

**SUR LES TÉMOINS D'UN REMBLAIEMENT ANCIEN
DANS LA MOYENNE VALLEE DU MANGOKY**

par J. HERVIEU

Maître de Recherches. — I.R.S.M.

SOMMAIRE

INTRODUCTION.

SITUATION GÉOGRAPHIQUE ET MORPHOLOGIE RÉGIONALE.

LES TÉMOINS DE L'ANCIEN REMBLAIEMENT.

- Les buttes résiduelles d'Ankara.
- Les reliefs résiduels de la rive gauche entre Salio et la Zomandao.
- Les reliefs résiduels de Tsimiraro.
- Témoins de remblaiement par les affluents de la rive droite.
- Aval du Confluent Mangoky-Zomandao.

GRANULOMÉTRIE ET MINÉRALOGIE DES ALLUVIONS ANCIENNES.

PLACE DES ALLUVIONS ANCIENNES DANS L'ÉVOLUTION GÉOMORPHOLOGIQUE DE LA VALLÉE.

- Caractères génétiques du remblaiement.
- Evolution géologique et pédogénétique.
- Cailloutis et Galets.
- Comparaison avec les sédiments pliocènes de la Basse Vallée.
- Témoins de remblaiement dans les gorges du Sédimentaire.
- Possibilités de corrélations sur le profil en long.

CAUSES DU REMBLAIEMENT ANCIEN.

- Variations du niveau marin.
- Mouvements tectoniques.
- Oscillations paléoclimatiques.

CORRÉLATIONS POSSIBLES DANS LE BASSIN VERSANT SÉDIMENTAIRE ET LA RÉGION CÔTIÈRE.

- La carapace sableuse des séries de l'Isalo.
- Les systèmes dunaires rubéfiés du Bas-Mangoky.

CONCLUSION.

Introduction

La présence d'alluvions anciennes dans les basses vallées de la zone sédimentaire malgache a été signalée à plusieurs reprises, sans que leur position chronologique par rapport à la grande phase de creusement qui a donné aux grandes vallées actuelles du Versant Ouest de l'Île l'essentiel de leur physionomie, soit bien éclaircie.

Dans le Nord-Ouest A. Besairie et A. Lenoble ont mentionné des hautes terrasses le long du Kamoro et de la Bekabija (5) et dans la plaine de Marovoay (4). Les témoins alluviaux anciens du Kamoro, sur lesquels nous reviendrons plus loin, forment un niveau de terrasse bien individualisé dont l'altitude relative atteint au moins 40 mètres au-dessus du talweg actuel.

Dans l'Ouest proprement dit, L. Barrabé (1) et V. Hourcq (17) ont signalé des restes de hautes terrasses dans le Bas-Manambolo, jusqu'à une altitude de 170 mètres au-dessus du lit actuel. D'après nos propres observations faites dans cette région en 1958-1959, il semble que dans cette basse vallée ne subsiste aucun témoin bien individualisé d'un remblaiement fluvial ancien et que la distinction entre sédiments continentaux pliocènes (dans lesquels les galets roulés sont fréquents) plus ou moins remaniés par érosion ou colluvionnement et alluvions anciennes résiduelles soit très difficile à faire.

La même conclusion s'applique à des dépôts riches en galets de la basse vallée de la Tsiribihina, dans le Centre-Ouest, qui figurent comme alluvions anciennes sur la carte géologique au 1/100 000^e levée en 1956 par A. Vendegies (25).

Sur la bordure interne du Delta du Mangoky, nous avons étudié des dépôts à galets qui marquent, semble-t-il, la reprise d'érosion dans les sédiments pliocènes (cf. ci-dessous).

Les travaux récents des géologues de la Société des Pétroles de Madagascar, en particulier de P. Cliquet (8), N. Golenko (11) et G. Rebilly (19) signalent la présence de lambeaux de terrasses alluviales, en particulier dans les vallées du Mangoky, de la Malio et du Sikily. A notre connaissance, ces terrasses n'ont pas été localisées ni décrites d'une manière précise.

En 1961, dans la moyenne Vallée du Mangoky, là où le fleuve débouche du massif ancien, nous avons reconnu des témoins assez bien conservés et bien individualisés d'alluvions anciennes. Ces témoins, bien que nous n'ayons pu les dater d'une manière précise faute de restes fossiles et de repères stratigraphiques nets, nous ont paru présenter une certaine originalité

et un intérêt particulier pour reconstituer l'évolution morphologique de la vallée et tenter des corrélations avec d'autres formations.

Situation géographique et morphologie régionale

Le fleuve Mangoky sort du massif ancien par un tracé en gorges dont la profondeur varie entre 200 et 300 mètres. A partir de ce point jusqu'en tête de la plaine deltaïque (Nosy-Ambositra), c'est-à-dire sur une distance d'environ 200 kilomètres, le lit actuel conserve une pente moyenne de 0,8 pour 1.000. Il s'agit donc d'un profil en long déjà fortement régularisé qui diffère profondément des profils « en escalier » des principaux tributaires du bassin versant cristallin : Matsiatra et Mananananana.

Les témoins d'alluvions anciennes sont situés dans la portion subséquente de la vallée du sédimentaire : sur ce trajet, le fleuve emprunte de manière classique la dépression périphérique du socle cristallin. Le lit majeur inondable peut atteindre près de 3 kilomètres de large. Le déblaiement le plus ancien s'est fait dans les couches tendres de la Sakamena inférieure (K 4) et surtout de la Sakamena moyenne (K 5) constituées essentiellement par des schistes, des grès schisteux et des pélites.

Il semble que l'enfoncement de la vallée se soit produit à partir d'une ancienne surface d'érosion de la couverture sédimentaire (peu différente d'ailleurs de la surface structurale), mais il n'est pas impossible que la plaine alluviale actuelle (remblaiement récent) masque une direction de faille. En effet, plus au Sud à partir du Lac Iakavia, on observe une grande faille au contact sédimentaire-cristallin, laquelle a intéressé une partie des couches de la Sakamena inférieure dont on retrouve des témoins en position surélevée sur le socle.

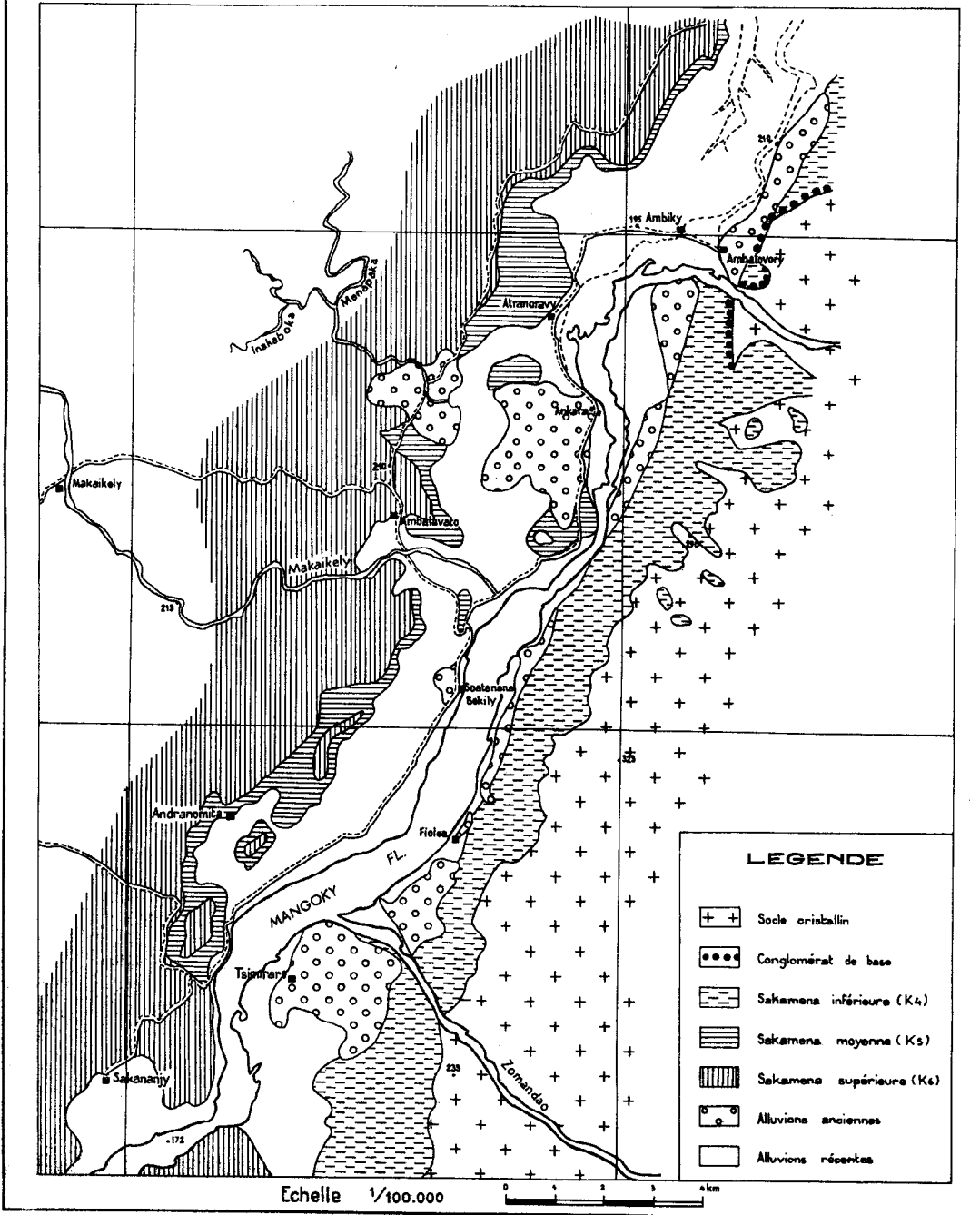
L'important travail de creusement qui s'est produit dans les schistes tendres de la Sakamena est illustré par la présence d'abrupts concaves d'érosion fluviale bien conservés sur la rive droite et de buttes témoins coiffées par les grès quartziques plus résistants de la Sakamena supérieure (K 6), qui ont permis leur conservation en résistant mieux à l'érosion subaérienne que les couches plus tendres sous-jacentes. D'autres témoins, déjà très démantelés par l'érosion, ont été recouverts par les alluvions anciennes.

