

NOTICE
sur la
CARTE PEDOLOGIQUE
du
LAC ALAOTRA

PAR
J. RIQUIER
ET
P. SEGALEN

EXTRAIT DES MÉMOIRES
DE
L'INSTITUT SCIENTIFIQUE DE MADAGASCAR

Série D. - Tome I. - Fasc. 1
pages 1 à 32

NOTICE
SUR LA CARTE PÉDOLOGIQUE DU LAC ALAOTRA

par J. RIQUIER et P. SEGALEN
et leurs collaborateurs de l'I. R. S. M.

INTRODUCTION

Le Service pédologique de l'Institut de Recherche Scientifique de Madagascar a entrepris l'établissement d'une carte au 1/200.000^e des sols de la Grande Ile, carte qui viendra compléter les cartes géologiques du Service des Mines. C'est ainsi que les cartes du Mandrara et de la Menarandra sont prêtes pour la publication. Mais, parallèlement, des cartes à grande échelle des régions susceptibles d'un développement agricole immédiat seront dressées. La carte au 1/50.000^e du lac Alaotra est la première de cette série.

Il était en effet, nécessaire, avant toute mise en valeur de la région, de localiser et d'analyser les différents types de sols utilisables pour l'agriculture. Le 1/50.000^e a été choisi comme étant l'échelle du fond topographique établi par le service géographique. Il permet une vue d'ensemble de toute la cuvette du lac Alaotra sous un format commode. Il peut servir de base aux grands travaux qui vont être entrepris dans cette région : hydraulique agricole, délimitation des réserves indigènes et des concessions, constructions de routes, etc..., mais cette échelle reste insuffisante dans le cadre d'une concession. La carte permet bien de déterminer l'étendue de chaque type de sol, mais il ne faut jamais oublier que les variations locales, surtout dans les alluvions, sont très grandes. Cette carte ne peut donner qu'une indication générale (le type de culture à faire dans telle région, par exemple), mais une étude spéciale : sol, microclimat, conditions d'irrigation, doit être faite pour chaque concession à créer. Les colons auront intérêt à consulter un technicien pour chaque cas particulier. Par contre, la carte facilitera la généralisation d'un procédé de culture utilisable pour tel type de sol, elle indiquera toutes les régions auxquelles les résultats obtenus par une station agricole pourront être étendus.

La mission pédologique a rencontré partout, au cours de sa prospection, le meilleur accueil, aussi bien de l'administration que des colons. Elle tient à remercier particulièrement le chef de district, M. LE CHEVANTON et le directeur de la Station agricole, M. COURS, dont les essais culturaux permettront de transposer dans la réalité ces études théoriques et qui a tout fait pour faciliter le travail de recherches pédologiques dans la région.

Le lever de la carte a été effectué par MM. CLAISSE et RIQUIER, les analyses de terre par MM. CLAISSE, MOUREAUX, RIQUIER et SEGALEN, la cartographie et la rédaction de la notice par M. RIQUIER.

LA CUVETTE DU LAC ALAOTRA

GÉNÉRALITÉS

Les conditions primordiales à rechercher pour la culture à Madagascar sont la présence de l'eau, de terrain horizontal permettant la culture mécanique, enfin une richesse suffisante du sol. Le lac Alaotra semble répondre à ces conditions. C'est une immense cuvette de 150.000 ha. environ, dont 75.000 de marais. Au point de vue géographique on peut distinguer plusieurs zones disposées concentriquement :

- 1° Au centre, une zone de marais inutilisable dans l'état actuel ;
- 2° Une région humide vouée à la culture du riz ;
- 3° Des terres plus élevées formées d'alluvions lacustres émergées récemment (géologiquement parlant) pouvant porter des cultures sèches ;
- 4° Une ceinture de collines latéritiques (alluvions latéritisées ou latérites en place) coupée parfois par les larges vallées des affluents du lac (Sahabe, Anony).

Economiquement, le lac Alaotra peut devenir une région de grande culture. Des industries agricoles de transformation commencent à se développer sur place.

Administrativement, le lac Alaotra fait partie du district d'Ambatondrazaka.

1. — GÉOLOGIE SOMMAIRE.

Le lac Alaotra est un fossé limité par deux failles au milieu du socle cristallin qui constitue la presque totalité des Hauts-Plateaux malgaches. Cette fracture est une réplique des fractures de l'est africain (lac Albert, Tanganika, Nyassa). Elle s'étend de Moramanga à Andilamena et comprend trois bassins, dont un seul, celui du lac Alaotra possède encore une nappe d'eau. La date de formation de cette fracture est difficile à préciser. On admet en général qu'elle est de la fin du tertiaire, mais il est probable, comme l'indique PERRIER DE LA BATHIE, que les failles ont joué à plusieurs reprises et même récemment. On constate encore quelques secousses sismiques dans la région et on rencontre des roches éruptives d'âges divers. En effet, le long des failles, à travers le gneiss, se sont produites des fissures par lesquelles se sont épanchés des gabbros (massif de l'Ankitsika) et des basaltes (Amparafaravola). Or, les roches intrusives, gabbro et dolérite, sont recouvertes par les alluvions lacustres, et les basaltes, semblent, par contre, recouvrir ces dernières. Au contact des roches intrusives, le gneiss paraît avoir

subi une métamorphisation (environs d'Amboavory). Enfin, dans cette dépression se sont déposées des alluvions néogènes et quaternaires (fig. 1).

Les roches mères des sols du lac Alaotra seront donc des gneiss et quelques granites (sud d'Ambatondrazaka, granite rose près de l'Ankitsika), des roches mélanocrates basiques (dolérites et gabbros intrusifs, amphibolites), des roches volcaniques (basaltes) et des alluvions lacustres.

2. — GÉOMORPHOLOGIE ET TOPOGRAPHIE.

Cette région, comme une grande partie des Hauts-Plateaux malgaches, présente un relief mûr : collines très arrondies, vallées comblées et à fond plat. Cette forme de relief a encore été accentuée dans les parties qui ont été submergées par l'ancien lac.

D'autre part, il y a eu un abaissement progressif du niveau de base pour tous les tributaires du lac, d'où une reprise d'érosion laissant des lambeaux de terrasses lacustres et expliquant l'enfoncement de nombreux fleuves dans leurs propres alluvions (Menaloha, Anony). Pour certains d'entre eux, l'abaissement du niveau de base a été compensé par le recul du point origine, d'où apparition de méandres (Sahabe).

Les phénomènes d'érosion sont intenses sur les tanety, à cause de la finesse des particules argileuses, de la violence des pluies et du manque de couverture végétale depuis le déboisement. Ces phénomènes sont favorisés par un état de dispersion de l'argile, d'où une séparation mécanique des sols en ses divers éléments : sable et argile. Le sable se rassemble en certains lieux privilégiés (traînées sableuses sur les terrasses lacustres, bancs de sable au bord du lac, tous les lits de fleuve en général). L'argile est entraînée par les ruisseaux qui deviennent troubles, elle contribue au comblement du lac.

Les phénomènes d'érosion les plus fréquents sont : l'érosion de ruissellement le long des pentes (en nappe sur roches acides, en ravins sur roches basiques), l'arrachement par pans (lavaka des roches acides), la formation de cônes de déjections torrentielles.

Ces phénomènes ont fait disparaître la plupart des terrasses anciennes, sauf celles qui ont été fossilisées par une cuirasse latéritique ou celles qui sont trop jeunes pour avoir été entamées par l'érosion (pas assez hautes au-dessus du niveau de base). Cependant, des basses terrasses comme celles de Vohidiala disparaîtront dans peu de temps si on ne prend pas de précautions contre l'érosion (facilitée par la nature sableuse du sol reposant sur un substratum argileux).

La topographie permet, en gros, de distinguer les types de sol et leurs origines, car chaque sol est lié à une forme de relief caractéristique (que nous indiquerons dans la description de ce type de sol).

D'une façon générale, la fracture Est a donné une falaise plus abrupte que la fracture Ouest. D'après PERRIER DE LA BATHIE, la fracture Est a joué

après les premiers dépôts lacustres. Le surélévement de cette falaise a favorisé l'érosion qui a décapé les alluvions déjà déposées. Par contre, les alluvions lacustres de l'Ouest se seraient déposées dans des vallées préformées, et aucune perturbation ne serait venue les troubler sauf une érosion normale. Quant au Sud, il a évidemment tout spécialement reçu des alluvions puisqu'il se situe dans l'axe de la dépression, donc des altitudes plus basses et avec des fleuves plus lents. Il est d'ailleurs probable que les alluvions anciennes néogènes s'étendent jusqu'au bassin de Moramanga. Au Nord, elles se poursuivent par un étroit couloir jusqu'à Andilamena. La topographie générale permet donc de localiser les alluvions, surtout à l'Ouest et au Sud du lac.

3. — CLIMATOLOGIE.

Les sols résultant de l'action du climat sur la roche mère, il convient de considérer le climat du lac Alaotra, mais en faisant des réserves quant au rôle qu'il a pu jouer. Beaucoup de sols sont des sols alluviaux récents, donc n'ayant pas subi l'empreinte du climat : c'est plutôt leur submersion fréquente par les eaux qui a conditionné leur évolution pédologique. D'autres sont des sols anciens remontant parfois au tertiaire ; ils sont alors le reflet du climat de cette époque, c'est le cas de presque toutes les latérites qui entourent le lac. Il faut reconnaître cependant que le climat actuel est lui-même un climat latéritisant puisque les pluies sont supérieures à 1 m. et la moyenne des températures voisine de 20°.

Le climat actuel peut se caractériser ainsi : climat intermédiaire entre celui des Hauts-Plateaux et celui de la côte Est, légèrement plus chaud et plus humide (humidité atmosphérique) que la région du Centre. Moyennes extrêmes : Ambatondrazaka + 9° (minima de fin juin) + 31° (maxima de la deuxième quinzaine de décembre). Périodes chaudes avec pluies orageuses d'octobre à mars. Période sèche et fraîche avec brouillard permettant les cultures des pays tempérés (haricots, pommes de terre). Les plantes tropicales dont le cycle végétatif est plus court que sept mois peuvent réussir au lac Alaotra (d'après ROLLOT). Pluviométrie moyenne de plus de 1 m. sur la partie Ouest du lac, maxima suivant un axe Anororo-Amparafaravola. Vent dominant assez fort Est-sud-est.

LES TYPES DE SOLS

Enumération des types de sols :

A. — Latérites :

1° sur gneiss ou roches acides ;

2° sur gabbros, amphibolites et basaltes ou roches mélanocrates basiques.

B. — Eluvions de ruissellement et colluvions.

C. — Alluvions fluviatiles ou latéritites :

- 1° alluvions grossières ;
- 2° Baiboho.

D. — Alluvions lacustres :

- 1° alluvions anciennes latéritisées ;
- 2° alluvions récentes ;
- 3° alluvions lacustres actuelles et sols de marais à trois stades d'évolution pédologique.

Ces divers types peuvent se classer en deux grands groupes :

- 1) Sols évolués : latérites, alluvions lacustres ;
- 2) Sols non évolués : latéritites et colluvions.

A. — LATÉRITES.

Dans cet exposé, il faut entendre par latérite l'argile latéritique de la classification de LACROIX, c'est-à-dire de l'argile kaolinique avec 10 à 50 % d'éléments latéritiques.

a) Localisation et topographie.

Les latérites s'observent sur les collines et montagnes qui entourent la plaine du lac, mais aussi sur quelques pointements qui percent les alluvions lacustres (exemple : environs de la gare d'Ambatondrazaka) ; elles sont liées aux formes topographiques comme suit :

- 1° Latérites sur gneiss : montagnes ou collines très arrondies, très érodées par ruissellement, présentant des lavakas nombreuses à flancs verticaux ;
- 2° Latérites sur roches basiques : montagnes ou collines à relief plus accentué mais présentant des lavakas peu profondes, plutôt des ravins de ruissellement à talus peu inclinés (jamais de parois verticales).

b) Végétation.

