

## NOTES DE GEOMORPHOLOGIE MALGACHE

(DEUXIEME PARTIE) (1)

par JEAN VOGT

Les formations détritiques de la falaise orientale de Madagascar aux environs d'Ankarimbelo.

### SOMMAIRE

#### *Introduction.*

#### I. *L'originalité de la falaise entre Matitanana et Rienana.*

- A. Le complexe gabbro-syémitique de la Manama.
- B. Le relief du complexe de la Manama.

#### II. *Les remblaiements grossiers des hautes vallées.*

- A. Un problème de prise de conscience.
- B. Une accumulation chaotique.
- C. Un problème d'interprétation.
- D. Elargissement du problème.

#### III. *Les alluvions inactuelles des bassins de la Matitanana et de la Rienana.*

- A. Anciennes alluvions et hautes terrasses.
  - 1. Manama.
  - 2. Matitanana.
  - 3. Rienana.
- B. Alluvions récentes et basses terrasses.

#### *Perspectives.*

(1) La première partie des « Notes de Géomorphologie Malgache » a été publiée dans le n° 7 de « Madagascar, Revue de Géographie », juillet-décembre 1965, pp. 63-91.

## INTRODUCTION

En guise d'entrée en matière, il n'est pas inutile de rappeler que la recherche géomorphologique spécialisée n'a pris son élan à Madagascar que vers 1955 (1). Si de belles recherches ont été entreprises depuis lors, un retard aussi stupéfiant ne peut certes être rattrapé en une dizaine, ni même une vingtaine d'années. Parmi les problèmes fondamentaux qui restent obscurs, l'évolution de la falaise orientale occupe une place de choix.

Si les géologues discutent de l'origine de la falaise (2), s'ils attirent l'attention sur quelques aspects de son évolution récente (3), si les pédologues apportent eux aussi leur contribution (4), les géomorphologues ne lui portent intérêt que depuis quelques années. A notre connaissance, seules les observations faites par J. Dresch dans la vallée de la Namorona (5), les remarques de P. Birot sur la région de Moramanga (6) et les recherches de R. Battistini dans l'Extrême Sud (7) éclairent l'un ou l'autre aspect de l'évolution géomorphologique de quelques tronçons de la falaise. Nous ne pensons pas nous tromper en affirmant que presque tout reste à faire.

Il est vrai que la falaise, faiblement peuplée, occupée par une végétation primaire ou secondaire très dense, d'un accès parfois difficile, souvent plongée dans le brouillard et le crachin, ne se prête que difficilement à des recherches systématiques.

Pour notre modeste part, nous avons parcouru en septembre 1963, au cours d'une brève tournée, le tronçon de falaise compris entre les vallées de la Matitanana et de la Rienana, aux environs du chef-lieu de canton d'Ankarimbelo, à l'ouest de Manakara (8). En novembre 1964, il nous a été possible de revoir

(1) R. BATTISTINI, Etude géomorphologique de l'Extrême-Sud de Madagascar (compte rendu par J. VOGT) dans Madagascar, *Revue de Géographie*, N° 8.

(2) J. MARCHAL, Etude géologique des feuilles Vondrozo et Iara, Travaux du Bureau Géologique, n° 85, Tananarive, 1958.

(3) A. LENOBLE, L'évolution du relief dans la falaise à l'Est de Fianarantsoa et ses conséquences pour le bassin du Matsiatra, *La Géographie*, 1935.

(4) J. HERVIEU, Notices sur les cartes pédologiques de reconnaissance au 1/200 000, Feuille n° 3, Brickaville-Moramanga, I.R.S.M., 1960.

(5) J. DRESCH, Sur quelques aspects régionaux du relief à Madagascar, *Bull. Assoc. Géogr. Fr.*, 1963.

(6) P. BIROT, Contribution à l'étude morphologique des plateaux du centre de Madagascar, *Revue de Géographie*, n° 3, 1963.

(7) R. BATTISTINI, L'Extrême-Sud de Madagascar, étude géomorphologique, T. I, « Le relief de l'intérieur », Etudes Malgaches, Université de Madagascar, Ed. Cujas, Paris, 1964.

(8) J. VOGT, Rapport de tournée à Madagascar, B.R.G.M., Tananarive, 1964.

rapidement l'une ou l'autre des vallées de ce secteur en compagnie de W. Mac Gaw, géologue au B.R.G.M.