Les témoins les mieux conservés de ces alluvions anciennes sont constitués par deux buttes à sommet tabulaire complète-



Fig. 1 ESQUISSE GÉOLOGIQUE DE LA MOYENNE
VALLÉE DU MANGOKY

(Dépression périphérique du socle cristallin)



ment isolées des versants de la vallée actuelle, et par des collines surbaissées sur la rive gauche depuis la sortie du massif ancien jusqu'au confluent avec la Zomandao, troisième tributaire important du Mangoky (cf. fig. 1 et 2).

En aval, à partir du village Iakavia, le Mangoky oblique vers le Sud-Ouest et prend une direction conséquente à travers les grès de la Sakamena supérieure. De là jusqu'aux environs de Beroroha ne subsistent pas de témoins bien conservés d'alluvions anciennes mais seulement des dépôts résiduels riches en galets de quartz.

Le fond de la vallée actuelle du Mangoky est constitué par des dépôts alluviaux dûs à un remblaiement récent (sols jeunes peu ou pas évolués). Ces sédiments subactuels et actuels se répartissent en général selon une zonation transversale correspondant principalement aux sites suivants : lit apparent, levées de berge, cuvettes de débordement et dépressions marginales, bras morts.

Les témoins de l'ancien remblaiement (Morphologie et nature des dépôts)

Les buttes résiduelles d'Ankara (Rive droite)

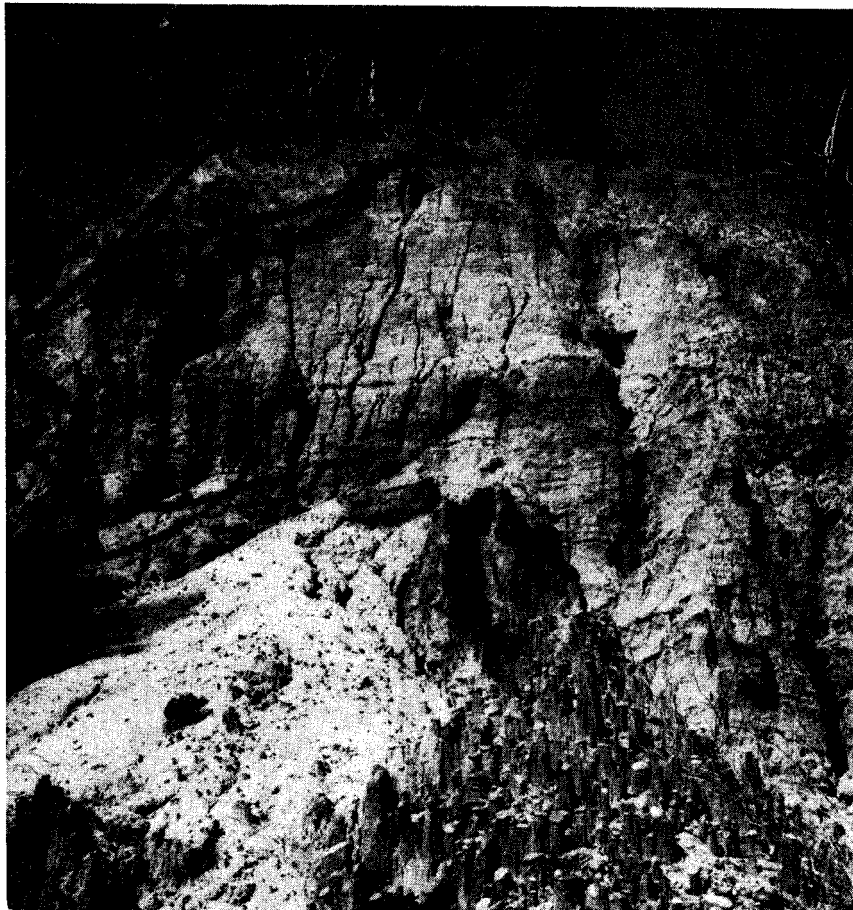
La butte témoin la plus importante est située au Sud-Ouest immédiat du village Ankara. Elle atteint une altitude absolue d'environ 250 mètres, soit une altitude relative d'au moins 50 mètres au-dessus du talweg actuel. Sa surface est tabulaire, avec une pente faible vers l'Est (photo A).

Les flancs de la butte sont profondément ravinés et les éboulis se raccordant au niveau de la plaine alluviale récente masquent la base des coupes. Cependant, dans les reliefs résiduels situés au Sud du Plateau d'Ankara, on peut voir que ces dépôts fluviaux ont fossilisé des reliefs schisto-gréseux de la Sakamena inégalement attaqués par l'érosion. Ces alluvions anciennes reposent donc sur un soubassement sédimentaire émergeant de quelques mètres au-dessus de la plaine actuelle. Un peu en aval, le Mangoky a d'ailleurs des berges rocheuses aménagées dans ces formations sédimentaires à pendage faible, au Sud du village Andranovaky.

Les ravinements sur les flancs du Plateau d'Ankara permettent de voir que la majeure partie des alluvions anciennes est constituée par des dépôts argilo-limono-sableux, souvent très micacés, légèrement grésifiés, à stratifications subhorizontales



A. — Le Plateau d'Ankara (Rive droite).



B. — Erosion dans les alluvions anciennes d'Ankara.

C. — Conglomérats et grès ferrugineux au sommet de la série alluviale ancienne.



D. — Pavage de galets dans les environs d'Ambatovory.



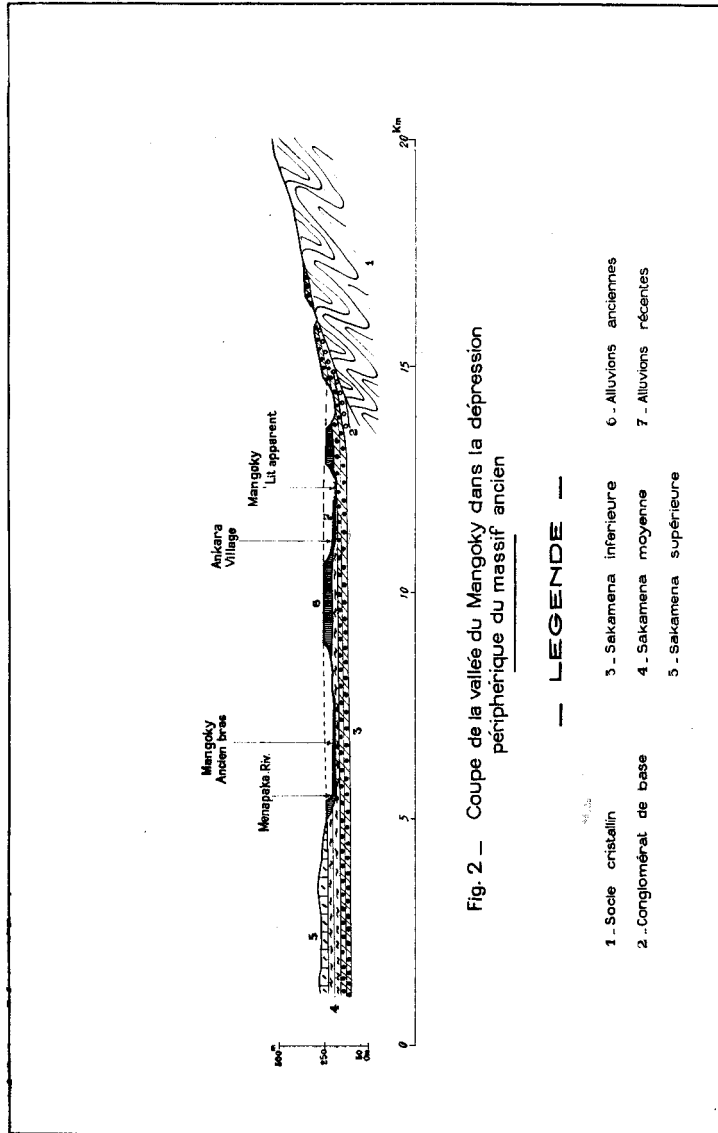


Fig. 2 — Coupe de la vallée du Mangoky dans la dépression périphérique du massif ancien

régulières (photo B), alternant à la base des coupes avec des bancs plus sableux ou gravillonnaires.

Au sommet de la coupe, à quelques mètres de la surface du plateau, la grésification des matériaux alluviaux est plus nette et leur texture plus grossière : ils passent à des grès et conglomérats gravillonnaires plus ou moins ferrugineux mais relativement peu consolidés (ciment ferrugineux friable) que l'érosion pluviale dégage en forme de champignons ou de petits escarpements (photo C).

La surface du plateau est constituée par un sol rouge sablo-argileux de 2 mètres à 2,5 mètres d'épaisseur qui semble dériver des matériaux sous-jacents après remaniements locaux. En effet le niveau de grès tendres ferruginisés est discontinu et localement on observe des lits de gros cailloutis quartziques et gneissiques qui se prolongent dans le sol rubéfié.