Les latérites sont recouvertes d'une herbe courte, sèche en été, assez clairsemée, laissant parfois des plages de sol nu. Ce tapis n'a qu'un maigre intérêt pastoral. Sur les latérites gneissiques nous rencontrons surtout une Graminée : *Aristida ascendens* (« kifafa ») et quelques *Andropogon rufus* (« vero »), parfois un arbuste : *Piptadenia chrysostachis*. Sur les latérites de roches basiques : *Andropogon rufus* et *Cynodon dactylon* (« fandrotrarana ») donc pâture un peu plus riche.

Mais sur ces latérites, où la déforestation est parfois récente, surtout au nord-est du lac, subsistent des restes de sol forestier et de végétation forestière. La forêt a régressé devant les feux. En bordure de la forêt, on observe une première zone de savoka à *Helichrysum* ou *Philippia floribunda*, puis une zone de Graminées à prédominance de *Cynodon dactylon* et *Imperata*, enfin la zone d'*Aristida ascendens*. Le sol conserve encore certaines de ses

caractéristiques forestières dans la deuxième zone : terre meuble, humifère, de couleur jaune pour la partie superficielle.

Cette terre cultivée au nord de Vohimena s'érode à une vitesse prodigieuse grâce à sa structure, perdant la partie la plus riche de ce sol. Des mesures de protection sont à prendre pour éviter la perte des latérites relativement fertiles que l'on trouve dans les régions nouvellement déforestées.

c) *Description morphologique et profil pédologique.*

Elles possèdent le profil typique de toutes les argiles latéritiques de Madagascar, c'est-à-dire de haut en bas :

1° un horizon jaune ou rosé un peu lessivé, très peu d'humus, souvent croûte terreuse superficielle ;

2° un horizon rouge très épais appelé horizon de concrétion par LACROIX ;

3° un horizon d'altération de la roche-mère ou zone de départ de LACROIX composé d'argile blanche rayée de strates rouges ;

4° la roche-mère.

Mais le profil complet est assez rare. L'érosion, due à l'action de la pluie sur les collines les plus hautes et à l'érosion du lac sur les pointements qui ont été submergés, a tronqué tous les profils. L'horizon rouge est arrivé presque partout en surface et parfois la zone de départ elle-même y affleure. Il se forme alors directement sur la zone de départ un néosol de couleur jaune. En certains endroits la zone de départ décapée a été recouverte postérieurement d'alluvions lacustres anciennes (profil à l'ouest d'Ampasikely), ce qui semble prouver que les latérites sont parfois antérieures à la formation du lac.

Certaines latérites présentent une couleur plus jaune que rouge. Cette couleur jaune est due à une hydratation plus grande des hydroxydes de fer (versant de colline exposé à la pluie ou submersion ancienne par les eaux du lac). Enfin, comme nous l'avons constaté plus haut, cette couleur jaune peut résulter de la persistance d'horizons éluviaux de latérites forestières.

Quelle que soit la morphologie de ces latérites consécutives aux facteurs pédologiques, la plupart ont subi un glissement ou un ruissellement en nappe de l'horizon supérieur qui ont contribué à la formation de colluvions (*voir plus loin B*).

Voici la description morphologique des deux sortes de latérites que l'on rencontre suivant la roche-mère qui leur a donné naissance :

1) Latérite sur gneiss ou granite : l'horizon superficiel est brun rouge, l'horizon inférieur ou de concrétion (sous-sol des agronomes) est plus clair, plutôt rose que rouge, la zone de départ est constituée par des bandes roses, blanches, jaune verdâtre, suivant les minéraux qui se sont altérés. La roche garde sa structure dans cette zone. Il y a souvent une forte proportion de kaolin (fig. 5).

Les filons de quartz se prolongent depuis la roche-mère jusqu'à la surface du sol, car ils sont inaltérables. C'est un bon indicatif de la formation *in situ* de la latérite. Lorsque l'on trouve de gros blocs de quartz en surface (surtout sur la rive Est du lac), on peut être assuré qu'il y a eu décapage de la partie superficielle de la latérite par l'érosion. La terre qui entourait ces blocs a été entraînée pour former des colluvions.

Ces profils sont faciles à observer dans les lavakas. Les lavakas qui prennent naissance dans les latérites sur gneiss ont des parois verticales bien nettes. L'argile du type kaolinique provoque en effet de grandes fissures par suite du retrait consécutif à la sécheresse. L'eau descend dans ces fissures, affouille la zone de départ et la latérite s'effondre par pans.

2) Latérite sur roche basique : gabbro, basalte. Brunnes en surface, elles sont de couleur rouge sombre en profondeur (rouge plus foncé que les latérites sur gneiss, tirant parfois sur le violet). Cette couleur est due à la présence d'ilménite (minéral ferro-titané) ou de manganèse. L'ilménite et la magnétite, souvent de néoformation, se retrouvent inaltérés à la surface du sol où le ruissellement les rassemble en amas parfois importants. La structure de l'horizon supérieur est très meuble grâce à une masse de petits polyèdres argileux. L'argile (peut-être du type montmorillonite) présente de nombreuses fentes de retrait et la masse humide, originellement compacte, se divise par dessiccation en polyèdres sans cohésion entre eux. Grâce à cette structure meuble, les lavakas sont ici en pente douce avec des talus inclinés.

La zone de départ est beaucoup moins épaisse que dans les latérites précédentes.

d) *Caractéristiques physiques.*

Les latérites de gneiss sont sablo-argileuses, les latérites de gabbro limono-argileuses, car elles manquent de grains de quartz. Certaines atteignent 50 % d'argile (éléments < 2 μ).

Composition moyenne de ces sols :

Sable	46 %
Limon	13 %
Argile	41 %

Cette forte proportion d'argile souvent dispersée, donne des sols lourds et compacts mais par temps sec, après travail de la terre, elles peuvent avoir une bonne structure, d'ailleurs instable. Les sols vierges se tassent sous l'action des pluies, durcissent par dessiccation aux rayons solaires et forment croûte, l'herbe elle-même ne peut y pousser.

e) *Caractéristiques chimiques.*

Analyse d'une latérite sur gneiss (échantillon 65) :

Fe ² O ³ tot.	Humus	CaO éch.	K ² O éch.	P ² O ⁵ ass.	CaO tot.	K ² O tot.	P ² O ⁵ tot.
12,45 ^o / _o	0,93 ^o / _{oo}	0,55 ^o / _{oo}	0,16 ^o / _{oo}	0,011 ^o / _{oo}	2,1 ^o / _{oo}	0,36 ^o / _{oo}	1,85 ^o / _{oo}

Donc, en général, peu d'humus, peu de phosphore assimilable, très peu de potasse, peu de calcium. Les latérites sur gabbros ou basaltes sont beaucoup plus riches en calcium, grâce à la décomposition des pyroxènes, amphiboles et feldspaths calcosodiques que contiennent ces roches (ce qui explique peut-être aussi leur meilleure structure), leurs teneurs en P^2O^5 sont aussi un peu plus élevées.

Le pH de ces sols est très bas, 5,8 environ. Les latérites sur roches basiques sont moins acides.

f) *Utilisation agricole. — Fertilisé. — Vocation culturale.*

Les latérites sur gneiss sont les plus mauvaises terres au point de vue cultural à cause de leur faible teneur en éléments fertilisants, mais surtout à cause de leur compacité. Leur structure physique défavorable est le principal obstacle à leur mise en culture : la sécheresse de ces terrains est aussi un facteur limitant et même interdisant parfois la culture. L'eau ruisselle sur ces terrains imperméables à horizon supérieur durci et à forte pente, et ne profite pas à la végétation.

Il est préférable de choisir une latérite un peu érodée, de manière à travailler les horizons les plus proches de la zone de départ, donc les moins lessivés, mais, cependant, il convient d'éviter les zones kaoliniques trop argileuses. L'amélioration par les engrais semble assez problématique. Ces latérites ne seront toujours que de très maigres pâturages et ne porteront que de mauvaises cultures. Une seule vocation : la forêt.

L'arbre pourra les améliorer par son humus, par sa protection contre les rayons solaires et contre l'érosion. Le reboisement est la meilleure utilisation économique de ces terrains. Il se fera d'autant mieux que la disparition de la forêt primitive sera plus récente.

L'abus de pâturage est à craindre sur toutes les collines latéritiques. Certaines d'entre elles aux alentours d'Ambatondrazaka sont entièrement dénudées par les bœufs. Leur piétinement par temps humide disperse les sols (qui sont ensuite entraînés par les pluies beaucoup plus facilement), creuse des sillons, amorce des ravins. Enfin, ils arrachent la maigre couverture herbacée.

Grâce à leur teneur en éléments fertilisants, à leur structure, les latérites sur roches basiques peuvent être cultivées mais elles sont en général sur des pentes trop fortes et l'érosion est à redouter. Là, encore, le reboisement semble préférable.

B. — ELUVIONS DE RUISSELLEMENT ET COLLUVIONS.

a) *Localisation et formes topographiques.* — Ces sols sont très fréquents, mais n'occupent en général qu'une surface réduite. Ils ont été supprimés sur la carte, sauf lorsque leur superficie s'est montrée suffisante. Ils recouvrent certaines parties de la latérite en place d'un manteau peu épais quelquefois difficile à déceler, de 50 cm. à 1 m., mais peuvent atteindre une

épaisseur beaucoup plus grande au pied des montagnes où le ruissellement accumule ses matériaux. Ils se distinguent parfois par une rupture de pente vers le bas de la colline. Ces colluvions arrivent même à remblayer certaines vallées assez étroites et ceinturent presque tous les mamelons d'un mince liséré à leur base.

b) *Végétation*. — Les colluvions portent une végétation herbacée beaucoup plus dense et plus riche que celle des latérites. L'espèce dominante est le *Cynodon dactylon*.

c) *Description morphologique*. — Les colluvions de ruissellement forment des couches, soit jaunes, soit brunes, soit rouge foncé, séparées par une ligne nette de quartz anguleux des latérites sous-jacentes (dans le cas, naturellement, où la roche-mère contient du quartz). On ne peut les déceler que grâce à la topographie. Leur profil est homogène avec, parfois de gros blocs de quartz arrondis pris dans la masse ou accumulés à la base de la colline à la limite des terres de rizières (exemple : environs d'Imerimandroso) (fig. 2 et 6).

d) *Caractéristiques physiques*. — Un peu plus sableuses en général, elles ont meilleure structure que les latérites en place. Souvent plus humifères, lorsqu'elles proviennent d'anciens sols forestiers érodés, plus humides aussi, car elles sont plus perméables et recueillent l'eau de la colline qui les surplombe.

e) *Caractéristiques chimiques*. — Peu d'éléments fertilisants, mais plus de calcium que les latérites.

f) *Utilisation agricole*. — Les colluvions peuvent porter des cultures riches, en particulier le manioc, l'arachide, le maïs, le sorgho. Ce type de sol, avec les alluvions lacustres récentes, convient bien aux cultures sèches. Elles expliquent la richesse relative des pentes de « tanety » dans la région située entre Marololo et Imerimandroso.

C. — LATÉRITITES.

a) *Localisation et formes topographiques*. — Ce sont des alluvions latéritiques fluviales, nous les trouverons donc dans les plaines d'épandage des fleuves (plaines de l'Anony, de la Lakana, de la Menaloha). Elles couvrent parfois des surfaces considérables. Les plus grossières forment des cônes de déjection à la base des montagnes. (Ampanifotsy-Maromby au sud d'Andreba), les plus fines ou baiboho constituent des plaines de basse altitude réparties le long des fleuves avec quelquefois des bourrelets d'alluvions canalisant les eaux (Anony).

b) *Végétation*. — Ces terres portent, en général, une végétation assez maigre, ce qu'explique leur teneur humifère très basse. Nous retrouvons encore sur les parties sèches, le *Cynodon dactylon* ; sur les parties humides le *Phragmites communis* (« bararata »).

c) *Description morphologique et profil.* — Ce sont des sols homogènes de couleur rose sur tout le profil, avec une couche humifère très mince ou inexistante. On observe beaucoup de micas et de minéraux en décomposition (fig. 7). Leur nature varie depuis la source des fleuves jusqu'à leurs débouchés dans le lac. On peut se représenter schématiquement la formation des baiboho comme suit (fig. 3.).

