

Profil sur coupe du ruisseau :

0-10 cm, brun foncé, sablo-limoneux, grumeleux, humifère.

10-50 cm, brun-jaune, un peu grumeleux, sablo-argileux compact. Pas de minéraux visibles autres que le quartz. Il est possible que l'on soit en présence d'alluvions anciennes évoluées (baiboho évolués), car le haut de la vallée montre des lavaka stabilisées, envahies par la forêt.

Sol n° 64

Voisin du précédent, mais plus haut sur le flanc de la vallée en V. Coupe par un arrachement sur pente de 60 %, sous forêt. Érosion en nappe non apparente.

Profil :

0-10 cm, brun foncé, humifère (horizon homologue de la surface du profil précédent, non prélevé ici), sablo-argileux.

10-50 cm, rose pâle à taches jaunâtres, sablo-argileux compact.

Sous 50 cm, jaune ; sable grossier abondant. Nombreuses racines jusque vers 2 m, se groupant dans les fentes verticales (structure prismatique).

L'échantillon 642 correspond à un débris de roche altérée pauvre en fer (non en place).

1° SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX SUR ROCHES CRISTALLINES

| Numéros | SÉRIE BOINAKELY | | | SÉRIE MAHAZOMA | | |
|--|-----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|
| | 681 | 682 | 431 | 432 | 433 | 434 |
| Profondeur cm | 0-5 | 30 | 0-30 | 100 | 350 | 500 |
| pH | 6,2 | 6,1 | 6,2 | 6,0 | 6,6 | 6,6 |
| <i>Granulométrie :</i> | | | | | | |
| Argile % | 20,5 | 36,8 | 31,7 | 13,6 | 4,8 | 1,6 |
| Limon % | 21,6 | 17,8 | 27,2 | 31,7 | 8,0 | 4,4 |
| Sable fin % | 25,0 | 6,8 | 21,8 | 33,1 | 57,3 | 55,4 |
| Sable grossier % | 22,4 | 29,5 | 14,6 | 18,1 | 26,5 | 35,1 |
| Humidité % | 5,32 | 6,12 | 4,39 | 3,26 | 3,12 | 3,69 |
| » équiv. % | 34,2 | 35,6 | 36,4 | 33,7 | 16,3 | 24,9 |
| Point de flétris. % | 7,6 | 9,6 | 9,5 | 5,9 | — | 2,7 |
| <i>Matière organique ‰ :</i> | | | | | | |
| Mat. organ. totale | 50,7 | 19,8 | 2,8 | 1,9 | — | 3,4 |
| Acides humiques | 7,6 | 2,5 | 0,20 | 0,20 | 0,25 | 0,25 |
| Acides fulviques | 1,4 | 0,2 | 0,10 | 0,05 | 0,10 | 0,10 |
| Carbone organique | 29,40 | 11,5 | 1,60 | 1,1 | — | 2,00 |
| Azote total | 2,35 | 1,39 | 0,30 | 0,13 | 0,13 | 0,11 |
| Rapport C/N | 12,6 | 8,3 | 5,3 | 6,3 | — | 18,2 |
| <i>Complexe adsorbant :</i> | | | | | | |
| CaO échangeable ‰ ... | 3,49 | 2,00 | 0,81 | 0,57 | 0,94 | 0,81 |
| MgO » | 0,25 | 0,03 | 0,18 | 0,51 | 1,06 | 0,77 |
| K ₂ O » | 0,05 | 0,15 | 0,03 | 0,06 | 0,06 | 0,07 |
| T me pour 100 g | 23,4 | 12,6 | 12,7 | 10,3 | 8,7 | 9,42 |
| S » | 13,83 | 7,62 | 3,85 | 4,70 | 8,74 | 6,83 |
| V % | 59,1 | 60,5 | 30,3 | 45,5 | — | 72,5 |
| P ₂ O ₅ assimilable ‰ | 0,016 | 0,014 | 0,060 | 0,032 | 0,02 | 0,06 |
| <i>Éléments totaux ‰ :</i> | | | | | | |
| CaO | 5,08 | 2,84 | 1,26 | 1,40 | 2,07 | 3,46 |
| K ₂ O | 0,81 | 0,50 | 0,12 | 0,62 | 6,53 | 7,94 |
| P ₂ O ₅ | 1,14 | 2,16 | 1,87 | 2,90 | 2,82 | 2,62 |
| <i>Attaque triacide ‰ :</i> | | | | | | |
| SiO ₂ | 434,3 | 431,8 | 311,6 | 346,3 | 334,3 | 536,8 |
| SiO ₂ combinée | 193,5 | 207,3 | 255,0 | 232,4 | 270,1 | 162,0 |
| Fe ₂ O ₃ | 56,0 | 56,0 | 120,0 | 120,0 | 80,0 | 84,0 |
| Al ₂ O ₃ | 167,0 | 176,0 | 154,0 | 138,0 | 142,7 | 91,0 |
| TiO ₂ | 2,0 | tr | 13,0 | 21,0 | 6,0 | 4,5 |
| Perte au feu | 146,2 | 125,1 | 112,6 | 104,9 | 96,3 | 52,6 |
| Rapport SiO ₂ /Al ₂ O ₃ ... | 1,97 | 1,99 | 2,81 | 2,89 | 3,20 | 3,03 |
| SiO ₂ /R ₂ O ₃ | — | — | 1,88 | 1,85 | 2,38 | 1,91 |
| Fe ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ | — | — | 78,0 | 87,0 | 56,0 | 92,5 |
| Eu %, du sol solubilisé au triacide : | | | | | | |
| Fe ₂ O ₃ | — | — | 17,5 | 18,4 | 12,0 | 20,3 |
| Al ₂ O ₃ | — | — | 22,4 | 22,6 | 21,4 | 21,8 |

SÉRIE MAHAZOMA (suite)