La présence de dépôts grossiers plus ou moins ferruginisés dans la partie supérieure de la série alluviale ancienne est un caractère général que nous retrouverons dans les autres sites, alors que le sol rouge n'a pas toujours aussi bien résisté à l'érosion subaérienne.

Toutes les pentes du Plateau, jusqu'au voisinage de l'abrupt sommital, sont recouvertes par d'importants épandages de cailloutis essentiellement quartziques, certains très arrondis, d'autres subanguleux bien usés, ne dépassant guère en moyenne quelques centimètres de longueur. Ces galets proviennent en partie du sommet des dépôts alluviaux anciens. Par ailleurs, lors de la reprise de l'érosion dans l'ancien remblaiement, la vallée a été probablement envahie par des nappes de cailloutis provenant du socle et des conglomérats de base de la Sakamena et de l'Isalo. En effet, on retrouve de nombreux épandages de galets sur la rive droite, sur les replats schisto-gréseux de la Sakamena supérieure.

Toujours sur la rive droite, à la sortie même des gorges, aux environs du village d'Ambatovory, on retrouve sur une distance d'environ 2 kilomètres des éléments résiduels d'alluvions anciennes accolés aux séries schisteuses de la Sakamena inférieure. Leur altitude relative est de 30 à 40 mètres, mais les dépôts micacés n'apparaissent que dans des ravinements localisés, le reste des alluvions disparaissant totalement sous des pavages de galets de quartz à très fort indice d'éroulé (photo D) en provenance de la tillite de base de la série sédimentaire. Le village Ambatovory doit son nom à la forme de ces galets. Recouvrent également les alluvions anciennes des blocailles de roches cristallines de taille très variable, colluvionnées sur les pentes et provenant du socle tout proche. Ce phénomène de

recouvrement se généralise sur les témoins du remblaiement ancien situés sur la rive gauche.

*Les reliefs résiduels de la rive gauche
entre Soalio et la Zomandao*

Du sommet du plateau d'Ankara on peut observer de l'autre côté du Mangoky, sur la rive gauche, une série de reliefs résiduels plus ou moins bien individualisés, en contre-bas du versant de la dépression subséquente entaillée dans les séries de la Sakamena inférieure. Ces reliefs, d'importance inégale, ont cependant leurs sommets alignés sur une ligne subhorizontale en pente faible vers le Sud, ce qui en perspective reconstitue un niveau de terrasse à surface plus ou moins tabulaire, à 30-40 mètres au-dessus du fond de la vallée actuelle, l'altitude relative la plus élevée étant atteinte en amont, peu après la sortie des gorges, au nord du village de Soalio.

Ces éléments résiduels sont également constitués par des dépôts fluviaux micacés assez fins, alternant avec des couches de gravillons et de sables grossiers. Les couches sommitales sont plus grésifiées et localement ferruginisées. Mais on ne peut observer des coupes partielles que dans quelques ravinements très encaissés, car la surface de ces basses collines est pres-

E. — Blocailles en provenance du socle ancien, recouvrant les alluvions anciennes de la rive gauche, au Sud de Soalio.



qu'entièrement (sauf quelques affleurements localisés de grès tendres à ciment ferrugineux) recouverte par un pavage très dense de galets de quartz très émoussés (en particulier aux environs de Soalio) et par des épandages de galets et blocs gneissiques et quartziques en provenance par colluvionnement des pentes du massif ancien qui domine la vallée à l'Est (photo E).

Localement, ces galets et blocs, dont certains peuvent atteindre plusieurs dizaines de centimètres de diamètre, sont noyés dans une matrice rubéfiée argilo-sableuse due à l'érosion des sols rouges subsquelettiques sur cristallin.

Les grès quartziques grisâtres de la Sakamena inférieure (ces grès reposent sur des schistes en plaquettes très fissibles) fournissent également des galets mais beaucoup plus arrondis que ceux des colluvions du socle ancien.

Le creusement postérieur au dépôt des alluvions anciennes a non seulement favorisé le colluvionnement de ces matériaux de recouvrement mais aussi isolé la plupart de ces éléments de terrasse des versants de l'ancienne vallée. En effet, le déblaiement de ces matériaux tendres a été encore plus facile que celui des matériaux schisteux au contact desquels s'est d'abord fait l'enfoncement de petits talwegs latéraux. Actuellement, ces petits affluents de la rive gauche, avant d'arriver dans la plaine alluviale récente recoupent à la fois les alluvions anciennes et les couches de la Sakamena inférieure. Ici, comme sur la rive droite, les alluvions ont fossilisé une topographie plus ancienne, mais nettement plus accidentée que sous le plateau d'Ankara : le remblaiement s'est en effet produit sur un versant de vallée à ravinements latéraux et imparfaitement régularisé.

Sur cette rive, la stratification des alluvions anciennes est également subhorizontale, alors que les couches de la Sakamena montrent un pendage faible mais très net vers l'Ouest.

Plus en aval, toujours sur la rive gauche, aux environs des villages de Mego, Bekininy et Fiolea, les reliefs résiduels de l'ancien remblaiement alluvial sont peu étendus et disparaissent complètement sous les cailloutis et blocailles provenant des hauteurs voisines. Des petits affluents latéraux ont souvent un lit rocheux très encaissé dans les grès quartziques de la Sakamena inférieure ou le cristallin, qui affleurent à proximité de la vallée actuelle. Ces rivières charrient des blocs et galets gneissiques jusque dans leur bas-cours, mais ceux-ci ne franchissent pas ce niveau de base local et s'annoient dans les sables sans atteindre le lit apparent du Mangoky. Dans celui-ci le transport de galets de dimensions supérieures à 2 ou 3 centimètres est exceptionnel.

Les reliefs résiduels de Tsimiraro

La rivière Zomandao sort également par un tracé en gorges du massif ancien : de part et d'autre de la zone de confluence on peut observer des collines à sommet plus ou moins tabulaire, en pente douce vers l'Ouest, accolées au versant de la dépression subséquente et fortement ravinées.

Les dépôts les plus importants sont situés sur la rive Sud du confluent, aux environs du village de Tsimiraro. Ces reliefs résiduels sont recouverts par des cailloutis et blocs de taille variable (jusqu'à 50 cm. maximum), à dominance gneissique et quartzitique.

La masse des alluvions anciennes est constituée par des dépôts limono-sableux très micacés, à stratification subhorizontale où sont intercalés des bancs de sables grossiers. Dans la partie supérieure des coupes on observe des lits de gravillons quartziques et des conglomérats gravillonnaires ferrugineux peu consolidés, le tout étant recouvert par des lambeaux d'une carapace argilo-sableuse rubéfiée dont il est difficile de dire ici s'il s'agit d'un sol en place comme sur le Plateau d'Ankara.

L'altitude relative maximum au-dessus du fond de la vallée actuelle est d'environ 50 mètres.

Témoins de remblaiement par les affluents de la rive droite

Le remblaiement, dont nous avons décrit les témoins ci-dessus, aurait dû intéresser les bas-cours des affluents les plus importants de la rive droite, situés au Nord du Mangoky et drainant les séries de l'Isalo.

C'est bien ce que l'on observe sous forme de niveaux de terrasses résiduels, d'une part à l'Ouest d'Ankara, sur le versant de la vallée et dans le cour inférieur de la rivière Menapaka, d'autre part dans la basse vallée de la rivière Menapandaha aux environs du village Tsaravita, enfin dans la basse vallée de la rivière Mahasoà près du village Féoarivo.

Étant donné la nature essentiellement gréseuse des bassins versants de ces rivières, les alluvions anciennes sont ici constituées surtout par des sables grossiers et des graviers. Les plateaux résiduels sont couronné par un sol rouge sablo-argileux plus ou moins remanié de 1 à 2 mètres d'épaisseur. Leur altitude relative est environ de 30 à 40 mètres au-dessus du fond des vallées actuelles.

Aval du Confluent Mangoky-Zomandao

En aval de la dépression périphérique, on n'observe pas dans la vallée du Mangoky de témoins bien caractérisés d'un remblaiement ancien. Tout au plus peut-on noter en aval de Beroroha sur la rive droite, au confluent de la petite rivière Beterabato, un remblaiement d'altitude relative + 15 mètres, constitué par des sables argileux et des lits gravillonnaires fortement rubéfiés en surface.

Cependant, depuis le village Iakavia jusqu'à l'entrée des gorges du Sédimentaire en aval de Beroroha (environs du village Manambikely), des restes de cailloutis à dominance de galets quartziques subsistent en de nombreux points, en particulier sur les replats rocheux des terrains de l'Isalo (replats d'érosion ?). Mais les couches sédimentaires elles-mêmes sont souvent riches en galets de quartz remaniés à partir de séries plus anciennes et la distinction entre apports locaux par érosion des versants et apports fluviaux proprement dits est difficile à faire.

Cependant les conglomérats à galets sont rarement aussi importants dans la roche en place. Lorsque ces cailloutis sont situés sur des replats à morphologie fluviale (abrupts concaves par exemple) il est très probable qu'on est en présence de restes alluviaux anciens dont les sédiments fins ont été enlevés par l'érosion subaérienne. Les principaux épandages à galets se trouvent aux environs des villages Soatanana-Bekily, Bevilolo, Beronono, Ambalamanga, Andolomena sur la rive droite, Iakavia, Andangovato, Bemangarahara sur la rive gauche. L'altitude relative de ces cailloutis résiduels au-dessus du fond de la vallée ne dépasse guère 15 à 20 mètres.