La lavaka elle-même peut se comparer à un torrent avec bassin de réception et cône de déjection. Ce dernier comprend des lits successifs d'éléments grossiers : roches pourries, gros cailloux à moitié décomposés, minéraux altérés mais ayant conservé leurs formes primitives, sables et graviers en couches grises. A l'extrémité inférieure de ce cône les minéraux sont déjà beaucoup plus altérés et prennent une couleur rougeâtre, par suite de l'individualisation et de la migration du fer et par suite d'un mélange avec les latérites des alentours entraînées par l'eau. En aval, la grosseur des éléments diminue, la proportion relative de mica va en augmentant, car c'est le minéral qui résiste le mieux à la décomposition et se trouve entraîné le plus loin. La rivière charrie ces éléments en les mélangeant le long de son cours avec des alluvions de ruissellement descendant des montagnes et dépose en aval un limon de caractéristiques assez constantes : les baiboho.

Il reste toujours une traînée d'éléments grossiers dans le lit de la rivière. Grâce à cette trace, laissée dans le sol, on peut suivre l'ancien cours de la rivière (exemple : anciens lits de la Menaloha dans les terres de la Station agricole).

Ces sols sont de formation récente et paraissent résulter d'un déboisement intensif des collines entourant le lac, ce qui a eu pour conséquence la formation des lavakas et une intensification de l'érosion. Ils ont parfois une faible épaisseur et reposent sur d'anciens sols de marais et même sur des alluvions lacustres assez récentes par exemple, entre Manakambahiny et Vohidiala (fig. 7).

d) *Caractéristiques physiques.* — Les baiboho sont des limons argileux et le plus souvent de vrais limons, c'est-à-dire avec prédominance des éléments de diamètre compris entre 0 mm. 002 et 0 mm. 02.

Analyse mécanique d'un échantillon-type (échantillon V) :

Sable	12
Limon.	48
Argile.	40

Ce sont des terres assez difficiles à travailler, car elles sont un peu lourdes, d'autant plus qu'elles manquent d'humus.

e) *Caractéristiques chimiques.*

Humus	pH	CaO éch.	K ² O éch.	P ² O ⁵ ass.	CaO tot.	K ² O tot.	P ² O ⁵ tot.	Cap. d'éc.
0,05°/00	6,2	0,77°/00	0,19°/00	0,012°/00	1,82°/00	0,51°/00	1,29°/00	3,48°/00

Très peu d'humus, pH assez élevé, acidité plus faible que pour les terres latéritiques, bases échangeables faibles. En général, bases totales, surtout calcium, assez abondantes grâce aux minéraux non décomposés de ces terres, capacité d'échange très grande due à l'importance du complexe absorbant.

f) *Utilisation agricole.* — Ces limons sont assez riches grâce à un fond de fertilité que n'ont pas les latérites en place. Il faut cependant leur apporter beaucoup d'engrais ; leur haute capacité d'échange permet d'espérer une bonne utilisation de ces engrais. Leur faiblesse en fer total évitera l'insolubilisation du phosphore sous forme de phosphates de fer. De plus, il est absolument nécessaire de fumer ces terres ou, mieux, de faire des engrais verts pour augmenter leur teneur en humus. Les labours profonds sont recommandés lorsque le sol a une épaisseur suffisante. Ils permettent aux plantes d'explorer avec les racines un volume de terre plus grand et facilitent l'altération des minéraux. Il faut labourer à bonne époque pour éviter les mottes trop dures.

Ces terres peuvent porter toutes les cultures. Il est parfois nécessaire de les drainer.

D. — ALLUVIONS LACUSTRES.

Il y a trois groupes d'alluvions lacustres :

1° Alluvions très anciennes qui, en raison de leur âge, sont latéritisées. Ce sont des alluvions séniles.

2° Des alluvions de couleur jaune plus récentes que l'on peut appeler alluvions adultes.

3° Des alluvions actuelles ou sol de marais : alluvions juvéniles.

1. — *Alluvions anciennes latéritisées.*

a) *Localisation et formes topographiques.* — Elles forment des plateaux jusqu'à 910 mètres d'altitude et correspondent à ce que LONGUEFOSSE nomme le Grand Alaotra. Ces plateaux sont quelquefois fossilisés par une croûte latéritique (plateau à l'ouest d'Ampasikely) mais souvent fortement entamés par l'érosion (plateau entre la vallée de la Sahabe et la route d'Andilanatoby). Les ravins de ruissellement de ces alluvions anciennes présentent les mêmes formes que ceux des latérites sur roches basiques, mais sont plus rares. Souvent, la végétation en a repris possession et les a stabilisées (ouest de Bejofo).

Ce sont les sols de la ceinture la plus externe du lac, reposant sur les latérites en place. Ils doivent se poursuivre d'ailleurs jusqu'à Moramanga et Andilamena sous forme de témoins persistant dans les hautes vallées. Ils occupent une surface importante dans la partie Sud-Ouest du lac, mais forment aussi le sous-sol des alluvions jaunes plus récentes que nous étu-

dierons par la suite. Leur rôle vis-à-vis du régime des eaux est alors très important grâce à leur imperméabilité.

b) *Végétation*. — Même végétation que les latérites en place, c'est-à-dire prairie d'herbe coriace : *Aristida ascendens*, parfois plages de *Cynodon dactylon* dans les parties plus sableuses.

c) *Description morphologique*. — Aspect général des latérites, mais elles ne sont pas homogènes. Très argileuses en général (elles se débitent en gros blocs polyédriques lorsqu'elles sont sèches) mais il existe aussi dans la masse de grosses poches sableuses. Elles sont bariolées de taches ou de traînées de différentes couleurs : rouge, verdâtre, blanche, mais non rubannées comme la zone de départ d'une latérite. Leur surface est d'une couleur homogène soit rouge, soit jaune, foncé un peu par l'humus (fig. 8). Une très bonne coupe de ces alluvions est donnée par une tranchée de la route à Maharidaza au sud d'Ambodifary.

On peut trouver dans le profil des concentrations de fer pouvant aboutir à des concrétions dures (grains de quartz pris dans une masse rouge d'oxyde de fer). Un lit de ces concrétions marque toujours le passage entre ces alluvions anciennes et les alluvions jaunes plus récentes qui les surmontent en certains endroits (coupe précédente et profil de Vohidiala). Il n'existe pas seulement des concrétions, mais aussi de véritables cuirasses latéritiques de 1 m. d'épaisseur environ (plateau à l'ouest d'Ampasikely). Cette cuirasse marque une ancienne surface structurale, une pénéplaine (reprise par l'érosion elle a donné les plateaux dont nous parlions plus haut). Nous signalerons plus loin des croûtes et conglomérats lacustres qui ont une origine différente, mais ici, il semble que l'on soit en présence d'une cuirasse latéritique telle qu'on l'entend ordinairement. Dans cet ordre d'idées, notons aussi une cuirasse subaérienne à Andilana, c'est une zone de départ de latérite gneissique excessivement durcie par suite de sa position sur une très forte pente exposée au vent desséchant (fig. 4).

Les alluvions anciennes latéritisées résultent de l'érosion de latérites préformées : les éléments déjà latéritiques lors de leur dépôt ont été arrachés aux latérites tertiaires (?) des bords du lac et remaniées par les eaux. Après assèchement (au cours de la descente du niveau du lac) une migration ultérieure du fer et de l'alumine dans la masse de ces alluvions leur a donné leur aspect actuel assez semblable à celui d'une latérite en place.

d) *Caractéristiques physiques*. — Peu d'analyses de ce type de sols ont été faites. Très argileuses en général.

e) *Caractéristiques chimiques*. — Analyse d'un sol de ce type (échantillon 14) :

pH	CaO éch.	K ² O éch.	P ² O ⁵ ass.	CaO tot.	K ² O	P ² O ⁵ tot.
5,4	0,12°/00	0,15°/00	0,001°/00	0,94°/00	1,7°/00	0,09°/00

Donc, très acide, teneur en éléments fertilisants très faible, aussi bien échangeables que totaux, sauf en K_2O pour l'exemple choisi.

f) *Utilisation agricole.* — Ces sols sont trop argileux, l'évolution latéritique est trop poussée, donc peu d'éléments fertilisants. Ils sont incultivables. Leur utilisation la plus rationnelle est le pâturage extensif ou la forêt.

2. — *Alluvions récentes.*

a) *Localisation et formes topographiques.* — On peut en distinguer deux types : un type sableux et un type argileux. Les alluvions jaunes sableuses sont abondantes dans le secteur sud et le secteur est (environs de Manakambahiny, Vohidiala, Andilanatoby, Morarano-sud, Ambongolava). Les alluvions jaunes argileuses persistent sous forme de plaquage dans le fond des vallées jusque vers 835 m. Elles sont alors difficiles à distinguer des colluvions. Leur présence est plus fréquente sur la rive Est du Lac.

Les alluvions argileuses se localisent plutôt le long des massifs volcaniques (Amparafaravola) ou gneissiques, riches en fer (quartzites magnétifères de la station agricole des environs d'Imerimandroso). Les alluvions sableuses s'appuient en général sur les massifs gneissiques riches en quartz du pourtour du lac. Les alluvions jaunes sableuses forment des plateaux dont l'altitude, assez uniforme, voisine autour de 800 m. (Manakambahiny). Ces plateaux ont d'ailleurs des formes assez imprécises par suite de l'érosion qui en découpe les bords. Ce sont d'anciens deltas entaillés par de nouveaux thalwegs, d'où des éperons, des digitations (bien visibles sur la carte) qui s'avancent vers le lac (Manakambahiny, Vohidiala, Ambohidrony). Par suite de la nature sableuse de ces sols, il n'y a ni lavakas, ni ravins de ruisellement.

b) *Végétation.* — Ces sols sont couverts de *Cynodon dactylon* et de *Urena lobata* (« paka »). L'herbe craint parfois la sécheresse sur ces terrains sableux. Sur les podzols humiques, on rencontre *Eragrostis tenella* et *Eragrostis major*.

c) *Description morphologique.* — 1° Alluvions jaunes argileuses (type Station Agricole). Elles sont très compactes et contiennent peu de grains de quartz (fig. 9). Les concrétions internes semblent provenir de la désagrégation d'une croûte, soit de la croûte surmontant les alluvions anciennes, soit d'un conglomérat lacustre. Un remaniement ultérieur a réparti uniformément ces concrétions sur tout le profil. Elles sont formées de plages concentriques d'oxyde de fer, autour d'un noyau (grain de quartz, par exemple); d'autres ne sont que des morceaux de magnétite, martite ou ilménite roulés, avec peut-être remaniement interne.

Dans ces alluvions, on trouve parfois des blocs de silice sous forme d'opale. Cette opale forme de véritables rochers (Est d'Ambohitriasana), elle doit provenir d'une recristallisation de la silice en présence des eaux du

lac. Apportée par les eaux de drainage des latérites alentour, elle aurait floculé à l'endroit où ces eaux se jetaient dans le lac, c'est-à-dire au milieu des alluvions du delta lacustre.

Ces alluvions peuvent reposer directement sur la latérite en place ou par l'intermédiaire d'un lit de galets de quartz (Station agricole).

2° Alluvions jaunes sableuses. Ce sont les plus communes, et les plus intéressantes pour l'agriculture. Elles reposent presque toujours sur les alluvions anciennes latéritisées. L'humus s'accumule très facilement à leur surface, d'où leur aspect gris superficiel. Le sous-sol est jaune et sableux (fig. 10).

Sur les plateaux, on trouve parfois (Vohidiala, Andilanatoby) des traînées de sable blanc complètement pur, en général marquées par une dépression. Ces sables doivent provenir du lessivage des alluvions jaunes sableuses et de l'accumulation dans d'anciens lits de rivière. Le profil pédologique est alors : humus en surface, sable blanc en profondeur avec quelquefois migration de l'humus, comme dans les podzols humiques (fig. 12).

Enfin, on rencontre un troisième profil du type podzolique. Il y a entraînement du fer en profondeur et concrétionnement, mais jamais d'aliots continus (fig. 11). Ce phénomène semble se produire lorsque l'alluvion est assez sableuse, donc manque de colloïdes pour éviter le lessivage (Marololo).