| Numéros | 511 | 512 | 513 | 514 | 515 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| Profondeur cm | 0-30 | 250 | 400 | 600 | 600 |
| pH | 6,4 | 6,2 | 6,2 | 6,6 | 6,4 |
| <i>Granulométrie :</i> | | | | | |
| Graviers et cailloux % . | 6 | 8 | 35 | 15 | — |
| Terre fine % | 94 | 92 | 65 | 15 | — |
| Argile % | 12,6 | 30,8 | 33,3 | 6,8 | 17,6 |
| Limon % | 13,1 | 14,1 | 17,9 | 7,6 | 11,4 |
| Sable fin % | 31,6 | 28,3 | 20,4 | 26,8 | 23,9 |
| Sable grossier % | 36,6 | 22,6 | 23,7 | 46,1 | 38,6 |
| Humidité % | 3,73 | 3,90 | 4,33 | 2,47 | 3,30 |
| » équivalente % | 15,8 | 28,6 | 54,9 | 26,8 | 44,6 |
| Point de flétrissement % | 2,0 | 7,0 | 9,2 | 5,0 | 4,4 |
| <i>Matière organique ‰ :</i> | | | | | |
| Mat. organ. totale | 22,1 | 2,84 | 2,67 | 1,72 | 1,50 |
| Acides humiques | 1,1 | 0,10 | 0,20 | 0,10 | 0,10 |
| Acides fulviques | 0,4 | 0,15 | 0,05 | 0,05 | 0,10 |
| Carbone organique | 12,80 | 1,65 | 1,55 | 1,00 | 0,87 |
| Azote organique | 0,55 | 0,29 | 0,13 | 0,12 | 0,10 |
| Rapport C/N | 23,3 | 5,7 | 11,9 | 8,3 | 8,7 |
| <i>Complexe adsorbant :</i> | | | | | |
| CaO échangeable ‰ ... | 0,46 | 0,54 | 0,66 | 0,39 | 0,29 |
| MgO » | 0,05 | 0,29 | 0,49 | 0,20 | 0,56 |
| K ₂ O » | 0,03 | 0,05 | 0,11 | 0,10 | 0,14 |
| T me pour 100 g | 6,71 | 8,3 | 12,0 | 4,4 | 11,0 |
| S » | 1,95 | 6,48 | 5,02 | 2,59 | 4,12 |
| V % | 29,0 | 78,1 | 41,8 | 59,0 | 37,4 |
| P ₂ O ₅ assimilable ‰ | 0,146 | 0,080 | 0,104 | 0,080 | 0,040 |
| <i>Eléments totaux ‰ :</i> | | | | | |
| CaO | 1,08 | 1,47 | 2,52 | 1,44 | 2,03 |
| K ₂ O | 0,21 | 0,25 | 0,45 | 0,18 | 4,13 |
| P ₂ O ₅ | 0,62 | 2,03 | 1,22 | 2,98 | 1,79 |
| <i>Attaque triacide ‰ :</i> | | | | | |
| SiO ₂ | 735,5 | 433,8 | 279,2 | 836,0 | 435,7 |
| SiO ₂ combinée | 87,4 | 247,5 | 273,9 | 77,9 | 219,8 |
| Fe ₂ O ₃ | 36,0 | 44,0 | 84,0 | 12,0 | 83,0 |
| Al ₂ O ₃ | 62,0 | 178,0 | 196,8 | 62,0 | 142,2 |
| TiO ₂ | 1,5 | tr | 8,0 | tr | 7,0 |
| Perte au feu | 40,3 | 99,2 | 122,6 | 29,7 | 77,6 |
| Fe ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ % | 58,0 | 24,8 | 42,7 | 19,4 | 62,0 |
| Eu % du sol solubilisé au triacide : | | | | | |
| Fe ₂ O ₃ | 16,8 | 7,8 | 11,6 | 7,3 | 15,6 |
| Al ₂ O ₃ | 28,8 | 31,6 | 27,4 | 37,8 | 25,2 |
| Rapport SiO ₂ /Al ₂ O ₃ | 2,39 | 2,36 | 2,36 | 2,13 | 2,62 |
| SiO ₂ /R ₂ O ₃ | 1,76 | 2,41 | 1,86 | 1,91 | 1,88 |

SÉRIE BEKAPIJA

| Numéros | 391 | 421 | 422 | 423 | 424 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| Profondeur cm | 0-30 | 0-30 | 150 | 300 | 350 |
| pH | 6,2 | 6,4 | 6,1 | 6,6 | — |
| <i>Granulométrie :</i> | | | | | |
| Graviers et cailloux % .. | — | — | 4 | 12 | — |
| Terre fine % | — | — | 96 | 88 | — |
| Argile % | 39,7 | 37,5 | 38,6 | 5,6 | — |
| Limon % | 11,4 | 28,7 | 29,6 | 17,6 | — |
| Sable fin % | 33,6 | 16,0 | 12,6 | 42,8 | — |
| Sable grossier % | 7,1 | 13,1 | 14,6 | 29,9 | — |
| Humidité %.....a | 6,41 | 4,01 | 4,23 | 3,78 | — |
| » équivalente % . | 40,9 | 44,7 | 39,0 | 30,0 | — |
| Point de flétrissement % . | 13,2 | 14,9 | 8,9 | 6,0 | — |
| <i>Matière organique % :</i> | | | | | |
| Mat. organ. totale | 17,2 | 5,35 | 2,93 | 1,38 | — |
| Acides humiques | 0,50 | 0,25 | 0,25 | 0,20 | — |
| Acides fulviques | 0,85 | 0,05 | 0,10 | 0,0 | — |
| Carbone organique | 10,00 | 3,10 | 1,70 | 0,80 | — |
| Azote organique | 0,96 | 0,61 | 0,39 | 0,30 | — |
| Rapport C/N | 10,4 | 5,1 | 4,4 | 2,6 | — |
| <i>Complexe adsorbant :</i> | | | | | |
| CaO échangeable % | 1,21 | 1,60 | 1,70 | 1,74 | — |
| MgO » | 0,94 | 0,43 | 0,46 | 0,67 | — |
| K ₂ O » | 0,10 | 0,07 | 0,08 | 0,04 | — |
| T me pour 100 g | 30,9 | 15,9 | 13,1 | 14,7 | — |
| S » | 9,19 | 8,00 | 8,52 | 9,62 | — |
| V % | 29,7 | 50,2 | 65,0 | 65,5 | — |
| P ₂ O ₅ assimilabl. % | 0,008 | 0,052 | 0,064 | 0,016 | — |
| <i>Eléments totaux % :</i> | | | | | |
| CaO | 2,52 | 3,15 | 2,45 | 3,33 | — |
| K ₂ O | 0,39 | 1,55 | 2,81 | 1,25 | — |
| P ₂ O ₅ | 1,31 | 3,83 | 3,56 | 3,25 | — |
| <i>Attaque triacide % :</i> | | | | | |
| SiO ₂ | — | 270,8 | 240,8 | 332,7 | 801,5 |
| SiO ₂ combinée | — | 217,4 | 243,7 | 243,7 | 72,8 |
| Fe ₂ O ₃ | — | 152,0 | 120,0 | 76,0 | 48,0 |
| Al ₂ O ₃ | — | 186,3 | 224,0 | 193,0 | 13,5 |
| TiO ₂ | — | 4,5 | 6,0 | 4,5 | 4,5 |
| Perte au feu | — | 168,7 | 134,3 | 110,1 | 30,3 |
| Rapport SiO ₂ /Al ₂ O ₃ | — | 1,98 | 1,85 | 2,14 | 6,7 |
| SiO ₂ /Fe ₂ O ₃ | — | 1,30 | — | — | — |