Granulométrie et des alluvions anciennes

Nous avons vu que les dépôts fins micacés argilo-limono-sableux à sableux fins sont les plus abondants, mais il est rare que la fraction argileuse inférieure à 2μ dépasse 50 %. Quant à la somme argile + limon (0-20 μ) elle peut atteindre dans certains cas 90 % de l'échantillon. Les sédiments les plus fins (cf. fig. 3) ont une courbe cumulative semi-logarithmique qui se rapproche d'une droite (faciès « logarithmique » de A. Rivière (21) et correspondent à des sédiments évolués par transport fluvial et déposés par excès de charge. Mais la plupart de ces sédiments alluviaux ont une courbe cumu-

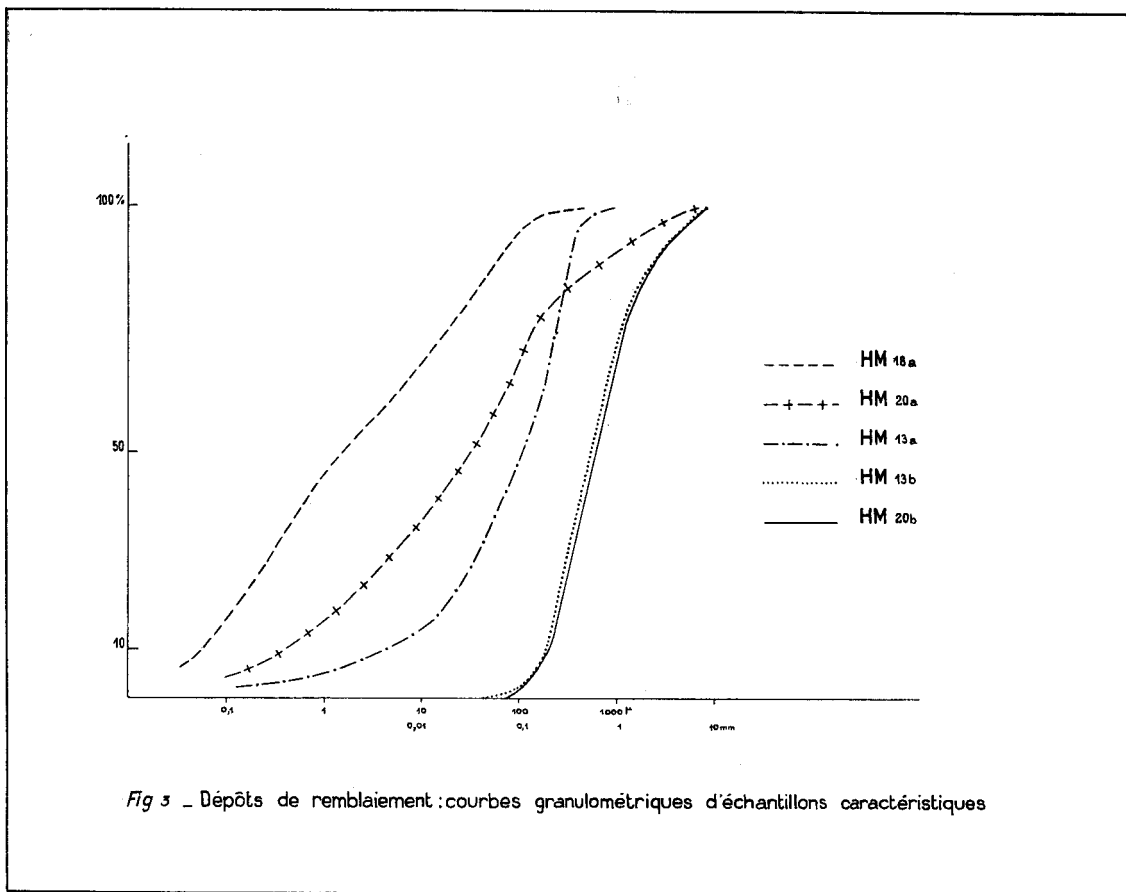


Fig 3 - Dépôts de remblaiement: courbes granulométriques d'échantillons caractéristiques

lative concave vers le haut (faciès « parabolique ») et correspondent à des sédiments en cours d'évolution déposés par excès de charge. Ces sédiments contiennent fréquemment un petit stock de sables grossiers et graviers très mal triés.

Les sédiments plus grossiers (sables et graviers) ont une distribution représentée par des courbes à faciès logarithmique, révélant un triage fluvial net mais celui-ci n'est pas très poussé (*). Là encore les éléments les plus grossiers (plus de 2 mm.) présentent une forte dispersion. Ces éléments les plus grossiers n'excèdent guère la dimension de 5 millimètres et la

(*) L'indice d'hétérométrie de Cailleux varie de 0,8 à 0,9 et l'indice de triage de Trask est voisin de 2. Nous avons obtenu des valeurs analogues pour les sédiments sableux du lit actuel dans les gorges du massif ancien et à la sortie de celles-ci.

valeur de la médiane pour les sédiments sableux est le plus souvent voisine de 0,5 millimètre.

Dans la fraction sableuse, les micas, en particulier la biotite plus ou moins altérée, dominent nettement même par rapport au quartz dont tous les grains sont subanguleux ou non usés. Les petits glomérules ferrugineux sont fréquents ; on observe peu de feldspaths. Dans la fraction lourde la hornblende verte est nettement l'espèce dominante associée à d'autres minéraux beaucoup moins abondants : grenat, tourmaline, muscovite, sillimanite, zircon et des minéraux plus rares de roches métamorphiques.

L'examen aux Rayons X de la fraction argileuse inférieure à 2μ a révélé la présence d'une association constituée par un minéral à 10 \AA du type Illite et de la Kaolinite, le premier étant dominant, ainsi que de très faibles quantités de Montmorillonite. On relève également des traces de Goethite et de Gibbsite. Dans le sol rubéfié la Kaolinite domine, associée encore à un peu d'Illite et de Goethite (**).

Place des alluvions anciennes dans l'évolution géomorphologique de la vallée

Etant donné la position stratigraphique de ces dépôts dans la dépression permo-triasique et l'absence de restes fossiles, la datation des alluvions anciennes est délicate. On ne peut procéder que par comparaison de faciès avec les dépôts continentaux assez récents de la zone côtière, d'âge pliocène ou quaternaire, en tenant compte de l'évolution possible des profils de creusement ou de remblaiement du Mangoky.

Caractères génétiques du remblaiement ancien

Au moins en ce qui concerne les reliefs résiduels d'Ankara, on est en présence d'une surface plane formée aux dépens de matériaux alluviaux et dominant le fonds de la vallée actuelle du Mangoky, c'est-à-dire d'une « Terrasse ». Celle-ci a été formée par enfoncement du fleuve dans ces matériaux déposés lors d'une période de remblaiement. Le creusement a d'ailleurs été un peu plus important que le remblaiement et a entamé la substratum sédimentaire de l'ancienne vallée, lequel est en grande partie recouvert par un remblaiement récent.

(**) L'examen aux Rayons X de la fraction argileuse a été fait dans les Laboratoires de l'O.R.S.T.O.M. à Bondy.

L'épaisseur maximum du remblaiement ancien serait d'environ 45 mètres, au moins dans la dépression périphérique, l'altitude relative maximum au-dessus du lit actuel étant d'environ 50 mètres.

Si l'on considère comme relativement bien conservées les surfaces de la rive gauche enfouies sous les colluvions, on peut penser que le profil transversal de ce remblaiement tendait vers une forme convexe, ce qui d'après les travaux de J. Tricart (22) laisse supposer la prédominance des apports longitudinaux, en provenance dans ce cas essentiellement du socle cristallin. La nature même des dépôts (prédominance de sédiments assez fins très micacés) confirme cette origine.

Avant le remblaiement la vallée avait d'ailleurs déjà atteint approximativement sa largeur actuelle comme en témoignent les abrupts d'érosion fluviale dans les schistes de la Sakamena et les grès de l'Isalo moyen, comparativement plus résistants que les alluvions anciennes.

Evolution pédogénétique et géologique

Les alluvions anciennes ont subi une rubéfaction importante dans leur partie supérieure, mais la grésification de la masse des sédiments est relativement faible : ces alluvions anciennes ont l'apparence d'alluvions actuelles du type « Baiboha » (nom donné à des dépôts fluviaux de crues argilo-limono-sableux, très riches en micas) un peu consolidées et de teinte jaunâtre. Les conglomérats gravillonnaires ferrugineux sont eux-mêmes peu durcis et s'attaquent facilement à la bêche.

Lors de la phase de creusement le fleuve s'est donc rapidement enfoncé dans ces dépôts relativement tendres et a facilement exhumé l'ancienne vallée sédimentaire. L'inversion du relief alluvial et la conservation de témoins malgré le peu de résistance des matériaux qui les constituent sont dus à la rapidité du creusement d'une part, à la largeur de la vallée remblayée d'autre part.

L'évolution pédogénétique est celle d'un sol ferrugineux tropical bien rubéfié, sans différenciation d'horizons, le haut du profil étant tronqué par l'érosion. Le passage du sol rouge au matériau originel jaunâtre est progressif ou bien il y a passage brutal à des couches grésifiées et plus ou moins ferruginisées (remaniements). Le rapport Si 02/Al 2 03 dans le sol rubéfié est voisin de 2,6.

Cailloutis et galets

Nous avons vu que dans la plupart des sites décrits, des cailloutis et galets surtout quartziques sont épandus en grandes quantités sur les pentes des buttes alluviales anciennes ou sur les replats d'érosion des couches sédimentaires. Sauf exception, ces dépôts grossiers sont rarement inclus dans la masse des alluvions. Ils sont vraisemblablement contemporains du creusement dans celles-ci, de même que les dépôts très grossiers d'origine colluviale sur la rive gauche.