Les rapides observations faites à l'occasion de ces deux tournées nous permettent d'attirer l'attention sur des formations détritiques énigmatiques qui ne semblent pas avoir été signalées jusqu'ici et dont l'étude systématique pourrait sans doute servir de point de départ à une étude approfondie de l'évolution de la partie moyenne de la falaise orientale.

En 1964, nous avons eu l'occasion de visiter la vallée du Mangoro, entre Beparasy en amont et Longozabe en aval (9). Au cours de cette ultime tournée, nous avons retrouvé au pied de la falaise, 300 km plus au nord, à la latitude d'Anosibe, des formations à première vue comparables à celles des environs

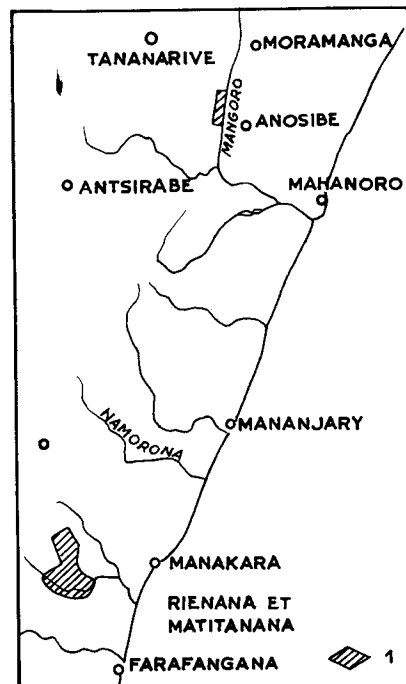


Fig 1 Croquis d'orientation  
au 1:4 000 000  
1: Régions visitées

FIG. 1.

(9) J. VOGT, Deuxième rapport de tournée à Madagascar, B.R.G.M., Tananarive, 1965.

d'Ankarimbelo. Il reste cependant à entreprendre une reconnaissance sérieuse de ce secteur auquel la présente note ne fera que de fugitives allusions.

### I. — L'originalité de la falaise entre Matitanana et Rienana

#### A. LE COMPLEXE GABBRO-SYÉNITIQUE DE LA MANAMA.

Le long du Mangoro, à la latitude d'Anosibe, la falaise, rectiligne, taillée dans les roches banales du socle malgache, n'appelle aucune remarque d'ordre géomorphologique, du moins à l'échelle de notre sujet. Entre Matitanana et Rienana, la géologie de la région de la falaise est au contraire d'une grande originalité. La falaise recoupe en effet le complexe gabbro-syéénitique de la Manama, complexe auquel les géologues, à commencer par Lacroix, n'ont cessé de porter un grand intérêt, pour des raisons aussi bien théoriques que pratiques.

Sans entrer dans les détails, rappelons que ce complexe est interprété comme une structure annulaire, formée d'une ceinture syéénitique discontinue et d'un noyau de gabbros, à grain fin dans sa partie externe, plus grossiers dans une partie interne qui présente en outre des différenciations ultrabasiqes (fig. 1). L'accord n'est cependant pas fait au sujet de l'âge de cette intrusion. Au terme d'une étude détaillée de la partie orientale du massif et d'une comparaison avec les intrusions connues dans l'Ouest et le Nord-Ouest de Madagascar, R. Giraudon suggère une mise en place au Crétacé moyen et peut-être jusqu'au Néogène (10). D'autres géologues, G. Hottin en dernier lieu (11), le considèrent au contraire comme précambrien. Le débat reste ouvert.

#### B. LE RELIEF DU COMPLEXE DE LA MANAMA.

Le complexe gabbro-syéénitique de la Manama est loin de former une unité morphologique majeure. Pour sa plus grande partie, il est certes cantonné dans le haut pays, mais son prolongement oriental, très étroit il est vrai, affleure au pied de la falaise, jusque vers le confluent de la Manama et de la Vondrozo. Pour la compréhension de la falaise, il est donc très regrettable que l'accord ne soit pas fait sur l'âge de la structure annulaire.

(10) R. GIRAUDON, Le complexe gabbro-syéénitique de l'Iharandahy et son cadre géologique dans la région de Manakara à Madagascar, Deuxième thèse présentée à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand, 1960.