| Numéros | 622 | 623 | 624 | 691 | 692 | 693 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Profondeur cm | 70 | 120 | 120 | 50 | 130 | 170 |
| pH | 7,2 | 7,2 | 6,8 | 6,0 | 6,2 | 6,6 |
| <i>Granulométrie :</i> | | | | | | |
| Terre fine %..... | — | — | — | 100 | 100 | 100 |
| Argile % | 4,8 | 3,7 | 4,4 | 16,4 | 10,0 | 7,6 |
| Limon % | 10,4 | 5,5 | 1,6 | 26,2 | 16,0 | 4,0 |
| Sable fin % | 30,1 | 78,7 | 84,4 | 45,9 | 62,2 | 64,7 |
| Sable grossier % | 51,0 | 7,9 | 5,8 | 6,8 | 8,1 | 21,1 |
| Humidité % | 2,33 | 3,16 | 2,00 | 4,33 | 3,42 | 2,17 |
| » équiv. % | 8,4 | 17,1 | 14,2 | 48,2 | 44,5 | 20,8 |
| Point de flétris. % | — | 8,5 | 7,9 | 13,7 | 13,3 | 6,2 |
| <i>Matière organique ‰ :</i> | | | | | | |
| Mat. organ. totale | 13,1 | 9,6 | 9,0 | 3,10 | 2,42 | 3,45 |
| Acides humiques | 0,80 | 0,15 | 0,15 | 0,05 | 0,05 | 0,10 |
| Acides fulviques | 0,10 | — | — | — | 0,10 | 0,10 |
| Carbone organique | 7,80 | — | — | 1,80 | 1,40 | — |
| Azote total | 0,42 | 0,11 | 0,09 | 0,13 | 0,22 | 0,02 |
| Rapport C/N | 13,1 | — | — | 13,8 | 6,4 | — |
| <i>Complexe adsorbant :</i> | | | | | | |
| CaO échangeable ‰ | 0,81 | 3,16 | 4,21 | 2,34 | 1,27 | 1,27 |
| MgO » | 0,23 | 0,97 | 1,18 | 0,70 | 1,12 | 1,05 |
| K ₂ O » | 0,08 | 0,09 | 0,07 | 0,05 | 0,07 | 0,10 |
| T me pour 100 g | 5,9 | 29,3 | 28,3 | 37,7 | 34,4 | 21,7 |
| S » | 4,20 | 16,36 | 21,0 | 11,94 | 10,23 | 9,95 |
| V % | 71,2 | 55,8 | 74,2 | 31,7 | 29,8 | 45,8 |
| P ₂ O ₅ assimilable ‰ | 0,04 | 0,044 | 0,074 | 0,020 | 0,014 | 0,012 |
| <i>Éléments totaux ‰ :</i> | | | | | | |
| CaO | 2,87 | 7,32 | 20,89 | 2,70 | 3,87 | 5,62 |
| K ₂ O | 0,23 | 4,27 | 9,27 | 0,77 | 0,59 | 1,57 |
| P ₂ O ₅ | 1,93 | 5,24 | 6,37 | 1,19 | 1,72 | 1,35 |
| <i>Attaque triacide ‰ :</i> | | | | | | |
| SiO ₂ | 883,4 | 520,8 | 532,4 | 249,2 | 259,6 | 569,7 |
| SiO ₂ combinée | 41,4 | 175,9 | 175,9 | 257,5 | 260,0 | 148,2 |
| Fe ₂ O ₃ | 20,0 | 120,0 | 128,0 | 176,0 | 152,0 | 90,0 |
| Al ₂ O ₃ | 32,5 | 61,5 | 59,0 | 142,5 | 151,2 | 34,2 |
| TiO ₂ | tr | 13,5 | 8,0 | 11,0 | 8,5 | 1,0 |
| Perte au feu | 28,9 | 79,8 | 73,5 | 157,3 | 160,6 | 115,2 |
| Rapport SiO ₂ /Al ₂ O ₃ | 2,16 | 4,85 | 5,05 | 3,16 | 3,02 | 6,31 |

| Numéros | 731 | 732 | 741 | 742 |
|--|-------|-------|-------|-------|
| Profondeur cm | — | — | 0-20 | 50 |
| pH | 6,6 | 7,0 | 6,6 | 6,8 |
| <i>Granulométrie :</i> | | | | |
| Graviers et cailloux % | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Terre fine % | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Argile % | 8,4 | 10,0 | 42,3 | 40,5 |
| Limon % | 20,2 | 10,8 | 14,2 | 21,6 |
| Sable fin % | 41,9 | 28,1 | 22,3 | 19,2 |
| Sable grossier % | 26,2 | 48,5 | 16,4 | 13,7 |
| Humidité % | 3,0 | 2,1 | 4,01 | 4,39 |
| » équivalente % | 44,0 | 35,2 | 23,6 | 35,0 |
| Point de fêtrissement % | — | — | 12,4 | 14,6 |
| <i>Matière organique ‰ :</i> | | | | |
| Matière organique totale | 2,07 | 5,05 | 6,90 | 5,52 |
| Acides humiques | 0,10 | 0,10 | 0,40 | 0,15 |
| Acides fulviques | 0,0 | 0,05 | 0,60 | 0,15 |
| Carbone organique | 1,20 | 2,93 | 4,00 | 3,20 |
| Azote total | 0,11 | 0,20 | 0,50 | 0,42 |
| Rapport C/N | 10,9 | 14,6 | 8,0 | 7,6 |
| <i>Complexe adsorbant :</i> | | | | |
| CaO échangeable ‰ | 0,55 | 1,36 | 1,09 | 0,94 |
| MgO » | 0,45 | 1,26 | 0,36 | 0,77 |
| K ₂ O » | 0,04 | 0,09 | 0,03 | 0,06 |
| T me pour 100 g | 11,0 | 21,3 | 17,6 | 20,7 |
| S » | 4,27 | 11,30 | 5,75 | 7,31 |
| V ‰ | 38,8 | 53,0 | 32,6 | 35,4 |
| P ₂ O ₅ assimilable ‰ | 0,022 | 0,018 | 0,052 | 0,032 |
| <i>Éléments totaux ‰ :</i> | | | | |
| CaO | 0,91 | 1,96 | 2,10 | 1,29 |
| K ₂ O | 0,18 | 0,58 | 0,19 | 0,16 |
| P ₂ O ₅ | 1,57 | 1,64 | 1,76 | 2,51 |
| <i>Attaque triacide ‰ :</i> | | | | |
| SiO ₂ | 264,5 | 172,5 | 399,8 | 262,0 |
| SiO ₂ combinée | 239,0 | 251,3 | 197,2 | 253,8 |
| Fe ₂ O ₃ | 124,0 | 180,0 | 140,0 | 156,0 |
| Al ₂ O ₃ | 215,0 | 179,5 | 141,5 | 187,5 |
| TiO ₂ | 8,0 | 5,5 | 7,0 | 6,0 |
| Perte au feu | 115,6 | 151,3 | 111,4 | 139,6 |
| Rapport SiO ₂ /Al ₂ O ₃ | 1,39 | 2,38 | 2,37 | 2,30 |