Il faut signaler dans ces alluvions des croûtes souvent épaisses, noires, cavernieuses ou compactes, quelquefois de véritables conglomérats (concession Degusseau à Imerimandroso, mares de la concession Allain). Elles contiennent souvent du fer ferreux, ce qui semble montrer que ce ne sont pas des cuirasses latéritiques mais des croûtes ferrugineuses formées au niveau d'une nappe phréatique dans des sols à gley. L'humus peut d'ailleurs jouer un rôle dans leur formation. Elles sont plus ou moins anciennes, certaines se forment encore actuellement. Elles semblent marquer deux niveaux du ac : 800 et 760 m.

d) *Caractéristiques physiques.* — Très sableuses en général, allant jusqu'au sable pur :

Ex. : Terre n° 100	{	Sable.	77
		Limon	9
		Argile	15

e) *Caractéristiques chimiques.* — Analyse du sol n° 100 :

Humus	pH	CaO éch.	CaO tot.	K ² O éch.
1,37°/00	6	0,15°/00	1,37°/00	0,22°/00
K ² O tot.	P ² O ⁵ ass.	P ² O ⁵ tot.	Cap. éch.	
2,2°/00	0,029°/00	1,14°/00	0,52°/00	

Humus très abondant, acidité faible, éléments échangeables assez importants, mais éléments totaux en quantité plus faible que dans les latérites surtout pour la chaux. Capacité d'échange faible à cause de la teneur insignifiante en argile.

f) *Utilisation agricole, fertilité.* — Ces terres sont les plus cultivées. Elles conviennent parfaitement aux cultures sèches (manioc en particulier). L'arachide, par contre, manque de chaux, ce qui explique peut-être le nombre de gousses vides constaté dans certaines cultures. Leur nature sableuse permet un travail facile avec le matériel agricole. Il est recommandé de faire des labours profonds. Apporter des engrais tous les ans, mais ne pas essayer des fumures de fond, car la capacité d'échange est trop faible. Éviter surtout l'épuisement de la terre qui surviendrait assez rapidement par manque de réserve nutritive. L'humus tient bien dans cette terre, mais doit être entretenu par des engrais verts.

En résumé, la vocation culturale de ces terres est la culture sèche et dans les endroits trop pauvres, la forêt.

3. — *Alluvions lacustres actuelles et sols de marais.*

a) *Localisation et formes topographiques.* — Elles occupent tout le centre de la cuvette et forment une plaine immense en pente douce depuis les premières collines (altitude 760 m. environ) jusqu'au niveau actuel du lac (750 m. en basses eaux) ; plus de nombreuses digitations dans les vallées tributaires du lac. Leur surface plane située sensiblement au niveau du lac, explique leur inondation périodique à la saison des pluies et le manque d'écoulement des eaux en saison sèche, d'où formation de marécages. La mise en valeur du lac suppose essentiellement l'assèchement de ces terres, récupérables pour la culture.

b) *Végétation.* — Elle varie suivant la nature plus ou moins sableuse du sol et suivant son humidité.

Sur alluvion sableuse : *Phragmites communis* (« bararata »).

Sur alluvion argileuse assez humide (qui correspond au deuxième stade d'évolution pédologique, voir plus loin) : *Cyperus latifolius* (« herana »). Enfin, sur alluvion argileuse et tourbeuse (troisième stade) : *Cyperus emyrnensis* (« zozoro »).

c) *Description morphologique de ces sols.* — Ils résultent du mélange par alluvionnements de tous les sols qui ceinturent le lac : latérites, alluvions anciennes et récentes, baiboho. Le tout a été repris par l'eau du lac, nivelé, et a subi une évolution sous marais. On peut distinguer trois stades dans cette évolution (fig. 13). Dans les derniers stades, il est d'ailleurs impossible de reconnaître l'origine de ces sols, l'évolution se faisant vers un type unique : le sol de marais.

Premier stade : la surface devient grise, noire lorsqu'elle est humide, grâce à l'humus, l'horizon inférieur, de rouge devient jaune uniforme puis le fer se concentre en donnant des taches de couleur rouille et parfois des concrétions ferrugineuses.

Deuxième stade : l'humus s'accumule et l'horizon superficiel devient de plus en plus noir et épais. Le sous-sol devient gris (fer réduit) avec quelques filets rouille (fer ferrugine) le long des racines.

Troisième stade : atteint sous marais à « zozoro ». Grande épaisseur de boue tourbeuse allant jusqu'à 1 m. et sous-sol d'argile blanche lessivée.

Au milieu de ces alluvions se concentrent des bancs de sable de grande importance (Andilana, environs de Vohitsara et d'Anororo). Ces sables sont apportées par les fleuves ou les courants lacustres. Ils forment parfois des plages parallèles au lac (Betainomby) reposant sur le sol, mais on rencontre aussi des passages plus sableux dans le sol lui-même avec, alors, un mélange d'argile blanche et de quartz (Ambohidrony).

La submersion des rizières provoque une évolution du sol dans le même sens, mais elle aboutit à un stade moins avancé que la submersion par les eaux du lac, l'aération du sol à certaines époques de l'année freine cette évolution.

d) *Caractéristiques physiques.* — Ce sont des sols sablo-argileux, mais présentant de grosses variations dans la composition physique, d'un endroit à un autre, et même entre le sol et le sous-sol.

Exemple : sous-sol de l'échantillon R³ (Ambohidrony) :

Sable.	70	%
Limon	10	%
Argile	20	%

Sous-sol de l'échantillon 10 (3^e stade argile blanche) :

Sable.	26	%
Limon	33	%
Argile	40	%

L'argile grise de ces sols est complètement dispersée et sans doute désaturée. L'eau met immédiatement l'argile en suspension et le sable se sépare par sédimentation. Cette argile dispersée rend le sol compact et absolument imperméable. Intéressante pour les rizières dont elle maintient l'humidité, elle asphyxiera toute autre végétation par sa compacité. Les agrégats terreux qui peuvent se former par dessiccation, sont immédiatement détruits par l'eau. Seule la surface de ces sols possède des agrégats stables, grâce à l'humus. Le retrait par suite de la sécheresse est aussi considérable dans ces argiles.

e) *Caractéristiques chimiques.* — Nous constatons encore de grandes variations entre l'horizon superficiel et l'horizon profond (S et P).

	Fe ² O ³ tot.	Fe ² O ³ libre	Al ² O ³ libre	Humus
S	1,28 ^o / _o	0,25 ^o / _o	2,63 ^o / _o	5,63 ^o / _{oo}
P	0,81 ^o / _o	0,13 ^o / _o	3,34 ^o / _o	0,02 ^o / _{oo}

	CaO éch.	CaO tot.	K ² O éch.	P ² O ⁵ as.	P ² O ⁵ tot.
S	0,15 ‰	0,54 ‰	0,25 ‰	0,243 ‰	1,04 ‰
P	0,23 ‰	0,49 ‰	0,26 ‰	0,014 ‰	0,26 ‰

Donc très peu de fer et d'alumine montrant lessivation.

Grande richesse en humus pour la partie superficielle, bases en très faibles quantités (manque de chaux et de potasse), phosphore assez abondant en surface, très pauvre en profondeur. Ces terres sont assez acides : pH de 5,6 environ.

f) *Utilisation agricole.* — Ces terres sont riches grâce à la présence d'humus, mais pauvres en éléments fertilisants. Il faut donc conserver cet humus en fumant au fumier de ferme ou en faisant des engrais verts. Mais la meilleure façon de conserver l'humus est de le submerger et maintenir le sol humide. La vocation culturale de ces terres est donc la riziculture. Eviter les cultures sèches qui épuiseront l'humus par exposition aux rayons solaires et ne trouveront pas les éléments nécessaires à leur subsistance. Ne pas labourer trop profond, car le sous-sol n'est pas fertile. C'est une terre pauvre qui ne convient qu'au riz. Pour études complémentaires de ce type de sol, voir annexes.

ANNEXES

I. — HISTOIRE DU LAC D'APRÈS SES SOLS

La géologie et la topographie permettent d'assurer que nous sommes en présence d'un lac de fracture. Mais l'examen de divers profils pédologiques nous autorise à penser que les latérites étaient déjà formées sur le socle cristallin avant la formation des failles et l'effondrement. Nous retrouvons en effet des alluvions lacustres anciennes sur des zones de départ de vieilles latérites érodées.

Donc à l'origine, peut-être au tertiaire, socle cristallin recouvert de latérites (fig. 1).

Fin tertiaire, probablement Néogène, d'après BESAIRIE, formation du lac par effondrement d'un compartiment entre deux failles (fig. 2). Aussitôt, alluvionnement de matériaux latéritiques au fond, mais surtout en bordure du lac (fig. 3).

En coupe, les alluvions avaient le profil classique d'un delta (les dépôts suivants de même profil, donneront l'idée de cuvettes emboîtées) (fig. 14). Cet alluvionnement comble l'ancien relief et se trouve nivelé vers l'altitude

de 910 m. niveau supérieur atteint par le lac. La courbe hypsométrique de 1.000 m. ceinture en effet toute la dépression en faisant abstraction des entailles très étroites faites depuis par les vallées des grands fleuves (Mangoro, Maningory). Les conditions de formation d'une cuirasse latéritique : surface plane, nappe phréatique sont réalisées (fig. 4).

Au quaternaire, le lac descend (peut-être capturé par un fleuve) et se fragmente en trois lacs (lac de Moramanga, lac Alaotra et lac d'Andilamena). Les cuirasses sont désagrégées et mélangées à un nouveau dépôt d'alluvions qui deviendront les alluvions jaunes, appelées alluvions récentes dans cette notice. Ce sont encore des deltas dont le niveau supérieur est à l'altitude de 835 m. Un deuxième abaissement du lac donne une autre série de dépôts vers 800 m. (fig. 5).

Le lac continue à s'assécher et se fixe vers 760 m. où il se trouve encore actuellement : nouvel alluvionnement, ce sont les alluvions actuelles (fig. 6).

Enfin, un déboisement intensif par l'homme, très récent (100 à 200 ans) amène la formation des lavakas et, par suite, des baiboho qui se déposent sur les alluvions lacustres.

910 m., 835, 800, 760 paraissent des niveaux où le lac a stationné plus longtemps au cours de son assèchement. Ces variations de hauteur sont possibles, grâce à des mouvements tectoniques, capture de fleuves, usure du seuil de l'exutoire. Les conglomérats lacustres coïncident d'ailleurs avec ces différents niveaux.

On peut facilement expliquer les divers aspects des alluvions selon leur âge. Les alluvions les plus anciennement découvertes et sous un climat favorable se sont latéritisées (migration de fer et d'alumine, formation de cuirasse) d'autant plus facilement qu'elles provenaient déjà des sols latéritiques avec un faible transport. Ce sont des alluvions séniles à évolution latéritique très poussée. Les alluvions récentes ont subi un transport par les fleuves et, par suite, une différenciation beaucoup plus grande (étendue sableuse, par exemple). Leur couleur jaune peut être interprétée comme un stade vers une latéritisation plus grande (le temps écoulé depuis leur assèchement ayant été insuffisant). Les alluvions actuelles sont encore sous la dépendance de la nappe phréatique et de la submersion par l'eau, le processus de latéritisation est impossible dans ce cas (voir la dynamique des sols de marais).

II. — ETUDE DES SOLS DE MARAIS RÉCUPÉRABLES DU LAC ALAOTRA

Origine de ces sols. — Ils résultent du mélange par alluvionnement de tous les sols qui ceinturent le lac : latérites, alluvions lacustres anciennes et récentes, baiboho, et de leur évolution pédologique par submersion fréquente. La présence de l'eau, la végétation des marais ont provoqué des transformations physiques et chimiques, d'où leur aspect actuel.

Morphologie. — Le profil typique est le suivant (fig. 6) :

a) En surface : horizon gris humifère, très noir lorsqu'il est humide, de 10 à 20 cm. d'épaisseur, plus épais dans les points bas où l'eau s'accumule. Souvent la couche humifère est alluviale, c'est-à-dire rapportée sur la partie inférieure. Il est probable que dans les marais, l'eau circulant lentement, entraîne des particules terreuses humifères qu'elle dépose ensuite un peu plus loin au milieu des racines de zozoro, d'où une séparation nette entre la couche humifère et le terrain sous-jacent. Dans les rizières cet horizon est limité par la profondeur des labours ou du piétinage des bœufs.

b) Horizon inférieur gris ou blanc formé de grains de quartz enrobés d'argile blanche. Quelques racines ont pénétré jusqu'à cette profondeur et ont laissé des traces rouges qui marquent leur passage.

c) Un horizon gris bleu ou verdâtre, argileux et ferrugineux (fer réduit) au niveau de la nappe phréatique. C'est un horizon de gley rarement visible.