(11) G. HOTTIN, Prospection du Massif de la Manama, Rapport annuel du Service Géologique de Madagascar, 1961.

A une autre échelle, la morphologie de la falaise est cependant contrôlée dans une large mesure par le complexe de la Manama. De part et d'autre, les hautes vallées de la Matitanana au Nord, et de la Rienana au Sud, échancrent profondément le plateau. Au Nord et au Sud, les limites du complexe gabbro-syénitique sont soulignées par de vigoureux escarpements.

La partie occidentale du complexe de la Manama fait partie du plateau Betsileo. Seul géologue à avoir parcouru ce secteur inhospitalier, G. Hottin y distingue deux styles morphologiques. En bordure de la falaise une étroite frange est caractérisée par une profonde altération et « un réseau hydrographique fossile de pénéplaine ». Notons la présence de cuirasses dont G. Hottin souligne la tendance bauxitique. Plus loin, le contact des migmatites et de la structure annulaire ainsi que les limites internes de cette dernière sont soulignés par les courbures que dessine le réseau hydrographique. En particulier les syénites forment une bande plus accidentée dominant les gabbros de 50-100 m (12). Ce dispositif apparaît d'une manière remarquable sur les photos aériennes.

Vers l'Est, les reliefs qui jalonnent la bordure du complexe forment un écran de plus en plus étroit. Derrière cet écran, le haut bassin de la Manama occupe un ample « cirque » cerné d'escarpements, en particulier par l'Irandahy au Sud.

Déblayé dans l'un ou l'autre des gabbros qui forment la partie centrale de la structure annulaire, le « cirque de la Manama » est l'un des plus remarquables exemples d'érosion différentielle de l'Est de Madagascar.

Et, en effet, ces roches sont très altérables. Sur les croupes formées de péridotites qui s'étendent de part et d'autre (Zahanary au Sud, Fandany au Nord) de l'étroit goulot du cirque, la tarière descend parfois à 15 m et plus (13). Quelques-unes de ces croupes portent des lambeaux de cuirasse.

Plus à l'Est, nous avons récolté sur les basses collines de gabbro, au Sud de Voamboana sur la rive droite de la Manama, des fragments, très sporadiques il est vrai, d'une cuirasse alumineuse (14).

(12) G. HOTTIN, Prospection nickelifère du Massif de la Manama et de la zone de l'Ampasary, rapport de fin de mission, Service Géologique de Madagascar, 1961.

(13) G. BILLARD, Etude rapide des indices de nickel du Massif de la Manama, Rapport B.R.G.M., Tananarive, 1963.

(14) Il n'est pas inutile de rappeler à ce propos l'existence de bauxites certes médiocres sur les coulées de basalte du bas pays, au Sud-Ouest de Farafangana.

Si nous insistons sur les roches basiques de la Manama, c'est qu'elles alimentent d'une manière remarquable d'importantes formations détritiques.

## II. — Les remblaiements grossiers des hautes vallées

Un système complexe de terrasses est décrit par H. de la Roche au pied de la falaise à la latitude de Mananjary, à une centaine de km au Nord de la Matitanana (15).