SÉRIE ANTANIMENA

| Numéros | 121 | 122 | 123 | 131 | 132 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| Profondeur cm | 0-15 | 250 | 400 | 0-10 | 40 |
| pH | 6,6 | 6,0 | 6,7 | 6,0 | 6,3 |
| <i>Granulométrie :</i> | | | | | |
| Graviers et cailloux % | 0 | 0 | 50 | — | — |
| Terre fine % | 100 | 100 | 50 | — | — |
| Argile % | 23,7 | 31,6 | 5,2 | 18,8 | 26,5 |
| Limon % | 32,7 | 32,1 | 16,5 | 28,5 | 23,9 |
| Sable fin % | 27,6 | 28,8 | 47,7 | 46,1 | 33,3 |
| Sable grossier % | 0,9 | 0,8 | 27,1 | 1,0 | 1,3 |
| Humidité % | 4,49 | 6,72 | 3,16 | 4,90 | 4,32 |
| » équivalente % | 47,5 | 45,3 | — | 41,6 | 43,0 |
| <i>Matière organique ‰ :</i> | | | | | |
| Mat. organ. totale | 5,70 | 3,62 | 2,93 | 7,60 | 5,35 |
| Acides humiques | 0,30 | 0,30 | 0,25 | 0,50 | 0,40 |
| Acides fulviques | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,35 | 0,10 |
| Carbone organique | 3,30 | 2,10 | 1,70 | 4,40 | 3,10 |
| Azote total | 0,55 | 0,57 | 0,12 | 1,30 | 0,74 |
| Rapport C/N | 6,0 | 3,7 | 14,2 | 3,4 | 4,2 |
| <i>Complexe adsorbant :</i> | | | | | |
| CaO échangeable ‰ | 1,59 | 1,44 | 5,37 | 1,42 | 1,39 |
| MgO » | 0,29 | 0,17 | 0,12 | 0,48 | 0,46 |
| K ₂ O » | 0,03 | 0,03 | 0,07 | 0,04 | 0,04 |
| T me pour 100 g | 23,6 | 29,9 | 79,3 | 28,0 | 26,9 |
| S » | 7,19 | 6,05 | 19,85 | 7,53 | 6,34 |
| V % | 30,4 | 20,3 | 25,0 | 26,9 | 23,6 |
| P ₂ O ₅ assimilable ‰ | 0,058 | 0,04 | 0,052 | 0,034 | 0,038 |
| <i>Eléments totaux ‰ :</i> | | | | | |
| CaO | 2,56 | 2,83 | 6,79 | 2,69 | 2,21 |
| K ₂ O | 0,34 | 0,23 | 0,20 | 0,25 | 0,19 |
| P ₂ O ₅ | 3,98 | 3,97 | 2,62 | 3,83 | 2,21 |
| <i>Attaque triacide ‰ :</i> | | | | | |
| SiO ₂ | 10,7 | 8,4 | 22,2 | 17,9 | 17,6 |
| SiO ₂ combinée | 280,2 | 284,0 | 233,0 | 283,0 | 281,5 |
| Fe ₂ O ₃ | 220,0 | 216,0 | 224,0 | 206,0 | 212,0 |
| Al ₂ O ₃ | 262,5 | 268,5 | 243,0 | 265,7 | 257,8 |
| TiO ₂ | 25,5 | 23,5 | 12,5 | 24,5 | 29,0 |
| Perte au feu | 159,0 | 158,5 | 226,7 | 157,1 | 156,5 |
| Rapport SiO ₂ /Al ₂ O ₃ | 1,81 | 1,80 | 1,98 | 1,82 | 1,86 |
| SiO ₂ /R ₂ O ₃ | 1,18 | 1,19 | 1,25 | 1,22 | 1,22 |

| <i>Numéros</i> | 141 | 142 | 151 | 152 |
|---|-------|-------|-------|-------|
| <i>Profondeur cm</i> | 0-5 | 10-15 | 0-5 | 10-15 |
| pH..... | 6,2 | 6,1 | 6,2 | 6,2 |
| <i>Granulométrie :</i> | | | | |
| Argile % | 7,2 | 17,2 | 22,5 | 13,6 |
| Limon % | 19,9 | 25,8 | 33,3 | 27,9 |
| Sable fin % | 63,0 | 45,9 | 34,6 | 49,9 |
| Sable grossier %..... | 4,5 | 5,5 | 2,7 | 3,6 |
| Humidité % | 3,82 | 4,27 | 5,05 | 3,99 |
| » équivalente % | 46,7 | 39,6 | 55,0 | 43,3 |
| <i>Matière organique ‰ :</i> | | | | |
| Matière organique totale | 9,7 | 13,1 | 17,9 | 9,7 |
| Acides humiques | 0,60 | 0,40 | 1,03 | 0,50 |
| Acides fulviques | 0,15 | 0,05 | 0,15 | 0,10 |
| Carbone organique | 5,60 | 7,60 | 10,40 | 5,60 |
| Azote total | 1,05 | 0,82 | 1,32 | 0,90 |
| Rapport C/N..... | 5,3 | 9,3 | 7,9 | 6,2 |
| <i>Complexe adsorbant :</i> | | | | |
| CaO échangeable % | 1,47 | 1,43 | 1,29 | 1,33 |
| MgO » | 0,32 | 0,24 | 0,68 | 0,57 |
| K ₂ O » | 0,06 | 0,05 | 0,03 | 0,05 |
| T me pour 100 g..... | 27,4 | 22,7 | 19,0 | 16,0 |
| P ₂ O ₅ assimilable ‰ | 0,048 | 0,026 | 0,044 | 0,028 |
| <i>Éléments totaux ‰ :</i> | | | | |
| CaO | 2,92 | 2,39 | 2,62 | 2,13 |
| K ₂ O | 0,24 | 0,27 | 0,28 | 0,07 |
| P ₂ O ₅ | 4,26 | 4,07 | 2,54 | 2,97 |