Evolution pédologique. — A l'origine, c'est-à-dire avant leur transport et leur dépôt dans le lac, ces sols étaient latéritiques, c'est-à-dire à forte proportion de fer et d'alumine. Le fer était sous forme ferrique très oxydé, d'où la couleur rouge (latérite) ou sous forme toujours ferrique mais plus hydraté d'où la couleur jaune (alluvions lacustres récentes).

Submergés par les eaux du lac, voici les processus physiques et chimiques qui les ont amenés à leur état actuel.

L'eau empêche l'arrivée de l'oxygène dans le sol. Les racines des plantes pourrissent peu car la pourriture est une oxydation sous l'action des microbes aérobies. Seuls les microbes anaérobies peuvent agir dans ce cas, mais la décomposition n'est jamais totale. Il y a donc accumulation de la matière organique (la formation étant plus rapide que la destruction) et naissance de la tourbe. L'humus lui-même, qui est un stade de dégradation de la matière organique, est peu abondant relativement.

Sous l'action du milieu réducteur et de l'humus, les sels ferriques se transforment en sels ferreux, plus solubles, et en complexes ferro-humiques. L'eau entraîne ce fer en profondeur ou latéralement. La couleur rouge due aux sels ferriques disparaît pour faire place à une couleur blanche, grise ou verdâtre, due aux sels ferreux. Un stade intermédiaire est marqué par des taches rouilles disséminées dans le sol. Il reste environ 1 % de fer total et 0,20 % de fer libre dans ces sols, ce qui est très faible par rapport à un sol latéritique. L'eau du drainage de ces terres est très riche en fer. Des bactéries ferrugineuses ou ferro-bactériales vivant dans ces eaux retransforment le fer ferreux en fer ferrique, d'où des dépôts rouges observés dans certains canaux. Le fer peut aussi réapparaître rouge lorsque l'on chauffe la terre sous les « Haiafa » par exemple.

L'alumine elle-même est en plus faible proportion. La chaux et l'acide phosphorique semblent aussi avoir subi un lessivage. Nous avons donc des phénomènes assez semblables à ceux des podsoles ou des sols à gley, ce que

semblent confirmer les trois échantillons 71, 72 et 73 d'un même sol pris à des profondeurs différentes.

Après assèchement, nous avons donc :

1° Un horizon supérieur riche grâce à l'apport d'éléments fertilisants par les matières organiques en décomposition, et de bonne structure physique.

2° En sous-sol, une argile blanche compacte si elle n'est pas quartzreuse et appauvrie en principes nutritifs, d'où les procédés de culture à employer.

Travail de ces terres. — Il ne s'agit ici que de leur utilisation en culture sèche, car la rizière est la culture la plus recommandée et même peut être la seule possible sur ces terres.

En effet, la submersion évite les pertes en humus ; d'autre part, il y a retour des racines au sol et même de la paille, apport d'éléments fertilisants par l'eau d'irrigation, enfin le riz est une plante peu exigeante.

Pour la culture sèche, le principal but à atteindre est la conservation de l'horizon supérieur riche en humus, car après assèchement, les microbes aérobies, dont l'action est activée par la chaleur, transforment l'humus en CO_2 et H_2O . On dit que l'humus est brûlé par le soleil ; de plus les vents violents de la saison sèche enlèvent par érosion éolienne cette poussière noire impalpable. Il ne faudra donc pas trop travailler la surface en saison sèche, l'aération de la terre et son brassage favoriserait la disparition de l'horizon superficiel. Pour les sols trop tourbeux, il y a intérêt à remonter par un labour un peu d'argile du sous-sol pour transformer en terre franche une terre trop légère et retenir l'humus par la formation d'un complexe argilo-humique. Par contre, dans les sols où la couche supérieure est faible et peu humifère, ne pas labourer trop profond.

Il est probable que malgré toutes ces précautions, la couche supérieure disparaîtra au bout d'un certain temps. Il faudra alors apporter du fumier qui allègera l'argile blanche et fournira les éléments nutritifs manquants.

Une bonne formule à envisager serait l'emploi d'engrais verts. Les engrais minéraux, d'autre part, apporteront certainement une augmentation de rendements.

La culture de ces terres doit donc être conduite avec grands ménagements, sinon la fertilité de ces terrains récupérés baissera en deux ou trois ans.

III. — MÉTHODES D'ANALYSES

Tous les échantillons ont été préparés de la manière suivante :

- 1° séchage à l'air ;
- 2° passage au tamis de 2 mm. ;
- 3° les agrégats sont détruits en les écrasant à la main, puis avec précaution au mortier.

I. — ANALYSES DE BASES ÉCHANGEABLES.

Le réactif employé pour l'extraction des bases échangeables est l'acétate d'ammonium en solution normale et neutre obtenue en neutralisant par l'ammoniaque la quantité calculée d'acide acétique en présence de bleu de bromothymol.

1° *Chaux échangeable* : elle est précipitée par l'oxalate d'ammonium. L'oxalate de calcium est ensuite dosé volumétriquement par le permanganate :

$$1 \text{ cc. de Mn O}^4 \text{ K} \frac{\text{N}}{10} = 0,0028 \text{ gr. de CaO}$$

2° *Potasse échangeable* : elle est précipitée par une solution de cobaltinitrite de sodium préparée selon la méthode indiquée dans la *Dynamique des sols*, de Demolon (p. 379). On décompose le cobaltinitrite double par la soude et on dose volumétriquement les nitrites en retour par le permanganate.

Facteur adopté :

1 cc. Mn O⁴ K $\frac{\text{N}}{10}$ × 0,83 : nombre de milligrammes de K₂O dans la prise considérée.

II. — ANALYSES DES BASES TOTALES.

Attaque pendant cinq heures à NO³H concentré. On précipite deux fois les hydroxydes par l'ammoniaque. La chaux est dosée par l'oxalate d'ammonium et la potasse sur les eaux de lavage de la chaux comme plus haut.

III. — DOSAGE DU FER.

Le fer a été dosé dans les solutions ferriques par la méthode Zimmermann Reinart (cf. *Treadwell*, tome II, p. 562 et COLLIER, *Ann. Agronom.*, mai-juin 1947, pp. 329-345), c'est-à-dire réduction par le chlorure stanneux.

1° *Dosage du fer total* : extraction par HCl (cf. DEMOLON et LEROUX, pp. 188-189).

2° *Dosage du fer libre* : extraction par l'acide oxalique à 2 %, suivi de citrate ammoniacal (cf. DEMOLON et LEROUX, p. 190).

IV. — DOSAGE DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE.

1° Acide phosphorique assimilable : aucune des terres analysées n'étant calcaires, P₂O₅ a été dosé dans l'extrait citrique (cf. DEMOLON et LEROUX, pp. 177-179). Précipitation par le molybdate et dosage volumétrique.

2° Acide phosphorique total : il se détermine sur une fraction de la liqueur nitrique (cf. : bases totales).

V. — DOSAGE DE L'ALUMINE LIBRE.

Le réactif d'attaque utilisé est la soude à 3,5 grammes Na₂O/litre, soit 4,5 gr. de NaOH en pastille par litre (cf. DEMOLON et LEROUX, pp. 191-192).

Après destruction de la matière organique et insolubilisation de la silice on précipite l'alumine par du phosphate d'ammoniaque en présence d'hypo-sulfite de sodium. On pèse le phosphate d'alumine après calcination.

VI. — L'HUMUS.

Extraction par l'oxalate d'ammonium à 3 % selon le procédé de M. CHAMINADE. Précipitation par un acide, remise en solution par NaOH et dosage au permanganate.

VII. — DÉTERMINATION DU pH.

A l'aide d'une trousse colorimétrique Prolabo.

VIII. — DÉTERMINATION DE LA CAPACITÉ D'ÉCHANGE DE BASES.

Mise en contact du sol avec Ca Cl² saturé. On lave ensuite par l'eau et par $\frac{\text{HCl N}}{10}$. On dose CaO dans le filtrat. On obtient CaO absorbé par la terre d'où la mesure de la capacité d'échange exprimée en CaO ‰.

IX. — ANALYSE MINÉRALOGIQUE.

On examine au microscope les sables séparés par analyse mécanique.

X. — L'EAU.

1° Humidité : elle est déterminée en plaçant 10 grammes de sol à l'étuve à 110° pendant vingt-quatre heures environ. La perte de poids correspond à l'humidité.

2° Perte au feu : elle s'obtient en calcinant 10 grammes de sol pendant deux heures au bec Bunsen. Cet essai donne l'eau de composition en même temps que la matière organique totale.

3° Humidité équivalente : détermination arbitraire par centrifugation à 1.000 g. de la terre saturée d'eau, elle correspond sensiblement à la quantité d'eau retenue par le sol en place ressuyé (drainage librement assuré). Elle présente de ce fait un grand intérêt pour l'irrigation.

4° Point de flétrissement : c'est la quantité minima d'eau retenue par le sol lorsque les plantes se fanent d'une façon permanente. N'ayant pas les moyens de la mesurer directement nous avons utilisé la formule :

$$\text{Humidité au point de flétrissement} = \frac{\text{humidité équivalente}}{1,84}$$

Humidité équivalente — humidité au point de flétrissement = quantité d'eau maxima à apporter pour l'irrigation de culture sèche sans submersion.

RÉSULTATS ANALYTIQUES.

Latérite sur gneiss :

- 5 Zone de départ d'une latérite de la station agricole.
- 64 Latérite située au nord de la concession de Marololo sur flanc de tanety.
- 102 Colline à l'ouest de Morarano.
- 109 Latérite au nord de Vohimena sur gneiss très micacé et amphibolique (S surface ; P sous-sol ; M zone de départ).
- 110 v Surface d'une latérite sous reste de forêt primaire au nord de Vohimena.
- 111 Flanc ouest de l'Ankaroaka.

Latérite sur roche basique :

- 108 Latérite sur le flanc sud de l'Ankitsika.
S surface ; P profondeur.

Latéritites :

- V Plaine à l'est de Vohidiala.
- 1 Station agricole de l'Alaotra près du champ d'aviation.
- 2 Station agricole, allée des eucalyptus.
- 42 Vohidiala.
- 45 3 km. au sud de la gare de Vohidiala.

Alluvions jaunes, lacustres argileuses :

- 4 Coulée jaune à l'entrée de la station agricole.
- 106 Nord-est d'Amparafaravola.

Alluvions jaunes sableuses :

- 4 Collines à l'extrémité est du champ d'aviation de la station agricole.
- 12 Ambohidrony : champs de manioc près de la maison d'habitation.
- 61 Marololo.
- 62 { — (62 sol ; 63 sous-sol).
- 63 {
- 100 Champ de manioc à l'ouest de Manakambahiny.
- 101 Champ de manioc à l'est de Morarano sud.
- 104 Champ de manioc de la concession Allain : Ambogonlava.

Alluvions lacustres actuelles :

- R₂ { Ambohidrony : champ de manioc près du hangar (R₁ sol ; R₂ sous-sol).
- 10-11 { Rive de la Sahabe en face de la station agricole (10 sous-sol, 11 tourbe).
- 13 S et P { Ambohidrony champ de manioc près du hangar (13 S sol ; 13 P sous-sol).
- 40-41 { Nord de Vohidiala : nouvelle route (40 surface ; 41 sous-sol).
- 71-72-73 { Nord d'Ambatondrazaka (71 surface ; 72 : 50 cm. de profondeur ; 73 : 75 cm. de profondeur).
- 107 Andranosabe horizon supérieur d'un sol de rizière.

Alluvions anciennes :

- 14 Maharidaza au sud d'Ambodifary.
- 113 Cours supérieur de la Menaloha.