La répartition hétérogène et la grossièreté des tailles atteintes par ces galets (plusieurs cm. de diamètre en moyenne) laissent supposer un régime hydrologique plus violent que l'actuel et en tout cas très différent de celui dans lequel s'est fait le dépôt des sédiments micacés. Les conglomérats gravillonnaires de la partie supérieure des alluvions anciennes correspondent peut-être à la première phase de ce changement de régime dans les conditions de sédimentation.

Comparaison avec les sédiments pliocènes de la Basse Vallée

En aval de Beroroha, dans les gorges du Sédimentaire, c'est-à-dire de Manambikely à Vondrove, on n'observe pas de terrasse caractéristique dans la vallée du Mangoky elle-même, mais, comme nous le verrons plus loin, des dépôts de confluence à faciès différents de ceux observés dans la vallée subséquente.

Sur la bordure interne de la plaine deltaïque du Bas-Mangoky on n'observe pas non plus de « terrasse » caractéristique : l'abrupt de bordure plus ou moins net, est aménagé dans des sédiments continentaux, lesquels sont recouverts par une carapace sableuse rubéfiée qu'on attribue au « Cycle pliocène » par analogie aux épaisses séries de sables continentaux pliocènes d'Afrique.

Ces dépôts continentaux sont observables en particulier sur la bordure méridionale de la plaine deltaïque, depuis les environs du village Bevoay jusqu'à ceux du village Ankilimarovahotra. Sur la bordure septentrionale ils constituent des buttes témoins et un escarpement plus ou moins net en particulier à l'Est des villages Besatrohaky et Marolafika.

La plupart des affleurements en coupes montrent des dépôts assez grossiers, essentiellement des grès quartziques à squelette sablo-graveleux, à ciment argileux non calcaire pour la plus grande partie de nature kaolinique avec un peu de montmorillonite et des traces d'illite. Ces dépôts présentent fré-



F. et G. — Faciès des sédiments pliocènes sur la bordure interne du Delta
du Mangoky.



quemment des stratifications entrecroisées régulières de type fluviatile et contiennent des galets de quartz bien arrondis de taille très variable (jusqu'à plus de 20 cm.) dispersés dans les bancs gravillonnaires ou interstratifiés en lits (photos F et G).

Là où l'abrupt de bordure est bien marqué, sa partie supérieure est généralement constituée par des grès quartziques ou des conglomérats gravillonnaires à stratification peu nette, mais fortement ferruginisés, de couleur rouge vif à rouge violacé, de dureté et de cohésion variable. Dans ces dépôts les grains feldspathiques blanchâtres, peu altérés sont fréquents.

Bien que ces formations rubéfiées se retrouvent à altitude variable sur le versant méridional de la basse vallée, elles forment entre les villages de Bevoay et Talatalavalo un replat plus ou moins bien individualisé, à contour très sinueux, dont l'altitude absolue varie entre 55 et 60 mètres, soit une altitude relative de + 15 à + 20 mètres au-dessus du lit actuel du Mangoky.

Les grès ferrugineux sont souvent enfouis sous une carapace sablo-argileuse rubéfiée de un à plusieurs mètres d'épaisseur qui, au Sud du Mangoky, recouvre la quasi-totalité des sédiments pliocènes à une altitude moyenne de 80 mètres.

Cependant, à environ 2 kilomètres à l'Ouest de l'escarpement de Bevoay, des collines atteignent respectivement les cotes 101 et 103 mètres aux lieux-dits Amparitsoka (point coté S.G.M.) et Andreniato. On peut observer sur ces deux sommets de très importants épandages de galets, la plupart très émoussés, dont la taille atteint couramment 8 à 10 centimètres (certains dépassent même 30 cm.), recouverts souvent d'une patine rouille, en quasi-totalité de nature quartzique. Les bois fossiles roulés, originaires des terrains de l'Isalo, sont fréquents.

Ces galets forment un pavage dense sur les pentes de ces deux sommets et viennent en recouvrement sur des grès ou conglomérats ferrugineux, ou bien s'annoient dans la carapace sableuse.

On retrouve des épandages de galets analogues, mais moins importants, sur les versants Sud de la basse vallée, à des altitudes variées, dégagés par l'érosion de la carapace sableuse rubéfiée. Nous n'avons pas observé dans les grès et conglomérats en place de concentrations de galets aussi importantes. Ce fait permet de conclure que la plupart des dépôts de galets observés sur le versant méridional de la basse vallée, en particulier le long de la piste Tanandava-Bevoay, ne sont pas en place et proviennent par érosion et colluvionnement de la partie supérieure des formations continentales pliocènes.

Au nord de la plaine deltaïque, les dépôts continentaux pré-

sentent le même faciès de grès grossiers à stratifications plus ou moins entrecroisées, avec lits isolés de galets. Leur altitude absolue est moindre (50 m.) et ils sont recouverts par une carapace sableuse rubéfiée uniforme sans épandages de galets visibles.

Nous pensons que ces formations à galets bien émoussés, dont on retrouve des exemples similaires dans d'autres grandes vallées de l'Ouest (en particulier la basse vallée de la Tsiribihina) correspondent peut-être à la grande phase de creusement qui a débuté à Madagascar le « Cycle Quaternaire ». En effet, on admet généralement que la morphologie des grandes vallées de l'Ouest et du Nord-Ouest de l'Île résulte en grande partie d'une importante régression marine post-pliocène, avec creusement jusqu'à des cotes très inférieures au niveau du remblaiement actuel (6) : — 80 mètres dans la Basse-Betsiboka, — 100 mètres dans le Delta du Fiherenana. Malheureusement on ne possède pas de résultats de sondages profonds dans le Delta du Mangoky.

Il semble donc difficile de faire un rapprochement entre ces faciès gréseux grossiers du Pliocène, qui correspondent à un régime de sédimentation assez violent, et les faciès des alluvions anciennes de la vallée subséquente, déposées dans des conditions plus calmes alors que le profil du Mangoky était déjà fortement régularisé. Mais surtout ces dépôts de la moyenne vallée sont beaucoup moins consolidés et grésifiés que les grès pliocènes, bien que présentant une évolution pédologique de surface analogue (les grès ferrugineux de la basse vallée sont en général plus durcis et plus cohérents que ceux de la moyenne vallée).

Ce remblaiement ancien de la moyenne vallée est donc très probablement d'âge post-pliocène.

Témoins de remblaiement dans les gorges du Sédimentaire :

En aval du village Manambikely sur la rive gauche du Mangoky, dans la traversée par le fleuve des terrains de l'Isalo supérieur et du Jurassique on n'observe pas de terrasses d'apports longitudinaux, la vallée étant souvent très encaissée entre des falaises grésocalcaires.

Cependant, dans les bas-cours et aux confluent de rivières secondaires, en particulier de nombreux affluents de la rive gauche, on observe des dépôts de remblaiement au-dessus des fonds des vallées actuelles : c'est le cas pour les rivières Manandrea, Mikoboka, Bemarivo, Ampanihy (environs du village Betaratsy), Sakavoay (environs du village Tsitanandro), Anta-

kitaka, Sakanavaka. L'altitude relative de ces dépôts par rapport aux talwegs actuels atteint au maximum 8 à 10 mètres. Il s'agit essentiellement de sédiments sableux jaunâtres ou beiges, localement calcaires, avec lits de gravillons et de galets de roches sédimentaires, reposant en discordance sur les grès ou les calcaires, et dont l'évolution pédologique est faible (peu ou pas de rubéfaction, décarbonatation partielle). Si ces dépôts correspondent à une phase de remblaiement plus récente et de moins longue durée que celle qui a donné naissance aux alluvions anciennes de la moyenne vallée, il est possible qu'il n'en subsiste rien dans la vallée du Mangoky, étant donné la puissance de débâlement latéral du fleuve dont le lit est plus large et moins encaissé que celui de ces petits affluents. On ne retrouve pas non plus de témoins analogues dans la vallée des grands affluents du Sédimentaire de la région de Beroroha, en particulier Makay et Malio.

Possibilité de corrélations sur le profil en long

Les corrélations d'altitude entre alluvions de la vallée subséquente et formations pliocènes de la basse vallée demeurent problématiques, d'autant plus qu'on ne peut choisir le fond de la vallée actuelle comme axe de référence.

Compte tenu du remblaiement récent, le niveau d'étiage étant de 40 mètres à Bevoay, on peut dire qu'à cet endroit le fond de la vallée actuelle est encaissé d'au moins 60 mètres dans l'ensemble des formations pliocènes, la pente du glacis pliocène dans la région du Bas-Mangoky pouvant être évaluée très approximativement à environ 2 pour 1 000. La corrélation entre les altitudes des alluvions anciennes et celle des dépôts pliocènes n'est donc pas impossible *a priori*. Cependant, dans l'hypothèse d'un remblaiement unique, la corrélation entre les altitudes absolues montre qu'à la fin du cycle pliocène le profil en long du fleuve depuis la sortie du cristallin aurait été sensiblement identique au profil actuel, ce qui est peu compatible avec les faciès grossiers et les importants épandages de galets du Bas-Mangoky et la pente présumée du glacis continental dans la région côtière.