| Numéros | 161 | 162 | 171 | 172 |
|--|-------|-------|-------|-------|
| Profondeur cm | 0-5 | 10-15 | 0-5 | 10-15 |
| pH | 6,0 | 6,1 | 6,8 | 6,4 |
| <i>Granulométrie :</i> | | | | |
| Argile % | 20,9 | 24,9 | 17,2 | 20,9 |
| Limon % | 49,3 | 23,7 | 27,7 | 19,1 |
| Sable fin % | 19,9 | 40,6 | 42,8 | 49,6 |
| Sable grossier % | 1,6 | 3,7 | 2,9 | 2,7 |
| Humidité % | 5,27 | 4,01 | 3,27 | 2,92 |
| » équivalente % | 61,2 | 40,3 | 48,0 | 61,1 |
| <i>Matière organique ‰ :</i> | | | | |
| Matière organique totale | 30,2 | 30,2 | 60,4 | 47,0 |
| Acides humiques | 4,2 | 4,0 | 3,8 | 5,0 |
| Acides fulviques | 0,8 | 0,2 | 1,0 | 5,0 |
| Carbone organique | 17,50 | 17,50 | 35,0 | 27,20 |
| Azote organique | 3,79 | 2,47 | 3,91 | 3,68 |
| Rapport C/N | 4,6 | 7,1 | 8,9 | 7,4 |
| <i>Complexe adsorbant :</i> | | | | |
| CaO échangeable ‰ | 3,00 | 3,32 | 4,66 | 3,76 |
| MgO » | 0,90 | 0,82 | 1,14 | 0,61 |
| K ₂ O » | 0,14 | 0,06 | 0,18 | 0,10 |
| T me pour 100 g | 33,4 | 29,6 | 43,0 | 35,3 |
| P ₂ O ₅ assimilable ‰ | 0,034 | 0,052 | 0,084 | 0,064 |
| <i>Éléments totaux ‰ :</i> | | | | |
| CaO | 4,03 | 4,76 | 5,48 | 4,66 |
| K ₂ O | 0,64 | 0,39 | 0,41 | 0,27 |
| P ₂ O ₅ | 3,32 | 4,55 | 4,92 | 3,61 |
| <i>Attaque triacide ‰ :</i> | | | | |
| SiO ₂ | 14,4 | 13,0 | — | — |
| SiO ₂ combinée | 239,9 | 238,7 | — | — |
| Fe ₂ O ₃ | 232,0 | 240,0 | — | — |
| Al ₂ O ₃ | 219,5 | 223,5 | — | — |
| TiO ₂ | 36,5 | 44,5 | — | — |
| Perte au feu | 246,7 | 209,8 | — | — |
| Rapport SiO ₂ /Al ₂ O ₃ | 1,86 | 1,82 | — | — |

2° SOLS LATÉRITIQUES

Série Marotolona

| Numéros | 501 | 502 | 521 | 522 | 523 | 524 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Profondeur cm | 0-20 | 150 | 0-20 | 100 | 350 | 450 |
| pH | 6,3 | 6,2 | 6,2 | 6,4 | 6,4 | 6,6 |
| <i>Granulométrie :</i> | | | | | | |
| Graviers et caill. % | 0 | 8 | — | — | — | — |
| Terre fine % | 100 | 92 | — | — | — | — |
| Argile % | 27,0 | 12,8 | 40,9 | 27,7 | 8,8 | 4,4 |
| Limon % | 22,0 | 19,3 | 22,1 | 29,6 | 36,5 | 18,4 |
| Sable fin % | 27,5 | 23,5 | 15,5 | 22,9 | 41,8 | 43,9 |
| Sable grossier % | 17,8 | 39,1 | 11,5 | 13,5 | 7,3 | 29,3 |
| Humidité % | 5,02 | 4,79 | 7,75 | 5,98 | 5,15 | 3,81 |
| » équiv. % | 40,8 | 24,6 | 42,1 | 35,9 | 37,2 | 34,2 |
| Point de flétris. % | 8,3 | 5,3 | 8,3 | 6,5 | 6,5 | 4,0 |
| <i>Matière organique ‰ :</i> | | | | | | |
| Mat. organ. totale | 6,9 | 4,8 | 21,4 | 2,9 | 3,3 | 1,4 |
| Acides humiques | 0,20 | 0,25 | 0,75 | 0,20 | 0,20 | 0,02 |
| Acides fulviques | 0,05 | 0,05 | 0,65 | 0,05 | 0,05 | 0,02 |
| Carbone organique | 4,00 | 2,80 | 12,40 | 1,7 | 1,9 | 0,80 |
| Azote total | 0,34 | 0,24 | 1,09 | 0,25 | 0,20 | 0,10 |
| Rapport C/N | 11,8 | 11,7 | 11,4 | 6,8 | 9,5 | 8,0 |
| <i>Complexe adsorbant :</i> | | | | | | |
| CaO échangeable ‰ ... | 1,42 | 0,87 | 0,68 | 0,41 | 0,32 | 0,72 |
| MgO » | 0,15 | 0,22 | 0,39 | 0,27 | 0,40 | 0,94 |
| K ₂ O | 0,10 | 0,13 | 0,13 | 0,04 | 0,08 | 0,12 |
| T me pour 100 g | 12,3 | 11,1 | 16,6 | 18,9 | 13,7 | 11,7 |
| S | 6,02 | 4,48 | 4,63 | 2,88 | 3,29 | 7,48 |
| V % | 49,0 | 40,3 | 27,9 | 15,2 | 24,0 | 63,8 |
| P ₂ O ₅ assimilable ‰ ... | 0,158 | 0,148 | 0,016 | 0,036 | 0,012 | 0,020 |
| <i>Éléments totaux ‰ :</i> | | | | | | |
| CaO | 1,88 | 1,65 | 1,93 | 2,56 | 1,68 | 2,73 |
| K ₂ O | 0,94 | 2,58 | 0,52 | 0,20 | 1,87 | 2,44 |
| P ₂ O ₅ | 1,99 | 0,62 | 1,33 | 3,43 | 1,70 | 3,30 |
| <i>Attaque triacide ‰ :</i> | | | | | | |
| SiO ₂ | 271,4 | 490,5 | 260,4 | 288,2 | 302,1 | 463,6 |
| SiO ₂ combinée | 250,0 | 169,8 | 257,5 | 248,7 | 248,7 | 228,5 |
| Fe ₂ O ₃ | 100,0 | 48,0 | 80,0 | 56,0 | 60,0 | 72,0 |
| Al ₂ O ₃ | 241,0 | 189,9 | 255,5 | 281,5 | 246,0 | 181,5 |
| TiO ₂ | 12,0 | 3,0 | 7,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 |
| Perte au feu | 128,6 | 97,0 | 150,7 | 132,6 | 128,9 | 84,6 |
| Rapport SiO ₂ /Al ₂ O ₃ | 1,77 | 1,52 | 1,72 | 1,51 | 1,72 | 2,96 |
| SiO ₂ /R ₂ O ₃ | 1,17 | 1,31 | — | — | — | — |
| <i>Éléments libres :</i> | | | | | | |
| % de la partie solubilisée au triacide : | | | | | | |
| Fe ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ | — | — | 31,3 | 19,9 | 24,4 | 54,7 |
| Fe ₂ O ₃ | — | — | 10,8 | 7,9 | 8,6 | 13,4 |
| Al ₂ O ₃ | — | — | 34,6 | 39,5 | 35,2 | 24,5 |