Croûtes, cuirasses latéritiques et conglomérats lacustres :

- 104 Croûtes lacustres à Ambogonlava .
- 114-1 Ile d'Anosy : croûte lacustre.
- 114-2 — : conglomérat lacustres.
- 126 Vieille croûte ou cuirasse, près de Manakambahiny.
- 127 Vieille croûte : concession Degusseau près d'Imerimandroso.

ANALYSE MINÉRALOGIQUE.

Latérite : quartz et magnétite ou martite (1 à 2 %) sauf échantillon n° III (zone de départ) contenant 25 % de feldspaths et 48 % d'amphibole.

Latéritites : quartz, magnétite concrétions. L'échantillon n° 45 type baihobo est composé de 25 % de quartz, 5 % de feldspath et de mica.

Alluvions jaunes lacustres : quarts, magnétite et nombreuses concrétions.

Alluvions anciennes : quartz, magnétite ou martite.

Alluvions lacustres actuelles : quartz et magnétite sauf les horizons superficiels R¹ et 71 contenant l'un du mica 5 %, l'autre des feldspaths 5 % et des amphiboles 5 %, ce qui prouve un apport et un remaniement de l'horizon humifère superficiel.

Tananarive, 1949.

BIBLIOGRAPHIE

- BARON (R.). — D'Ambatondrazaka à Fenoarivo (*Antananarivo Annual*).
- BONNEFOY, 1932. — Etude sur la valeur agricole des terres du pays Sihanaka. *Bull. Econ.* (mai-juin et juillet).
- LAFFAY, 1902. — Le bassin lacustre d'Alaotra. *Revue de Madagascar*.
- LAFON, 1922. — L'élevage au pays Sihanaka. *Bull. Econ.* (3^e et 4^e trim.).
- LONGUEFOSSE, 1922. — L'Antsihanaka, région de l'Alaotra. *Bull. Econ.* (3^e et 4^e trim.).
- 1923. — *Id.*, l. c., 1^{re}, 2^e, 3^e, et 4^e trim.
- 1925. — *Id.*, l. c., 1^{re} et 2^e trim.
- PERRIER DE LA BÂTHIE, 1913. — Dépressions lacustres du Mangoro, de l'Alaotra, de l'Ankaizina. *Bull. Acad. Malg.* Vol. XII.
- ROLLOT, 1921. — Mise en valeur de la plaine de l'Alaotra. *Bull. Econ.* (4^e trim.).

ALLUVIONS ANCIENNES

N°	Analyse mécanique			Fe ² O ³ tot. °/° Cl H	Al ² O ³ libre °/°	Fe ² O ³ libre °/°	Humidité équivalente °/°	Point de flétrissement °/°
	S °/°	L °/°	A °/°					
14.....	»	»	»	»	2,09	2,84	20,0	10,8
113.....	44	18	36	17,12	3,84	3,70	15,9	8,6

N°	pH	Humus °/°°	Bases échangeables		P ² O ⁵ ass. °/°°	Bases totales		P ² O ⁵ tot. °/°°	Cap. Ech. CaO °/°°
			CaO °/°°	K ² O °/°°		CaO °/°°	K ² O °/°°		
14	5,4	0,001	0,12	0,15	0,00	0,94	1,70	0,090	3,1
113....	»	0,05	0,10	0,19	0,050	»	2,11	3,7°	2,5

BAIBOHO, LATÉRITITES.

N°	pH	Humus ‰	Bases échangeables		P ² O ⁵ ass. ‰	Bases totales		P ² O ⁵ tot. ‰	Cap. Ech. CaO ‰
			CaO ‰	K ² O ‰		CaO ‰	K ² O ‰		
V.....	6,5	0,09	1,08	0,36	0	1,13	»	0,72	»
1.....	6,2	0,05	0,77	0,19	0,012	1,82	0,51	1,29	»
2.....	»	0,04	1,83	0,15	0,003	2,54	0,99	0,52	3,48
42.....	»	»	0,47	0,16	0,014	3,70	0,72	0,64	»
45.....	»	»	0,93	»	0,033	2,70	»	0,75	»

N°	Analyse mécanique			Fe ² O ³ tot. %	Fe ² O ³ libre %	Al ² O ³ libre %	Humidité équivalente	Point de flétrissement
	S	L	A					
	‰	‰	‰					
V.....	5	52,5	41,5	9,86	3,78	2,38	»	»
1.....	12	48	40	20,60	5,08	1,25	»	»
2.....	34	22	33	8,89	4,74	1,87	»	»
42.....	12	42	36	10,56	4,54	7,10	37,7	20,4
45.....	77	12	11	9,60	5,03	2,33	13,4	7,2

CROUTES, CUIRASSES LATÉRIQUES ET CONGLOMÉRAT.

N°	Résidu att. SO_4H^2 1/2	Si O^2 combiné ‰	Fe $^2\text{O}^3$ ‰	FeO ‰	Al $^2\text{O}^3$ ‰	H $^2\text{O}+$ ‰	Total ‰	SiO 2 Al $^2\text{O}^3$
104....	28,4	5,0	32,8	2,16	29,60	»	»	0,28
114-1 ..	10,2	7,1	11,2	68,4	»	»	»	0,72
114-2 ..	40,8	»	44,8	4,32	9,19	»	»	»
126....	20,3	6,6	52	»	33,3	»	»	0,55
127....	24,2	9,0	22,0	»	31,27	13,1	99,57	0,48

ALLUVIONS JAUNES LACUSTRES.
Alluvions récentes jaunes argileuses.

N°	Analyse mécanique			Fe $^2\text{O}^3$ tot. Cl H ‰	Fe $^2\text{O}^3$ Libre att. oxal. ‰	Al $^2\text{O}^3$ Libre att. sod. %	Humidité équivalente	Point de flétrissement
	S ‰	L ‰	A ‰					
4.....	17,5	7	7	19,25	2,23	3,11	»	»
105....	18	40	42	26,53	4,31	6,18	»	»

N°	pH	Humus ‰	Bases échang.		P $^2\text{O}^5$ ass. ‰	Bases totales		P $^2\text{O}^5$ tot. ‰	Cap. échang.	H ^2O %
			CaO ‰	K ^2O ‰		CaO ‰	K ^2O ‰			
4.....	6,6	0	0,47	0,39	0,053	1,29	0,49	5,06	0,63	3,3
105....	»	0,07	1,19	0,25	0	1,85	1,60	8,60	6,7	6,7

Alluvions récentes jaunes sableuses.

28

N°	Analyse mécanique			Fe ² O ³ tot. %	Fe ² O ³ libre %	Al ² O ³ sod. %	Humidité équivalente	Point de flétrissement
	S %	L %	A %					
3.....	54	11	31	21,36	5,29	3,97	19,5	10,6
12.....	82	4	4	2,08	0,90	3,01	9,3	5,0
61.....	54	7	37	8,64	»	»	15,7	8,5
62.....	»	»	»	10,0	»	»	»	»
63.....	53,5	20	24	»	»	»	13,7	7,4
100....	77	9	5	»	»	»	9,6	5,2
104....	58	25	16	14,18	6,79	2,21	19,5	10,6
101....	75	8	16	3,70	0,75	6,86	10,4	5,6

N°	pH	Humus ‰	Bases Echang.		P ² O ⁵ ass. ‰	Bases totales		P ² O ⁵ tot. ‰	Cap. éch.	H ² O %
			CaO ‰	K ² O ‰		CaO ‰	K ² O ‰			
3.....	6,7	0,12	1,02	0,23	0,95	11,17	1,95	32,17	1,92	5,6
12.....	»	3,91	0,05	»	1,98	1,30	1,65	4,37	»	3,3
61.....	»	1,73	0,69	0,09	0,034	1,75	0,37	0,89	3,6	2,17
62.....	»	»	0,75	0,17	0,023	0,77	0,56	1,47	»	1,7
63.....	»	»	0,49	0,07	0,018	1,22	»	1,32	»	»
100....	6	1,37	0,15	0,22	0,029	1,37	»	1,14	0,52	2,5
101....	»	0,59	0,17	0,39	0,024	1,68	»	0,95	»	3,2
104....	6,2	5,87	0,91	0,36	0,258	0,98	2,08	15,32	2,47	4,1

J. RIQUIER ET P. SEGALLEN

LATÉRITES SUR GNEISS. RÉSULTATS ANALYTIQUES,

N°	Analyse mécanique			Fe ² O ³ total % (Cl H)	Fe ² O ³ att. oxal %	Al ² O ³ att. % sodique	Humidité équivalente	Point de flétrissement
	S ‰	L ‰	A ‰					
5.....	65,5	6,5	24,2	11,94	3,72	4,18	23,1	12,5
6.....	47	30	22	20,76	4,65	5,89	»	»
64.....	30	15	47	»	»	»	16,2	8,8
65.....	46	13	41	12,40	»	»	17,5	9,5
102....	42	3,5	53	7,32	3,88	8,57	10,1	5,4
109 S..	»	»	»	11,04	2,44	3,26	»	»
109 P..	22	24	52	16	4,10	3,67	33,1	17,8
109 M..	»	»	»	15,04	6,18	0,75	»	»
110 V..	22	13	65	23,91	3,03	6,31	33,8	19,4
111....	69	10	20	23,2	4,09	7,52	27,0	14,6

N°	pH	Humus ‰	Bases échangeables			Bases totales		P ² O ⁵ tot. ‰	H ² O %	Perte au feu %	Capac. CaO éch. CaO ‰
			CaO ‰	K ² O ⁵ ass. ‰	P ² O ⁵ ass. %	CaO ‰	K ² O ‰				
5.....	5,1	0	0,24	»	0,060	0,88	»	0,506	2,8	14,1	1,46
6.....	»	0,16	0,76	0,21	0,012	3,76	0,80	29,77	»	»	»
64.....	»	1,21	0,21	0,11	0,018	2,17	»	1,52	»	9,86	»
65.....	»	0,93	0,55	0,16	0,11	2,10	0,36	1,85	2,9	12,10	»
102....	5,9	0,15	0,39	0,48	0	1,64	»	0,313	2,5	10	0,32
109 S..	5,9	0,20	0,46	0,38	0,005	2,02	1,37	1,37	2,9	17	1,75
109 P..	5,4	0,04	0,20	0,24	0,082	3,72	1,83	0,85	2,0	14	1,28
109 M..	6,4	»	0,07	0,22	»	»	»	»	1,5	»	»
110 V..	5,5	6,20	»	»	traces	1,79	1,80	»	6,2	27	1,83
111....	6,3	1,76	0,27	0,17	0,013	0,67	0,49	»	»	25,8	0,85
110 S..	5,2	13,84	1,15	0,49	»	»	»	»	15,8	»	»

LATÉRITES SUR ROCHES BASIQUES.