Par contre, si du fait de la différence des faciès et de la situation géographique des alluvions anciennes on admet que le remblaiement qui leur a donné naissance est postérieur à la grande phase de creusement post-pliocène, il est possible de considérer le replat 55-60 mètres de la bordure méridionale du Bas-Mangoky dans les formations pliocènes comme un « replat d'érosion » qui s'est individualisé lors de la reprise

du creusement dans les alluvions anciennes. On observe d'ailleurs sur ce replat des grès ferrugineux peu consolidés de faciès analogue à ceux des grès d'Ankara et de Tsimiraro. L'altitude relative assez peu importante de ce replat (+ 15 à 20 mètres) s'expliquerait en partie par l'épaisseur du remblaiement récent logiquement plus grande dans la plaine deltaïque qu'aux abords du massif ancien.

Causes du remblaiement ancien

Trois hypothèses peuvent être retenues pour expliquer la formation d'une terrasse d'alluvions anciennes dans la vallée subséquente: mouvements eustatiques du niveau marin ayant eu des répercussions sur l'ensemble de la vallée du Sédimentaire, mouvements tectoniques ayant entraîné une variation du niveau de base local, enfin oscillations climatiques dans le bassin versant avec comme conséquence des modifications du débit du fleuve.

Le Mangoky, depuis sa sortie du massif ancien (niveau de base local, altitude 206 m.) jusqu'en tête du Delta (altitude 50 m.) conserve une pente moyenne de 0,75 à 0,8 pour 1.000 sur une distance d'environ 200 kilomètres. Pour un fleuve à courant assez rapide comme le Mangoky (de l'ordre de 2 à 3 m./sec. en crue normale) on peut penser qu'il s'agit là d'une pente voisine de celle d'un profil d'équilibre (10).

Le dernier seuil rocheux sur le Mangoky se trouve immédiatement en aval du confluent Matsiatra-Mananantanana, au lieu-dit Anjira, c'est-à-dire, à environ 8 kilomètres en amont de la sortie du massif cristallin. Ce seuil constitue donc un niveau de base local avec une forte rupture de pente dans le profil en long de la vallée : en effet, en amont, les tributaires ont des profils en « escalier », avec alternance de biefs et de rapides, les pentes étant très fortes et variant couramment entre 5 et 15 pour 1.000. Le recul de ce seuil à 8 kilomètres en amont de gorges dont la profondeur atteint 200 à 300 mètres par endroits, montre l'ancienneté du tracé de la vallée dans le socle cristallin, Cette vallée avait probablement son aspect actuel avant le dépôt des alluvions anciennes, car la vitesse de creusement dans les roches métamorphiques peu ou pas altérées, ne saurait être comparée à l'enfoncement du fleuve dans le remblaiement alluvial.

Il est donc probable que le remblaiement a également intéressé les gorges du massif ancien, mais qu'il n'en subsiste plus

trace aujourd'hui à cause de la faible largeur du lit et du débâlement par les crues violentes. On peut faire la même observation pour les gorges de la Zomandao où les premiers seuils rocheux sont situés à 16 kilomètres en amont du confluent.

Variations du niveau marin

Nous avons vu que l'altitude du talweg dans la vallée subséquente, avant le dépôt des alluvions anciennes, était peu différente de celle de la vallée actuelle (+ 3 à 4 m.). Il apparaît donc peu probable qu'un relèvement du niveau de base général ait pu causer un remblaiement aussi important dans la moyenne vallée à une telle distance de l'embouchure, alors qu'il n'en subsiste aucun témoin en aval où l'épaisseur de ce remblaiement aurait dû être considérable. En outre, dans la zone littorale actuelle on n'observe pas de dépôts témoignant d'une transgression aussi importante : dans la basse vallée les seuls dépôts marins observables sont situés au Sud immédiat du delta du Mangoky, au Cap Antsaramanefitra. Il s'agit de grès coquilliers quaternaires à faune actuelle, en bordure du rivage, et dont l'altitude maximum ne dépasse guère 1 à 2 mètres au-dessus du niveau des plus hautes mers.

Sur le littoral de l'Extrême-Sud R. Battistini a distingué par leur position stratigraphique et leur faciès deux séries de dépôts marins quaternaires (Tatsimien et Karimbolien) dont l'altitude ne dépasse pas + 4 mètres au-dessus du niveau des plus hautes mers actuelles (2). Il est probable que les grès du Cap Antsaramanefitra sont à rattacher à la transgression Karimbolienne (d'après R. Battistini le Karimbolien serait l'équivalent de l'Ouljien) mais le faciès et le site des dépôts ne permettent pas de conclure en l'absence d'identification précise de la faune et d'espèces caractéristiques. Cependant nous verrons plus loin qu'elles sont les corrélations possibles entre les alluvions anciennes et les dépôts continentaux quaternaires, en particulier d'origine dunaire, de la région côtière.

Mouvements tectoniques

Il n'existe pas d'indices sérieux permettant d'avancer que des accidents tectoniques locaux ont rejoué à une époque relativement récente, provoquant un relèvement ou un basculement de la dépression périphérique du socle dans la région du Moyen Mangoky. Le fossé du Karroo, mis en évidence par les travaux géophysiques, est un fossé sakamenien ou antérieur à la Sakamena, l'escarpement de bordure du massif ancien étant ante-Sakamena (7).



Dans la vallée subséquente du Mangoky, il existe peu de tracés apparents de failles à compartiment Ouest effondré, entre l'Isalo II et le socle. Par contre, au Sud de la vallée existe un réseau de failles quasi-continu entre socle et sédimentaire, à l'Est de la rivière Menamaty affluent du Mangoky. Le rejou de ces accidents tectoniques de grande ampleur aurait sans doute entraîné dans la morphologie actuelle des phénomènes plus importants qu'un remblaiement localisé constitué essentiellement par des produits d'altération du socle, assez fins en général.

Cependant dans le socle cristallin on sait que des mouvements verticaux se sont produits au Néogène et au Quaternaire ancien entraînant la formation de cuvettes lacustres (6) (fossés de l'Alaotra et du Mangoro). Les dépôts alluviaux anciens du Moyen Mangoky, malgré leur finesse relative, n'ont pas de caractères lacustres (on y trouve seulement des traces microscopiques de matière organique) : ils correspondent vraisemblablement à des sédiments de plaine d'inondation, déposés sous une faible épaisseur d'eau avec un écoulement assez lent, ou localement à des levées alluviales bordant un lit apparent.

Oscillations paléoclimatiques

L'hypothèse d'oscillations climatiques ayant causé une modification du rapport charge/débit est la plus séduisante : en effet, elle permet d'expliquer à la fois la nature et la position géographique des alluvions anciennes.

Une diminution du débit du fleuve, et par suite de sa compétence peut être considérée comme la conséquence d'un climat plus sec dans le bassin versant cristallin, lequel couvre près de 35 000 km² sur le versant occidental des Hauts-Plateaux. Par période sèche ancienne il faut entendre à notre avis un climat de type « semi-aride » (définition Thornthwaite) analogue au climat actuel du bassin versant sédimentaire, les variations climatiques ayant intéressé surtout le nombre de mois humides et la quantité globale de pluies pendant ceux-ci.

En partant de ce point de vue on peut penser que pendant cette période sèche ancienne, l'aridité augmentant d'Est en Ouest, les phénomènes de désagrégation physique en bordure du cristallin et dans la zone sédimentaire ont été prédominants, ce qui pourrait expliquer les importants épandages de cailloutis et galets lors de la période humide qui a suivi et provoqué l'entaille du remblaiement constitué lorsque le fleuve avait un débit plus faible.

Si de telles conditions climatiques ont régné à un moment

donné sur le bassin versant cristallin et si celui-ci avait déjà auparavant une couverture d'altération ferrallitique importante, la nature des dépôts au débouché du socle ancien n'aura pas été sensiblement modifiée, le façonnement des interfluves s'exerçant surtout sur des matériaux fins (au maximum de la taille des sables et des granules). Sous le climat subhumide à humide (tropical à saison sèche marquée) qui règne actuellement dans le bassin versant cristallin, et malgré les fortes pentes des profils en long des tributaires du Mangoky, celui-ci ne transporte pratiquement pas de galets cristallins dont la taille dépasse 2 à 3 centimètres, au delà du lieu-dit Anjira, en aval du confluent Matsiatra-Mananantanana. Par ailleurs nous avons vu précédemment que dans les affluents de la vallée subséquente les galets de roches métamorphiques ne dépassaient pas les cours inférieurs de ces rivières bien que celles-ci aient un régime de crues saisonnières assez violentes.

On sait que deux profils en long peuvent avoir même origine et des pentes différentes si un changement de climat s'est produit sans variations importantes du niveau de base. De plus, la pente d'équilibre d'un remblaiement en climat sec a souvent un profil moins concave que la pente de creusement. Etant donné la stratification subhorizontale des alluvions anciennes et le peu d'étendue de la surface plane des buttes résiduelles il est difficile d'établir le profil en long du remblaiement ancien. Cependant, si l'on considère que les dépôts résiduels observés en aval de Beroroha sur la rive droite n'ont guère dépassé l'altitude absolue à laquelle ils se trouvent aujourd'hui, on peut penser que la pente du remblaiement ancien dans la moyenne vallée était d'environ 1,5 pour 1 000, soit une pente double de celle du profil actuel.

Dans la basse vallée, comme nous l'avons vu précédemment le profil du remblaiement ancien était peut-être aussi au-dessus du profil actuel avec une pente cependant un peu plus faible qu'en amont (environ 1 pour 1 000) mais l'absence de dépôts caractérisés dans cette région ne permet pas de conclure.