| Numéros | 541 | 542 | 543 | 551 |
|--|-------|-------|-------|-------|
| <i>Profondeur cm</i> | 0-20 | 500 | 600 | 700 |
| pH | 6,6 | 6,8 | 6,6 | 6,6 |
| <i>Granulométrie :</i> | | | | |
| Argile % | 37,8 | 2,8 | 5,6 | 4,8 |
| Limon % | 12,4 | 7,6 | 8,6 | 8,0 |
| Sable fin % | 12,2 | 20,2 | 35,3 | 25,7 |
| Sable grossier % | 32,5 | 67,9 | 49,8 | 59,5 |
| Humidité % | 4,32 | 1,13 | 2,22 | 1,75 |
| » équivalente % | 24,5 | 35,7 | 21,3 | — |
| Point de flétrissement % | 5,3 | 1,1 | 2,2 | 6,1 |
| <i>Matière organique ‰ :</i> | | | | |
| Matière organique totale | 5,52 | 2,93 | 2,07 | 1,47 |
| Acides humiques | 0,30 | 0,2 | 0,1 | 0,15 |
| Acides fulviques | 0,20 | 0,1 | 0,1 | 0,10 |
| Carbone organique | 3,20 | 1,70 | 1,20 | 0,85 |
| Azote total | 0,52 | 0,09 | 0,12 | 0,16 |
| Rapport C/N | 6,2 | 18,8 | 10,0 | 5,3 |
| <i>Complexe adsorbant :</i> | | | | |
| CaO échangeable ‰ | 0,45 | 0,56 | 0,73 | 0,31 |
| MgO » | 0,71 | 0,13 | 0,47 | 0,18 |
| K ₂ O » | 0,04 | 0,06 | 0,11 | 0,15 |
| T me pour 100 g | 9,9 | 3,6 | 10,7 | 17,9 |
| S » | 5,21 | 2,77 | 5,17 | 2,32 |
| V % | 52,6 | 76,8 | 48,3 | 12,9 |
| P ₂ O ₅ assimilable ‰ | 0,032 | 0,012 | 0,018 | 0,008 |
| <i>Eléments totaux ‰ :</i> | | | | |
| CaO | 2,57 | 2,72 | 3,92 | 2,34 |
| K ₂ O | 0,41 | 8,05 | 5,20 | 14,38 |
| P ₂ O ₅ | 1,10 | 1,14 | 2,10 | 1,52 |
| <i>Attaque triacide ‰ :</i> | | | | |
| SiO ₂ | 495,1 | 790,2 | 734,8 | 88,7 |
| SiO ₂ combinée | 190,9 | 87,9 | 130,6 | 236,2 |
| Fe ₂ O ₃ | 56,0 | 52,0 | 56,0 | 200,0 |
| Al ₂ O ₃ | 174,0 | 40,4 | 69,0 | 220,0 |
| TiO ₂ | 3,5 | 1,5 | 3,5 | 25,5 |
| Perte au feu | 85,1 | 20,6 | 37,3 | 212,0 |
| Rapport SiO ₂ /Al ₂ O ₃ | 1,86 | 3,7 | 3,23 | 2,07 |
| SiO ₂ /R ₂ O ₃ | 1,54 | 2,03 | 2,21 | 1,16 |

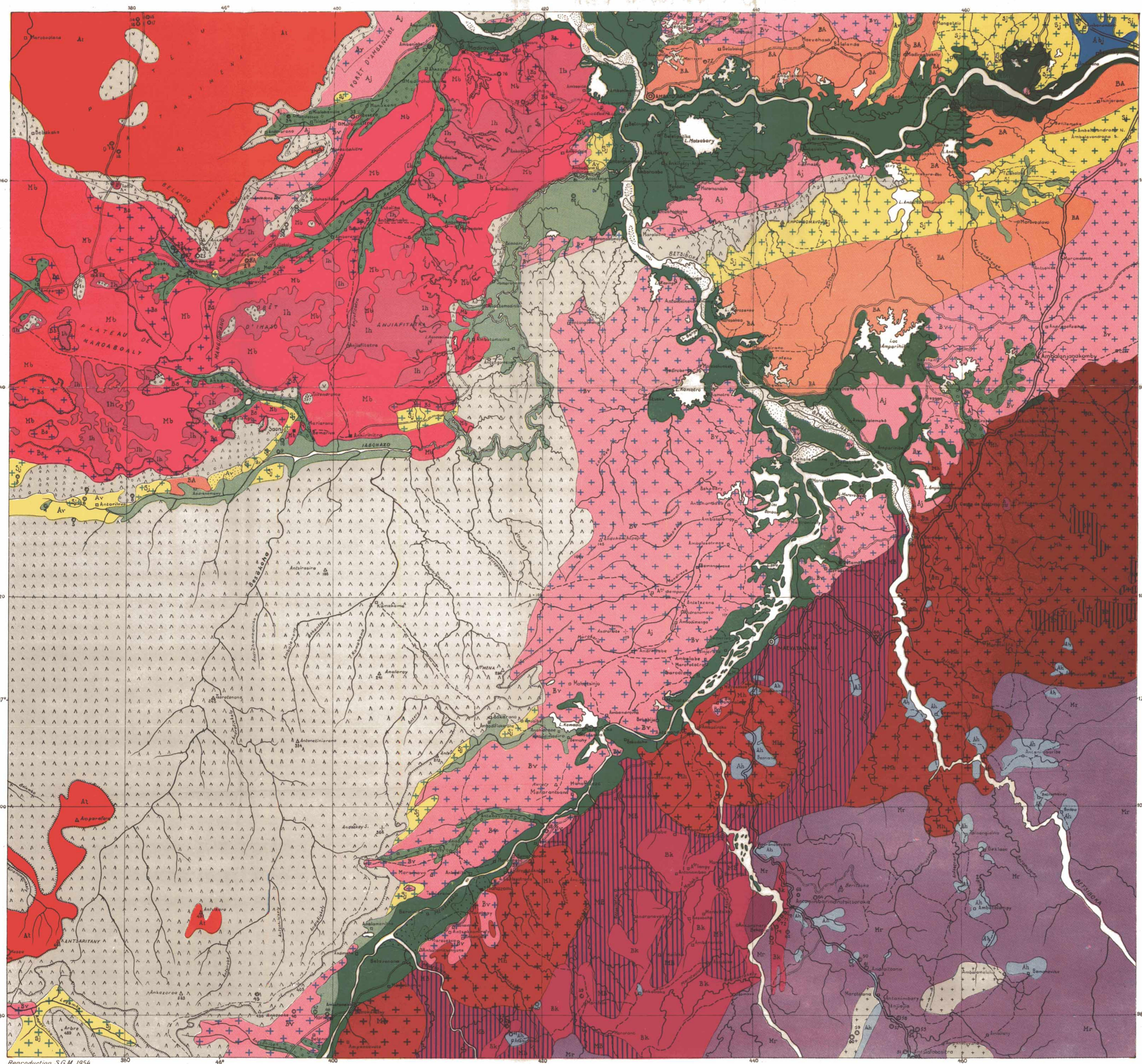
| <i>Numéros</i> | 571 | 572 | 581 |
|--|-------|-------|-------|
| <i>Profondeur cm</i> | 50 | 400 | 0-20 |
| pH | 6,4 | 6,6 | 6,8 |
| <i>Granulométrie :</i> | | | |
| Graviers et cailloux % | 15 | 2 | 0 |
| Terre fine % | 85 | 98 | 100 |
| Argile % | 37,9 | 12,8 | 2,4 |
| Limon % | 17,0 | 19,9 | 6,6 |
| Sable fin % | 22,1 | 33,2 | 21,6 |
| Sable grossier % | 17,4 | 39,4 | 67,8 |
| Humidité % | 5,13 | 4,27 | 1,34 |
| » équivalente % | 37,5 | 24,2 | 23,0 |
| Point de flétrissement % | 6,2 | 2,8 | — |
| <i>Matière organique ‰ :</i> | | | |
| Matière organique totale | 3,28 | 3,28 | 1,03 |
| Acides humiques | 0,15 | 0,20 | 0,10 |
| Acides fulviques | 0,10 | 0,05 | 0,05 |
| Carbone organique | 1,90 | 1,90 | 0,60 |
| Azote total | 0,30 | 0,12 | 0,14 |
| C/N | 6,3 | 15,8 | 4,3 |
| <i>Complexe adsorbant :</i> | | | |
| CaO échangeable ‰ | 0,28 | 0,37 | 0,75 |
| MgO » | 0,10 | 0,02 | 0,28 |
| K ₂ O » | 0,05 | 0,06 | 0,04 |
| T me pour 100 g | 17,0 | 7,4 | 7,0 |
| S » | 1,61 | 1,55 | 4,15 |
| V ‰ | 9,5 | 21,0 | 59,3 |
| P ₂ O ₅ assimilable ‰ | 0,034 | 0,044 | 0,04 |
| <i>Éléments totaux ‰ :</i> | | | |
| CaO | 1,19 | 2,10 | 1,65 |
| K ₂ O | 1,98 | 10,57 | 2,06 |
| P ₂ O ₅ | 2,43 | 2,52 | 3,96 |
| <i>Attaque triacide ‰ :</i> | | | |
| SiO ₂ | 294,8 | 454,6 | 641,4 |
| SiO ₂ combinée | 268,8 | 229,9 | 141,9 |
| Fe ₂ O ₃ | 64,0 | 56,0 | 32,0 |
| Al ₂ O ₃ | 263,0 | 183,0 | 100,5 |
| TiO ₂ | 3,5 | 3,5 | 0 |
| Perte au feu | 122,1 | 70,0 | 63,2 |
| Rapport SiO ₂ /Al ₂ O ₃ | 1,74 | 2,13 | 2,28 |
| SiO ₂ /R ₂ O ₃ | 1,49 | 1,81 | 1,99 |