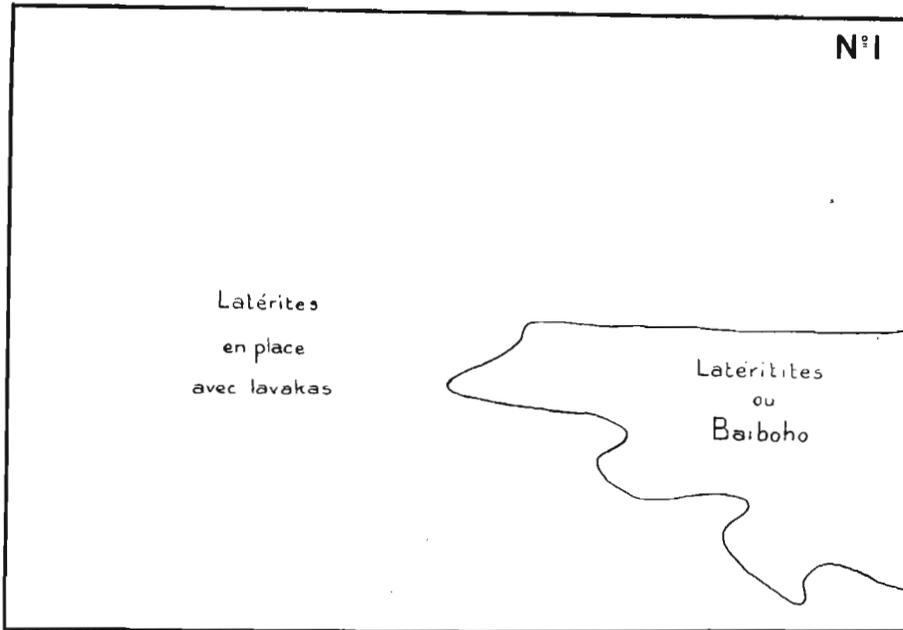
N°	Analyse mécanique			Fe ² O ³ tot. % (Cl H)	Fe ² O ³ att. oxal. %	Al ² O ³ att. % sodique	Humidité équivalente	Point de flétrissement
	S ‰	L ‰	A ‰					
108 S . .	24	20	56	»	1,54	6,14	19,5	10,6
108 P . .	20	57,5	22,5	»	6,77	3,23	22,5	12,2
108 A . .	48	25	19	24,88	2,41	3,17	23,8	12,9

N°	pH	Humus ‰	Bases échangeables		P ² O ⁵ ass. ‰	CaO ‰	K ² O ‰	P ² O ⁵ ‰	H ² O %	Cap. Ech. ‰
			CaO ‰	K ² O ‰						
108 S . .	5,8	0,41	0,07	0,26	0,003	1,26	0,35	2,05	2,7	»
108 P . .	5,8	0,04	0,10	0,40	0,002	1,12	1,44	0,83	3,6	»
108 A . .	6,4	0,56	2,14	0,32	0	3,63	1,88	3,48	5,5	5,54

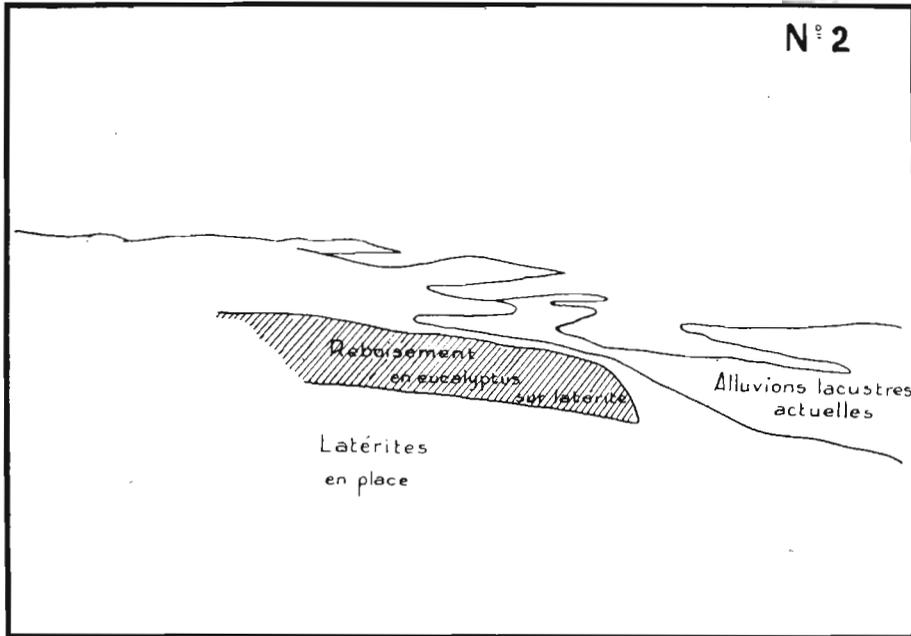
ALLUVIONS LACUSTRES TRÈS ÉVOLUÉES.

N°	Analyse mécanique			Fe ² O ³ total (Cl H) %	Fe ² O ³ libre att. oxal. %	Al ² O ³ libre att. sod. %	Humidité équivalente	Point de flétrissement
	S %	L %	A %					
R1	37	22	40	1,27	0,36	2,50	21,7	11,7
R2	70	10	20	0,52	0,27	3,05	9,1	4,9
10.....	26	33	40	8,58	6,07	2,50	»	»
13 S ...	58	9	31	1,28	0,25	2,63	»	»
13 P....	54	13	26	0,81	0,13	3,34	»	»
40.....	62	10	28	1,20	0,51	1,21	9,3	5,0
41.....	51	6	42	1,68	0,44	7,14	14,2	7,7
71.....	63	20	14,5	»	»	»	12,7	6,9
72.....	32	25	42	»	»	»	28,3	15,3
107....	16	43	43	5,60	2,81	2,63	34,7	18,8

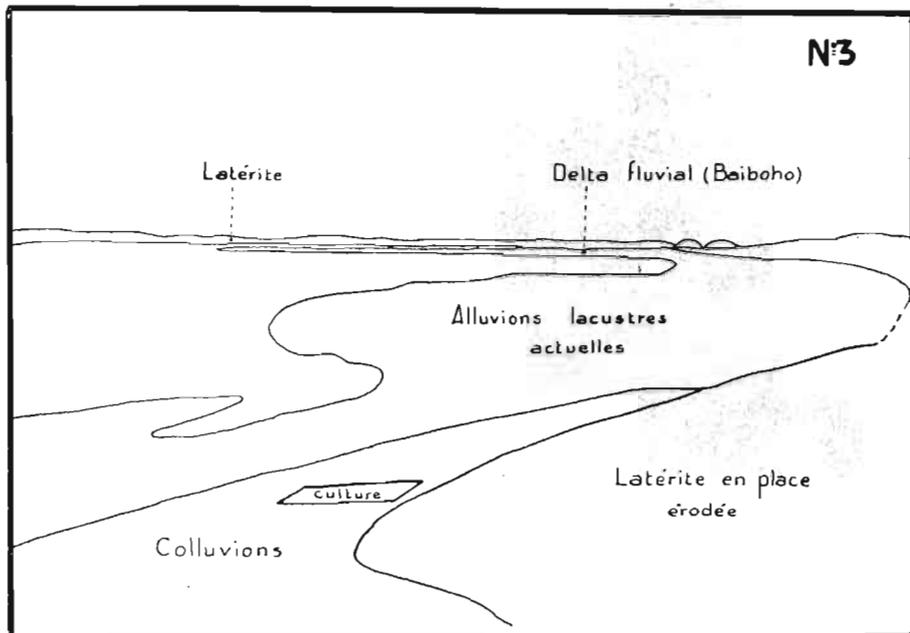
N°	pH	Humus ‰	Bases échangeables		P ² O ⁵ ass. ‰	Bases totales		P ² O ⁵ tot. ‰	Cap. éch. ‰	H ² O %	Perte au feu %
			CaO ‰	K ² O ‰		CaO ‰	K ² O ‰				
R1	6,2	1,53	0,12	0,08	0,080	0,68	»	0,85	0,21	2,8	»
R2	5,4	0,0	0,10	0,24	0,005	0,58	»	0,26	0,72	1,0	»
10.....	5,4	0,26	0,62	0,25	0,078	2,00	1,75	0,55	0,85	»	16,8
13 S ...	»	5,63	0,15	0,25	0,243	0,54	3,62	1,04	0,87	4,1	17,0
13 P....	»	0,02	0,23	0,26	0,014	0,49	2,11	0,26	»	2,1	6,8
40.....	»	2,41	0,49	0,07	0,057	1,54	0,54	0,40	»	1,55	»
41.....	»	0,60	0,33	0,06	0,011	1,54	0,18	0,30	»	2,1	»
71.....	»	0,413	0,707	0,199	0,030	1,8	»	0,68	»	»	»
72.....	»	0,151	0,427	0,126	0,028	»	»	0,20	»	10,51	»
73.....	»	0,181	1,77	0,150	0,028	2,1	»	0,51	»	»	9,8
107....	5,5	3,02	0,10	0,25	0,040	1,50	3,35	1,72	2,32	6,0	»



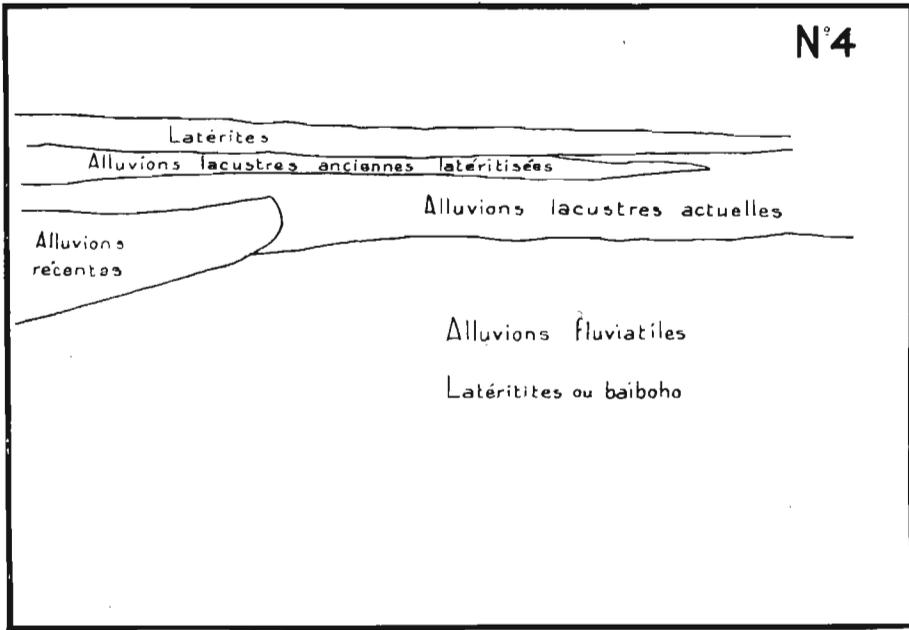
Montagnes latéritiques dans la région Sud du lac.



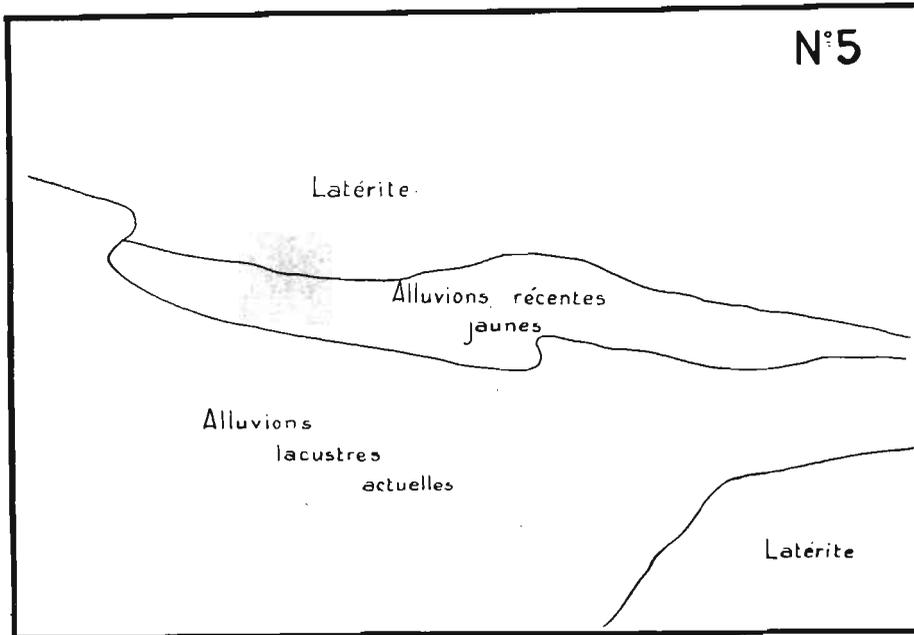
Vue d'Imerimandroso sur le lac.