Corrélations possibles dans le bassin versant sédimentaire et la région côtière

« La carapace sableuse » des séries de l'Isalo

Une couverture d'altération de transport, argilo-sableuse, en général très rubéfiée (carapace sableuse des cartes géologiques) s'étend sur une grande partie des terrains de l'Isalo (grès et



- H. — Vallée de l'Ifantaka : abrupt d'érosion fluviale dans des matériaux de remblaiement (environs d'Andranomanitsy).
- I. — Bassin versant de l'Isahaina : ravinement dans des matériaux de remblaiement (axe de drainage temporaire affluent de l'Ambararata, environs d'Ankaboka).



argilites), en particulier au Sud du Mangoky, dans les bassins versants des affluents Malio-Isahaina, Manandrea, Sakanavaka, et également sur la rive droite dans les bassins versants des rivières Morarano et Mahaso. Nous avons vu ci-dessus que dans la basse vallée de la Mahaso, une partie au moins de cette carapace sableuse rubéfiée pouvait être considérée comme le résultat de l'altération pédologique d'un remblaiement ancien contemporain de celui de la Moyenne Vallée du Mangoky.

Ce réseau hydrographique secondaire est souvent nettement encaissé à la fois dans la carapace sableuse et dans le substratum sédimentaire, sans pour autant qu'on observe de terrasse fluviales bien individualisées.

Dans les coupes des abrupts d'érosion fluviale, la discordance entre la carapace sableuse et le substratum est souvent brutale et linéaire (recouvrements de terrasses « polygéniques »), mais parfois les matériaux rubéfiés se différencient progressivement de couches jaunâtres peu rubéfiées, sablo-argileuses à sablo-graveleuses, à stratifications subhorizontales régulières, avec dans quelques cas des niveaux riches en concrétions radiciformes gréso-calcaires, des lentilles argileuses, ou des lits de galets de roches basiques. Il s'agit dans ce cas de matériaux de remblaiement caractérisés (photos H et I), de texture et de cohésion très différentes de celles des terrains sédimentaires qu'ils recouvrent.

De très beaux exemples de ces remblaiements peuvent être observés sur 8 à 10 mètres d'épaisseur dans les vallées de l'Ambararata (affluent de l'Isahaina, environs d'Ankaboka), dans la vallée de l'Isahaina (environs d'Ankilivalokely), dans la vallée de la Sakanavaka (environs d'Ankazoabo) et celles de ses affluents comme l'Ifantaka (environs d'Andranomanitsy), dans la vallée de la Manandrea (environs du village de même nom).

Dans les basses vallées des grands affluents du Mangoky ces témoins de remblaiement sont plus rares ou inexistantes par suite des importantes divagations latérales de ces rivières à régime irrégulier, l'érosion fluviale s'exerçant surtout dans les roches sédimentaires en place.

Sur les vastes plateaux de Manja et d'Ankazoabo (carapace sableuse sur Isalo-Jurassique et Crétacé) la discordance entre carapace sableuse rubéfiée et matériaux gréseux sous-jacents n'est pas toujours nette et l'altération en place a certainement joué un rôle important.

Cependant, les remaniements des matériaux d'altération ont également été très importants puisque l'épaisseur du matériel rubéfié peut varier entre 1 et 10 mètres.

Alors que la carapace sableuse sur sédiments crétacés est certainement la plus ancienne (dans la région à l'Ouest de Morondava elle vient nettement en discordance sur des séries gréseuses tabulaires dégagées en « *cuestas* ») il est probable que la carapace sableuse des terrains de l'Isalo, en particulier entre le Mangoky et l'Onilahy, correspond au stade final d'ennoiement du relief et de pédipianation qui a suivi le démantèlement de la Surface Néogène dont il reste de nombreuses buttes témoins entre Ranohira et Sakaraha.

Par ailleurs, à l'Ouest d'Ankazoabo, entre Ampoza et Berenty, nous avons pu observer dans les ravins d'érosions que la carapace sableuse rubéfiée dérive de grès ferrugineux grossiers mal consolidés, à stratifications entrecroisées, à grains feldspathiques, discordants sur les grès fins de l'Isalo en place. On ne peut manquer de faire le rapprochement avec certains grès ferrugineux qui recouvrent le Pliocène du Bas-Mangoky ou les grès ferrugineux du sommet des alluvions anciennes de la Moyenne Vallée. S'agit-il d'une même phase paléo-climatique ?

Dans son étude géologique de la région de Manja, J. Letullier (18) note également qu'une partie des grès ferrugineux de l'Isalo semble être d'origine relativement récente, car ils diffèrent par la stratification et le pendage des terrains sédimentaires sous-jacents. De même A. de Vendegies (24) dans son rapport géologique sur la région Manja-Mahabo-Morondava fait remarquer que certaines carapaces sableuses sur séries sédimentaires sont peut-être postérieures à la carapace sableuse pliocène des régions côtières.

Il semble donc, que lors d'un « cycle » morphoclimatique post-pliocène, dans des conditions climatiques peut-être plus sèches que celles qui règnent actuellement, se soient formées ces grandes étendues sableuses à relief peu différencié, aujourd'hui discontinues et profondément attaquées par l'érosion. Seul le phénomène de pédimentation par son caractère généralisé peut rendre compte de la formation de telles surfaces, avec un écoulement en nappe chargé, plus apte à remblayer qu'à creuser, les produits de remaniements des séries gréseuses de l'Isalo ayant déjà été préparés par une altération pédologique en place.

Comme la couverture des alluvions anciennes, les sols de la carapace sableuse rubéfiée (« Sables roux » *sensu lato*) appartiennent au grand Groupe des Sols Ferrugineux Tropicaux, avec comme phénomène essentiel la rubéfaction, sans horizons pédologiques bien différenciés autre que l'horizon de surface humifère souvent érodé (lessivage de l'argile et du fer peu ou pas apparents). Là où le matériel rubéfié atteint plus de 1,5

à 2 mètres d'épaisseur il est très peu probable qu'il s'agisse d'une rubéfaction en place ; celle-ci avait probablement commencé avant cette phase d'aplanissement post-pliocène qui s'est exercée sur des matériaux passablement remaniés. Dans les conditions morphoclimatiques actuelles tout se passe comme si les phénomènes de désagrégation mécanique et d'érosion l'emportaient de beaucoup sur l'altération chimique en place.

Les systèmes dunaires rubéfiés du Bas-Mangoky

Sur la bordure méridionale de la plaine deltaïque du Mangoky et dans la région côtière, au Nord de Morombe, existent des formations sableuses plus ou moins rubéfiées d'origine dunaire.

Certaines de ces formations, très rubéfiées, sans morphologie dunaire nette, présentent de nombreux caractères communs avec les sols rouges sableux de décalcification ou « Sables Roux » typiques du Sud de l'île (13). Bien que le matériel rubéfié ait subi des remaniements importants (en certains endroits son épaisseur atteint près de 10 m.) son origine dunaire est indéniable (morphoscopie et granulométrie). Il dérive en partie de grès calcaires quarternaires analogues à ceux de l'Extrême-Sud où R. Battistini les a groupés sous le terme d'Aepyornien inférieur (3). Dans le Bas-Mangoky, les affleurements calcaires sont limités et nous n'y avons pas trouvé de débris d'œufs d'Aepyornis. D'autre part, certains de ces sables roux sont constitués par un matériel ayant subi une longue action marine car nous y avons observé des quartz émoussés-luisants secondairement éolisés, avec un degré d'usure très élevé qu'il n'est guère courant d'observer dans les sédiments quaternaires ou actuels du versant occidental malgache.

La mise en place de ces matériaux dunaires qui, entre Morombe et Ihotry (le Lac Ihotry est une dépression saline fermée) forment un ensemble de près de 40 kilomètres de large correspond très vraisemblablement à un épisode climatique sec, tandis que la rubéfaction généralisée et très poussée correspond ici comme dans le Sud à une phase humide. A propos de la cartographie des sols du Sud (14) nous avons déjà noté que la rubéfaction profonde et intense de cette série avec formation de croûtes par lessivage du calcaire, paraît difficilement réalisable sous un climat aussi sec que celui qui règne actuellement dans ces régions où l'évolution des sols semble se limiter à un début de décarbonatation au moins pour les sables dunaires, et un certain jaunissement.

Il est permis de penser que le dépôt des alluvions anciennes

s'est fait lors d'une période climatique sèche analogue ou identique à celle pendant laquelle se sont mises en place les séries dunaires anciennes très rubéfiées. Etant donné l'importance de ces séries calcaires dans l'Extrême-Sud il est possible que ces dépôts aient débuté avant la grande régression fin-pliocène, alors que le dépôt des alluvions anciennes ne serait qu'un stade final de cette période climatique (Quaternaire ancien à Quaternaire moyen). D'après les travaux de J. Tricart dans le Delta du Sénégal (23) les phases arides se placeraient au cours de périodes de régression. D'après R. Battistini (3) cette phase sèche de l'Aepyornien inférieur s'étendrait pendant le maximum marin tatsimien et une partie de la régression prékarimboliennne. Le même auteur pense qu'à la transgression karimboliennne correspond une phase sèche avec mise en place de matériaux dunaires (Petite Dune) suivie d'une phase plus humide avec formation d'un piémont (Lavononien). A notre avis, l'évolution pédologique de ces formations plus récentes n'est pas suffisamment nette pour qu'on puisse y rapporter un épisode climatique bien défini, car en fait le plus souvent une phase sèche n'est bien distinguée qu'en fonction des actions d'un climat plus humide qui lui a succédé. De plus, il est à noter que dans le cas d'une évolution pédologique peu poussée, l'action prolongée d'un climat sec tropical à saisons alternantes peut avoir les mêmes résultats.