| Numéros | 611 | 612 | 613 | 614 | 615 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| Profondeur cm | 50 | 250 | 350 | 450 | 500 |
| pH | 6,6 | 6,4 | 6,6 | 6,6 | — |
| <i>Granulométrie :</i> | | | | | |
| Argile % | 20,5 | 10,5 | 4,5 | 4,4 | — |
| Limon % | 28,1 | 26,0 | 5,0 | 4,0 | — |
| Sable fin % | 20,3 | 37,6 | 21,9 | 34,8 | — |
| Sable grossier % | 27,5 | 22,0 | 65,3 | 53,5 | — |
| Humidité % | 3,27 | 3,70 | 2,92 | 3,04 | — |
| » équivalente % | 34,2 | 34,9 | 14,5 | 16,2 | — |
| Point de flétrissement % | 4,6 | 7,5 | 2,6 | 2,7 | — |
| <i>Matière organique ‰ :</i> | | | | | |
| Matière organique totale | 2,7 | 1,8 | 1,6 | 1,3 | — |
| Acides humiques | 0,20 | 0,20 | 0,10 | 0,20 | — |
| Acides fulviques | 0,05 | 0,10 | 0,05 | 0,05 | — |
| Carbone organique | 1,55 | 1,05 | 0,95 | 0,75 | — |
| Azote organique | 0,34 | 0,33 | 0,12 | 0,08 | — |
| Rapport C/N | 4,6 | 3,2 | 7,9 | 9,3 | — |
| <i>Complexe adsorbant :</i> | | | | | |
| CaO échangeable ‰ | 0,30 | 0,44 | 0,36 | 0,68 | — |
| MgO | 0,25 | 0,40 | 0,17 | 0,15 | — |
| K ₂ O | 0,03 | 0,08 | 0,10 | 0,14 | — |
| T me pour 100 g | 12,4 | 18,7 | 10,3 | 8,1 | — |
| S | 2,37 | 3,72 | 2,33 | 3,47 | — |
| V % | 19,1 | 19,9 | 22,6 | 42,3 | — |
| P ₂ O ₅ assimilable ‰ | 0,124 | 0,146 | 0,042 | 0,018 | — |
| <i>Eléments totaux ‰ :</i> | | | | | |
| CaO | 1,47 | 2,07 | 2,20 | 2,33 | — |
| K ₂ O | 0,73 | 5,09 | 10,34 | 4,54 | — |
| P ₂ O ₅ | 2,26 | 2,78 | 1,33 | 2,03 | — |
| <i>Attaque triacide ‰ :</i> | | | | | |
| SiO ₂ | 300,0 | 295,5 | 611,7 | 560,8 | 854,3 |
| SiO ₂ combinée | 229,9 | 256,3 | 134,4 | 141,9 | 43,9 |
| Fe ₂ O ₃ | 64,0 | 56,0 | 43,0 | 40,0 | 36,0 |
| Al ₂ O ₃ | 271,0 | 245,5 | 116,5 | 170,0 | 25,0 |
| TiO ₂ | 2,5 | 1,5 | tr | tr | — |
| Perte au feu | 129,3 | 133,9 | 76,2 | 85,9 | 24,7 |
| Rapport SiO ₂ /Al ₂ O ₃ | 1,44 | 1,78 | 1,96 | 1,42 | 2,98 |