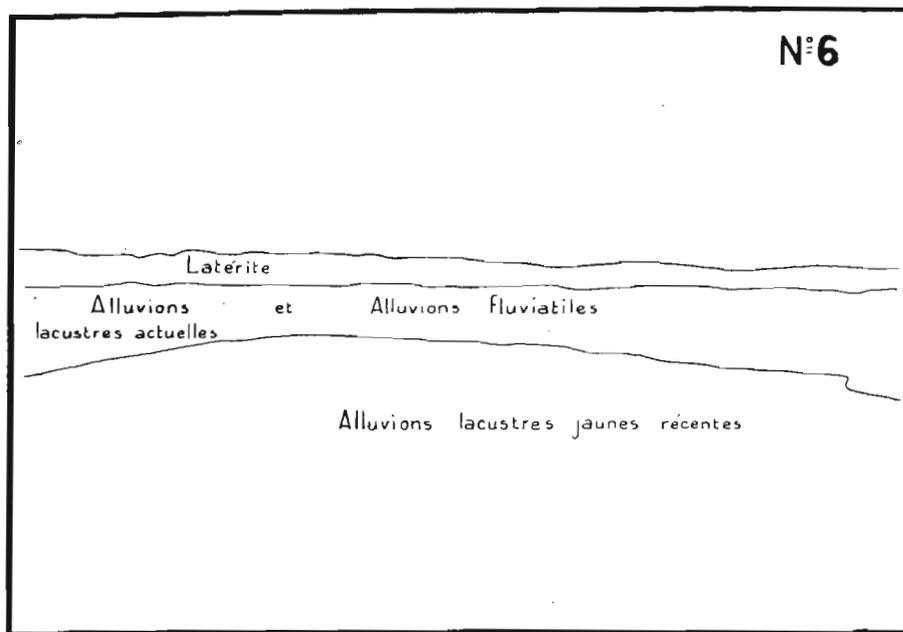
Nord d'Andreba. Rive Est du lac.



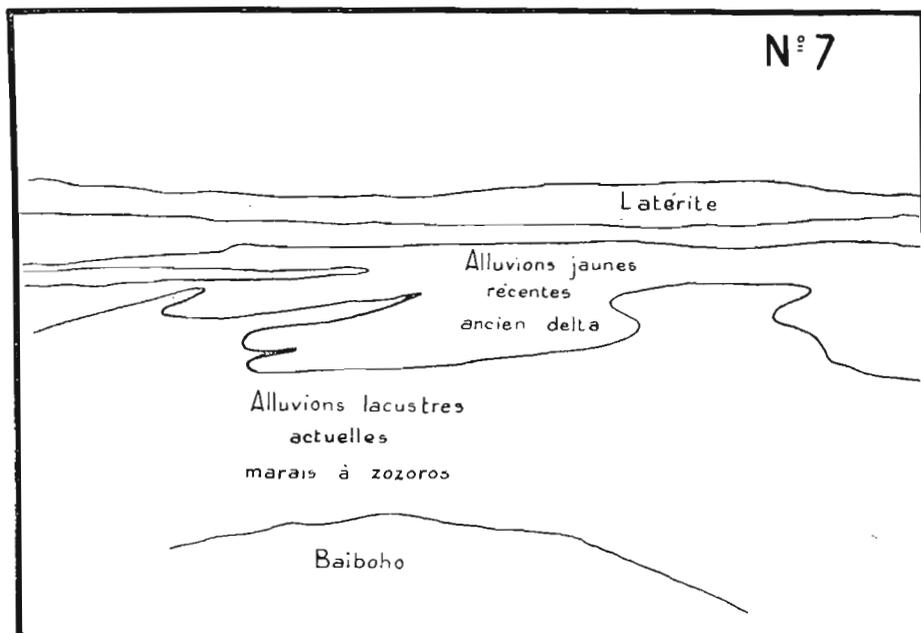
Concession de la Compagnie Générale Vohidiala.



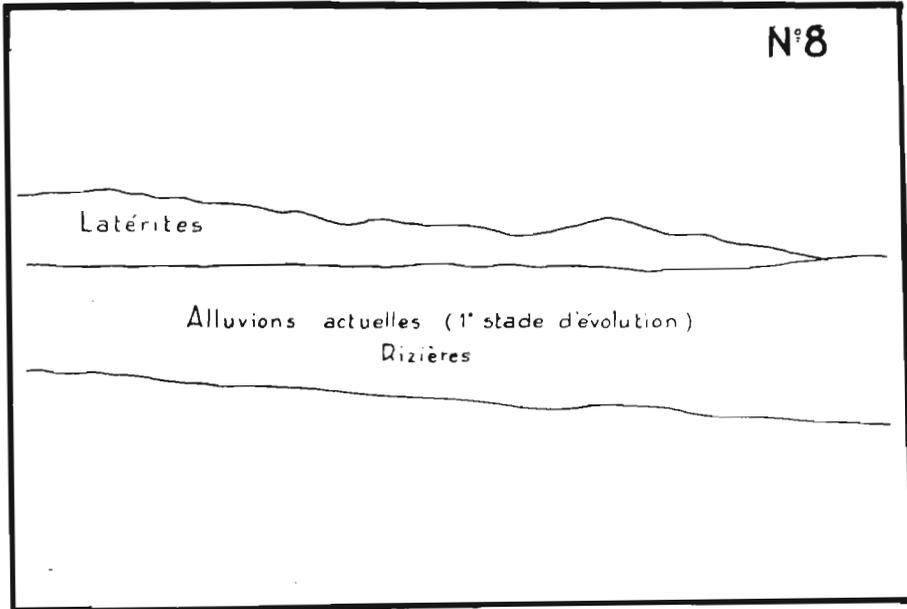
Exutoire du lac de Maningory.



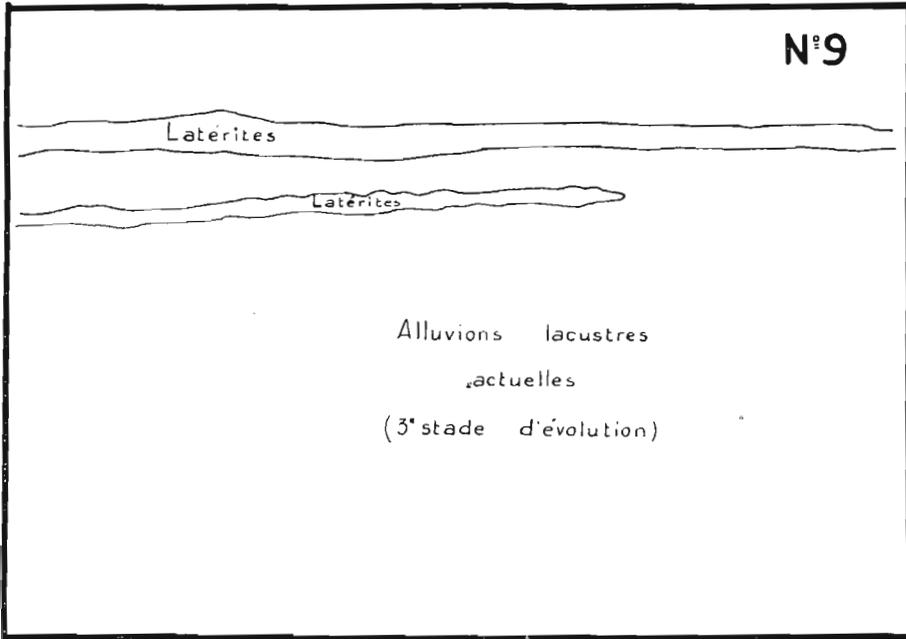
Rive Ouest du lac.



Environs d'Andilanatoly, vue vers Vohidiala.

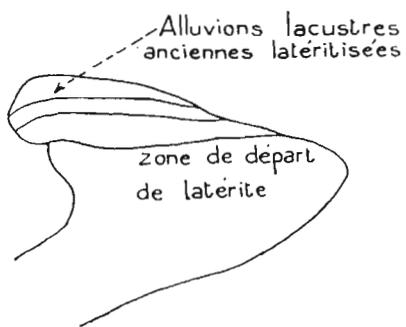


Plaine d'Ambatondrazaka.



Etendue marécageuse couverte de zozoros au Sud du lac.

N° 10.



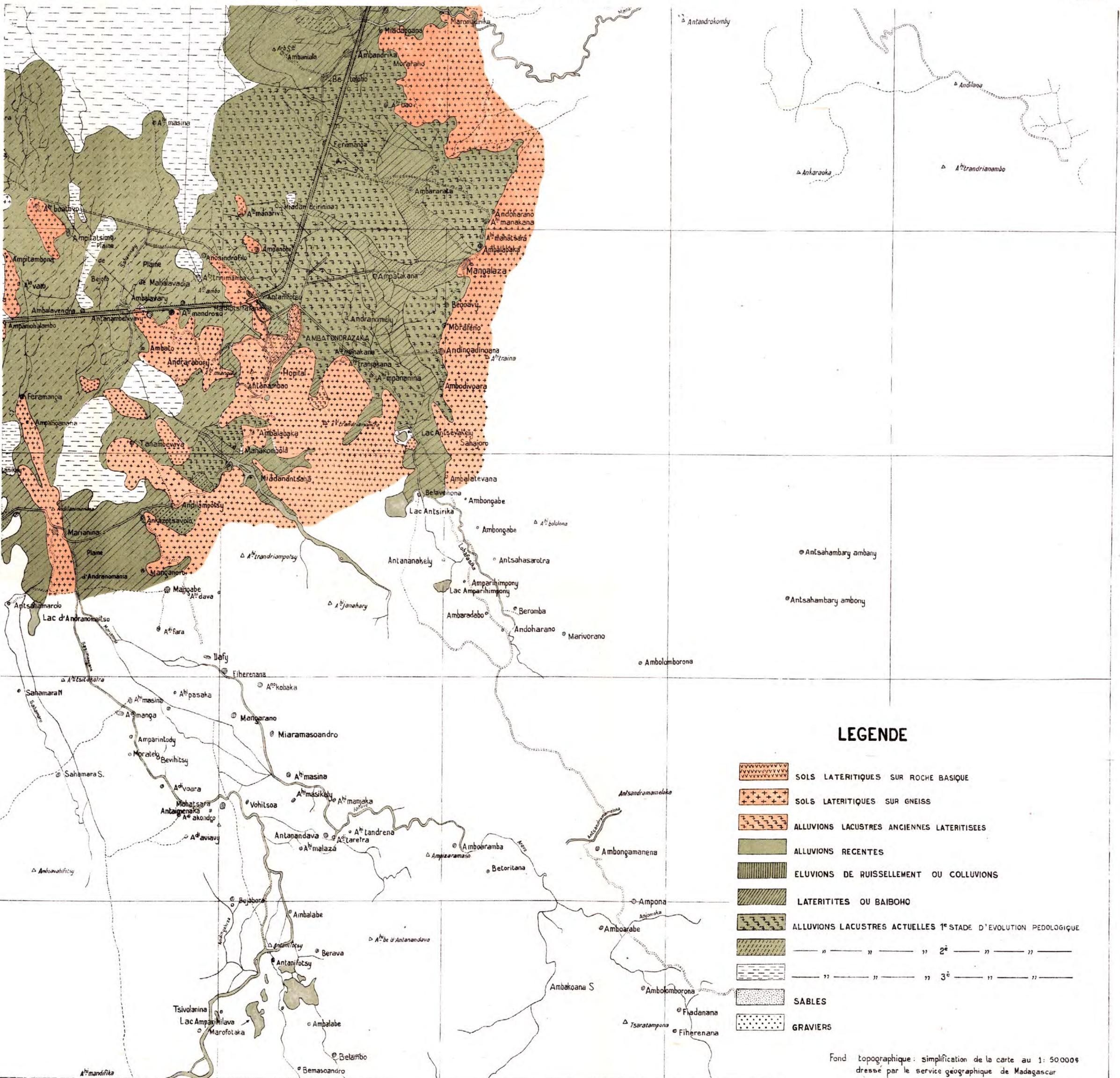
Est d'Amponkely. Lavaka.



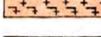
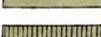
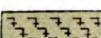
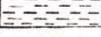
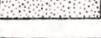
Début de lavaka : crevasses et affaissement Manaloha.



Vohimena. Erosion dans un champ de manioc ; structure granuleuse après travail de la terre.



LEGENDE

-  SOLS LATERITIQUES SUR ROCHE BASIQUE
-  SOLS LATERITIQUES SUR GNEISS
-  ALLUVIONS LACUSTRES ANCIENNES LATERITISEES
-  ALLUVIONS RECENTES
-  ELUVIONS DE RUISSELLEMENT OU COLLUVIONS
-  LATERITITES OU BAIBOHO
-  ALLUVIONS LACUSTRES ACTUELLES 1^e STADE D'EVOLUTION PEDOLOGIQUE
-  " " " " 2^e " " "
-  " " " " 3^e " " "
-  SABLES
-  GRAVIERS

Fond topographique: simplification de la carte au 1:50.000^e dressé par le service géographique de Madagascar