De même, dans le Bas-Mangoky existent des formations sableuses plus récentes, à morphologie dunaire très bien conservée, qui recouvrent les dunes anciennes rubéfiées : pour ces matériaux non calcaires la rubéfaction est le plus souvent peu poussée et la couleur varie du rouge orangé clair au beige. Localement ces matériaux sont repris en dunes vives avec disparition de la couverture végétale xérophytique. En admettant que ces variations de couleur indiquent une ancienneté plus ou moins grande de la mise en place, il est difficile de différencier climatiquement par rapport à la période actuelle une évolution pédologique faible sur des matériaux remaniés récemment ou en cours de remaniement.

Sans qu'il soit exclu absolument que le dépôt des alluvions anciennes de la moyenne Vallée du Mangoky corresponde à une phase sèche plus récente et postérieure à celle de mise en place des matériaux des Sables Roux de décalcification dans la zone côtière (Sables Roux « *sensu stricto* »), l'hypothèse d'un même « cycle » morphoclimatique, caractérisé par le remblaiement des vallées principales et la pédimentation sableuse du bassin versant sédimentaire du Mangoky d'une part, la prédominance des actions éoliennes dans les régions côtières

d'autre part, demeure la plus intéressante. De plus, ces formations ont en commun une évolution pédologique qui se traduit par une rubéfaction poussée, laquelle comparée aux processus actuels peut également être retenue au moins dans les régions côtières comme critère paléoclimatique caractéristique d'un climat plus humide (ou au moins à pluviométrie moins irrégulière) que le climat actuel. R. Battistini (3) place cette phase humide dans la seconde moitié de l'Aepyornien inférieur (Quaternaire ancien). Si on y relie la phase de creusement des terrasses fluviales anciennes et la transgression karimbo-lienne, on peut penser qu'elle est un peu plus récente et correspond au Quaternaire moyen à l'exemple de l'Ouljien au Sénégal (23) et du Kamasien dans le Bassin du Congo (12).

Conclusion

Bien qu'ayant trait aux témoins d'un remblaiement localisé, cette note montre l'intérêt qu'il y a à envisager les causes d'évolution du relief et des sols sous un angle d'abord régional puis plus général, l'hypothèse devant suivre et non précéder l'observation.

En effet, les problèmes paléoclimatiques à Madagascar en sont encore le plus souvent au stade des hypothèses, faute de repères chronologiques précis. Etant donné la situation géographique et le relief de l'Ile, le climat actuel a une part importante dans l'évolution du relief et des sols mais la question de variations climatiques anciennes se pose, en particulier aux géomorphologues et aux pédologues, pour expliquer des types de formes, des processus pédogénétiques (A ce sujet cf. plus spécialement R. Battistini (3), J. Riquier (20) J. Hervieu (15), (16),).

Dans l'étude des alluvions anciennes, le problème des survivances paléoclimatiques ne doit pas être négligé à côté des autres facteurs de formation possible et la découverte de témoins bien individualisés d'un remblaiement ancien dans d'autres grandes vallées du versant occidental malgache permettrait dans une certaine mesure de vérifier notre hypothèse paléoclimatique. A ce sujet, on peut noter que les alluvions anciennes de la basse vallée du Kamoro (à la traversée des terrains de l'Isalo par cette rivière) sont constituées essentiellement par des arènes micacées plus ou moins altérées originaires du massif ancien proche. Elles ont donné naissance à un sol rouge jaune qui forme l'abrupt vertical du remblaie-

ment entaillé. A la base de la terrasse on peut observer des matériaux fluviatiles plus grossiers gravillonnaires et des conglomérats tendres à galets de quartz très émoussés abondants, de plusieurs centimètres de diamètre, discordants sur les terrains de l'Isalo, gréseux, blanchâtres, finement stratifiés. Le substratum sédimentaire a été entaillé par le creusement (pentes à 30°) et les galets recouvrent la plus grande partie des talus d'érosion dans le sédimentaire. Les buttes témoins alluviales anciennes sont à une altitude nettement inférieure à celle de la carapace sableuse rubéfiée qui recouvre les terrains de l'Isalo environnants, laquelle correspond probablement à la « Surface » fin-pliocène (altitude 110 m. environ).

Toujours dans le Nord-Ouest, dans la Basse Vallée de la Betsiboka (plaine de niveau de base local au débouché du massif ancien) une reconnaissance rapide ne nous a pas permis d'observer des témoins de remblaiement caractéristiques. Cependant aux environs d'Amparihibe on peut observer des coupes de carapace sableuse gravillonnaire avec de nombreux bancs de petits quartz roulés.

De même, là où la rivière Ikopa (principal affluent de la Betsiboka) sort du massif ancien (environs d'Antanadava), on n'observe pas traces d'alluvions anciennes ; mais un peu en aval, aux environs d'Andavakoho, on observe une carapace sableuse discordante sur les terrains de l'Isalo et riche en petits galets roulés, mais pas de sédiments fins micacés. Cependant une reconnaissance détaillée de la zone de confluence Betsiboka-Ikopa reste à faire, avant de pouvoir conclure à l'absence de faciès alluviaux anciens typiques dans cette région.

BIBLIOGRAPHIE

1. BARRABE (L.). — « Contribution à l'étude stratigraphique et pétrographique du Pays Sakalave », *Mém. Soc. Géol. Fr.* (1929), t. V, fasc. 3-4.
2. BATTISTINI (R.). — « Les divisions du Plio-Quaternaire du Sud de Madagascar », *C.R. Ac. Sc. Fr.* (1959), t. 248, p. 992-993, 16 février.
3. BATTISTINI (R.). — « Le bourrelet littoral quaternaire (Aepyornien) de l'Extrême-Sud de Madagascar », *Ann. Géol. de Madagascar* (1963), fasc. XXXIII, p. 23-32.
4. BESAIRIE (H.). — « Notice explicative sur la feuille Marovoay ». Carte géologique de reconnaissance au 1/200.000^e (1939), Tananarive, Imprimerie Officielle.
5. BESAIRIE (H.) et LENOBLE (A.). — « Notice explicative sur la feuille Tsaramandroso ». Carte géologique de reconnaissance au 1/200.000^e (1948), Imprimerie Officielle, Tananarive.
6. BESAIRIE (H.). — « La Géologie de Madagascar en 1957 », *Service géologique*, Tananarive (1957), p. 102, 115-117.
7. BESAIRIE (H.). — « La carte tectonique de Madagascar 1957 et la géochronologie », *C.R. P.I.O.S.A.*, 3^e Congrès Tananarive, Contribution de Madagascar à la Section de Géologie, *Service Géol. Mad.* (1957), p. 1-17.
8. CLIQUET (P.-L.). — « L'Isalo entre Ranohira et le Mangoky », *Rapport S.P.M.*, ronéotypé (1952).
9. CLIQUET (P.-L.). — « La tectonique profonde du Sud du Bassin de Morondava », *C.R. de la Conférence de Géologie de Tananarive*, *Serv. Géol. Mad.* (1957), vol. II, p. 375-397.
10. DERRUAU (M.). — *Précis de Géomorphologie*, Masson, Paris (1962), p. 79-80.
11. GOLENKO (N.). — « Etude du Jurassique moyen entre Sakaraha et le Mangoky », *Rapport S.P.M.*, ronéotypé (1954).
12. HEINZELIN (J. de). — « Sols, Paléosols et Désertifications anciennes dans le Secteur Nord-Oriental du Bassin du Congo », *Public. I.N.E.A.C.*, Bruxelles (1952).
13. HERVIEU (J.). — « Les Sables roux du Sud de Madagascar », 3^e *Conférence interafricaine des Sols*, Dalaba (1959), vol. 1, p. 223-243.
14. HERVIEU (J.). — « Notices sur les cartes pédologiques de reconnaissance au 1/200.000^e », feuille n° 63 Ampahihy-Beloha, *Publ. I.R.S.M.*, Tananarive (1959).
15. HERVIEU (J.). — « Les Plaines de la Zomandao et de Ranotsara », *Cahiers de Pédologie*, *Public. O.R.S.T.O.M.* (1963), n° 3, p. 73-114.
16. HERVIEU (J.). — « Sur l'altération des basaltes crétacés dans l'Ouest de Madagascar », *Bull. Ass. fr. Etude du Sol* (1963), n° 1, janvier, p. 59-72.
17. HOURCQ (V.). — « Notice explicative sur la feuille Antsalova », *Cart. Géol. de reconnaissance au 1/200.000^e* (1934), Imprimerie Officielle, Tananarive.
18. LETULLIER (J.). — « Le Jurassique et le crétacé de la région de Manja », *Rapport S.P.M.* ronéotypé (1954).



19. REBILLY (G.). — « Etude de détail de la vallée du Sikily », *Rapport S.P.M.* ronéotypé (1955).
20. RIQUIER (J.). — « Latérite et latéritisation à Madagascar », *C.R. du 3^e Congrès de la P.I.O.S.A.*, Tananarive (1957), Section D, p. 27-32.
21. RIVIÈRE (A.). — « Méthode d'interprétation de la granulométrie des sédiments meubles », *Revue I.F.P.* (1953), Numéro spécial, p. 102-107.
22. TRICART (J.). — « Méthode d'étude des terrasses », *Bull. Soc. Géol. Fr.* (1948), t. 17, 5^e série, p. 559-575.
23. TRICART (J.). — « Notice explicative de la carte géomorphologique du Delta du Sénégal », *Mém. B.R.G.M.*, Editions Technip (1961), n° 8, p. 37-46.
24. VENDEGIES (A. de). — « Etude géologique de la région Manja-Mahabo-Morondava », *Rapport S.P.M.* ronéotypé (1955).
25. VENDEGIES (A. de). — « Etude géologique de la région Morondava Belo/Tsiribihina », *Rapport S.P.M.* ronéotypé (1956).