| Numéros | 631 | 632 | 633 | 641 | 642 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| Profondeur cm | 0-10 | 40 | 100 | 150 | — |
| pH | 6,4 | 6,4 | 6,2 | 6,2 | 6,6 |
| <i>Granulométrie :</i> | | | | | |
| Argile % | 10,4 | 13,3 | 16,4 | 8,8 | 6,4 |
| Limons % | 13,6 | 12,0 | 10,8 | 13,0 | 6,8 |
| Sable fin % | 26,1 | 35,2 | 38,4 | 33,9 | 20,8 |
| Sable grossier % | 43,4 | 35,1 | 30,5 | 36,3 | 62,2 |
| Humidité % | 3,00 | 3,15 | 3,39 | 2,64 | 2,99 |
| » équivalente % | 17,6 | 12,7 | 13,6 | 14,6 | 9,6 |
| Point de flétrissement % | — | 3,3 | 2,3 | 3,3 | — |
| <i>Matière organique % :</i> | | | | | |
| Matière organique totale | 34,5 | 11,7 | 4,7 | 2,67 | 4,83 |
| Acides humiques | 1,05 | 1,0 | 0,25 | 0,35 | 0,60 |
| Acides fulviques | 0,20 | 0,5 | 0,15 | 0,05 | 0,10 |
| Carbone organique | 20,00 | 6,80 | 2,70 | 1,55 | 2,80 |
| Azote total | 1,25 | 0,47 | 0,38 | 0,21 | 0,30 |
| Rapport C/N | 16,0 | 14,5 | 7,1 | 7,4 | 9,5 |
| <i>Complexe adsorbant :</i> | | | | | |
| CaO échangeable % | 0,82 | 0,35 | 0,37 | 0,48 | 1,36 |
| MgO » | 0,36 | 0,09 | 0,11 | 0,06 | 0,12 |
| K ₂ O » | 0,11 | 0,10 | 0,13 | 0,05 | 0,06 |
| T me pour 100 g | 14,7 | 8,9 | 7,3 | 11,7 | 17,4 |
| S » | 4,95 | 1,91 | 2,15 | 2,12 | 5,58 |
| V % | 33,7 | 21,4 | 29,5 | 18,1 | 32,0 |
| P ₂ O ₅ assimilable % | 0,016 | 0,082 | 0,034 | 0,082 | 0,014 |
| <i>Eléments totaux % :</i> | | | | | |
| CaO | 2,13 | 2,38 | 1,26 | 1,43 | 2,59 |
| K ₂ O | 0,52 | 0,57 | 0,43 | 1,03 | 1,38 |
| P ₂ O ₅ | 2,60 | 2,14 | 1,32 | 1,02 | 2,47 |
| <i>Attaque triacide % :</i> | | | | | |
| SiO ₂ | 776,3 | 763,1 | 755,3 | 505,4 | 630,3 |
| SiO ₂ combinée | 79,1 | 69,1 | 71,6 | 207,3 | 136,9 |
| Fe ₂ O ₃ | 28,0 | 23,0 | 24,0 | 36,0 | 16,0 |
| Al ₂ O ₃ | 55,0 | 72,5 | 83,0 | 160,5 | 154,0 |
| Perte au feu | 70,6 | 58,1 | 64,9 | 83,7 | 79,2 |
| Rapport SiO ₂ /Al ₂ O ₃ | 2,44 | 1,63 | 1,47 | 2,19 | 1,51 |

BIBLIOGRAPHIE

- (1) BESAIRIE (H.), 1952. — Le Bassin de Majunga. — Bureau géologique, Tananarive, 1952.
 - (2) GUYONNAUD (G.), 1951. — Étude géologique de la feuille Maevatanana. — Bureau géologique, Tananarive, 1951.
 - (3) LACROIX (A.), 1923. — Minéralogie de Madagascar, tome III. — Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales, Paris.
 - (4) RIQUIER (J.), 1954. — Note sur les lavaka. — *Mém. Inst. sci. Madag.*, série D, tome VI, p. 169-189, Pl. II à XIII, 24 fig.
 - (5) RIQUIER (J.), 1951. — Essai de classification des sols latéritiques de Madagascar selon la topographie. — *Mém. Inst. sci. Madag.*, série D, tome III, fasc. 1, p. 87-99.
 - (6) Service Météorologique de Madagascar. — Données climatiques non publiées.
 - (7) TERCINIER (G.), 1952. — Rapport sur la prospection pédologique de la région Maevatanana-Ambato-Boéni. — *Mém. Inst. sci. Madag.*, série D, tome IV, fasc. 2, p. 213-256, 3 cartes, 1 fig.
-



LEGENDE

- | | |
|--|--|
| SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX | SOLS D'APPORT |
| SOLS GRIS SUR ROUGE Sur grès ± argileux | Alluvions micacées des fleuves (Baibaho) |
| Aj Sols humifères, série Anjilia | Alluvions sableuses micacées |
| As Sols tronqués, série Besava | Alluvions argileuses micacées |
| SOLS ROUGES Sur grès | Alluvions argilo-calcaires généralement gypseuses |
| Ih Sables roux, série Ihazo (humifères) | Alluvions généralement argilo-sableuses provenant des grès |
| Mb Sables roux, série Maraboala (Savane) | Sables blancs dans les sols rouges sur grès |
| Ms Sables roux, série Besely (très érodés) | |
| Sur roches cristallines acides | SOLS D'EROSION |
| Sp Sols de piedmont, série Boinakely (humifères) | A A Sols squelettiques sur calcaires |
| Sr Sols de piedmont, série Mahazoma (très érodés) | A A A Sols squelettiques sur grès à passages calcaires |
| SOLS BRUN-ROUGE Sur roches cristallines basiques | A A A A Sols squelettiques sur roches cristallines acides |
| Sp Sols de piedmont, série Bekipija | V Y Sols squelettiques sur basalte |
| Sur basalte | |
| At Série Antanimena | |
| SOLS LATÉRIQUES SOLS ROUGES Sur roches cristallines acides | CHAÎNE DE SOLS Chaîne d'Anahirano |
| Mr Sols faiblement latéritiques, série Marolana | Ab Alluvions et colluvions locales, sols hydromorphes des thalwegs et dépressions peu étendus du cristallin au milieu des collines érodées |
| SOLS CALCIMORPHES SOLS BRUN SUR JAUNE Sur marnes | |
| Av Série Antorilava | |
| Sa Série Saonja (très érodée) | COMPLEXE DE SOLS |
| Sa Av Série Antorilava avec apports d'éboulis sableux provenant des grès | Mb Mb Sériés Mahazoma et Bekipija, non différenciées |
| SOLS HYDROMORPHES SOLS MARECAGEUX | Mb Mb Sériés Boinakely et Mahazoma, non différenciées |
| Ab Série Amboanja | BA Sériés Besava, Saonja et Antorilava non différenciées |

- SIGNES CONVENTIONNELS**
- Chef lieu de District
 - Village important
 - Hameau
 - == Route d'intérêt général
 - == Route saisonnière
 - Piste
 - Piste
 - ~ Fleuve et sables fluviaux
 - ~ Rivière
 - ~ Lac
 - ~ Escarpement
 - ⊙ Emplacement des prélèvements de sols