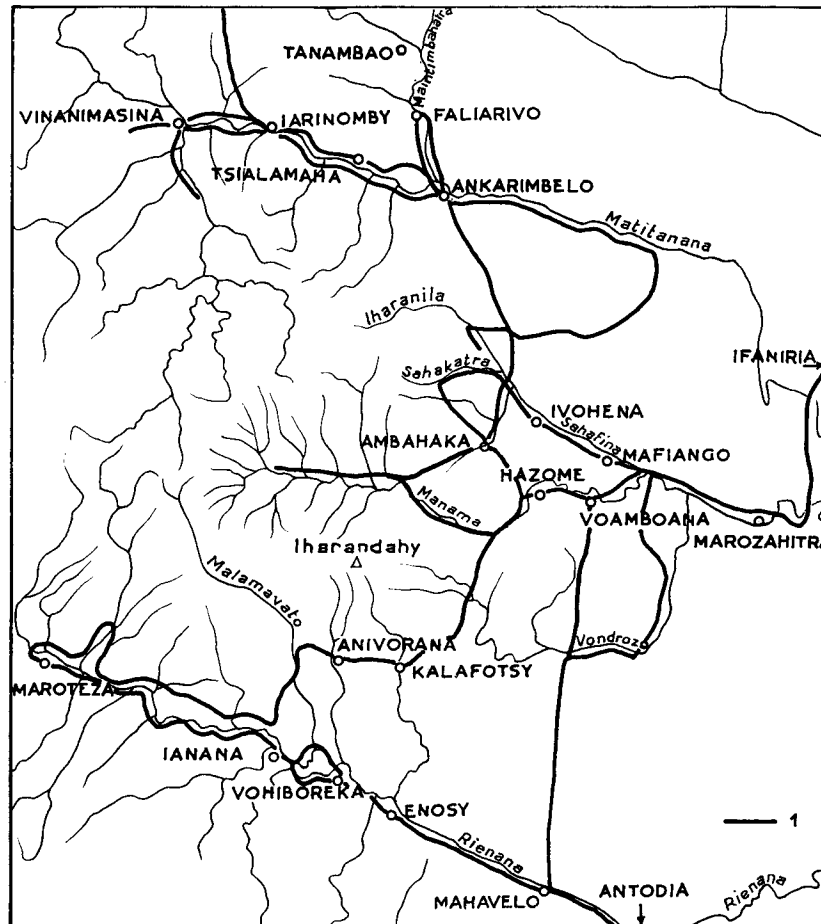


Fig. 2 — Croquis d'orientation de la région d'Ankarimbelo  
au 1:200 000°  
1 Principaux itinéraires

FIG. 2.

(15) H. DE LA ROCHE, Etude géologique des feuilles Ifanadiana-Mananjary, Travaux du Bureau Géologique, n° 33, 1952.

A priori, il était donc permis de soupçonner l'existence de formations comparables dans la région d'Ankarimbelo. La réalité dépasse les espérances. Les hauts bassins présentent en effet d'importantes accumulations de matériaux très grossiers, chaotiques et encore énigmatiques, tandis que des nappes de belles alluvions forment des terrasses vers l'aval. L'accent sera mis sur les matériaux informes des hauts bassins.

#### A. UN PROBLÈME DE PRISE DE CONSCIENCE

Au pied des cascades qui franchissent la falaise, les hautes vallées se présentent généralement comme une succession de paliers reliés par des cascades et des rapides. Inégalement entaillés par les torrents jusqu'à 15-20 m sur la Manama, ces paliers sont le plus souvent jonchés de gros blocs anguleux dont le volume atteint plusieurs m<sup>3</sup>. A première vue, il est malaisé de savoir si l'on a affaire à la roche en place ou à des matériaux transportés. De telles hésitations se manifestent surtout sur le socle dont les roches banales ne sont guère différenciées. Dans le massif de la Manama, l'on est cependant frappé par le voisinage de roches très diverses, voisinage parfois étonnant, même s'il est tenu le plus grand compte de la complexité du complexe gabbro-syénitique.

Quelques secteurs défrichés, voués à une médiocre riziculture et au pâturage, se présentent à première vue comme des cônes légèrement convexes. Ce n'est peut-être là qu'une illusion d'optique, en raison de l'importance des entailles installées au pied des versants.

Hors du massif de la Manama, dans le cirque de Vinanimasina et sur quelques affluents de droite de la Matitanana, entre ce dernier village et Iarinomby, d'autres défrichements permettent cependant d'observer d'amples cônes en forte pente et jonchés de blocs.

Le plus souvent les entailles ne se prêtent pas à l'appréciation de l'épaisseur de cette accumulation de blocs. Sur la Manama, des entailles profondes de 15-20 m montrent certes de haut en bas de gros blocs de roches basiques, mais les conditions d'observation ne permettent pas de savoir, à première vue, s'il s'agit de blocs éboulés ou s'ils représentent une épaisse formation détritique.

Les dernières hésitations sont cependant balayées par l'examen de quelques coupes fraîches, dues à des sapements et des glissements récents, en particulier sur la Salahakatra, plus rarement sur la Manama.

## B. UNE ACCUMULATION CHAOTIQUE

## — Description.

Ces coupes montrent un amoncellement de gros blocs de roches diverses dont le transport ne fait aucun doute. Parfois ces blocs sont pris dans une matrice argileuse, jaunâtre à rougâtre. Ailleurs, on note dans les intervalles une blocaille plus

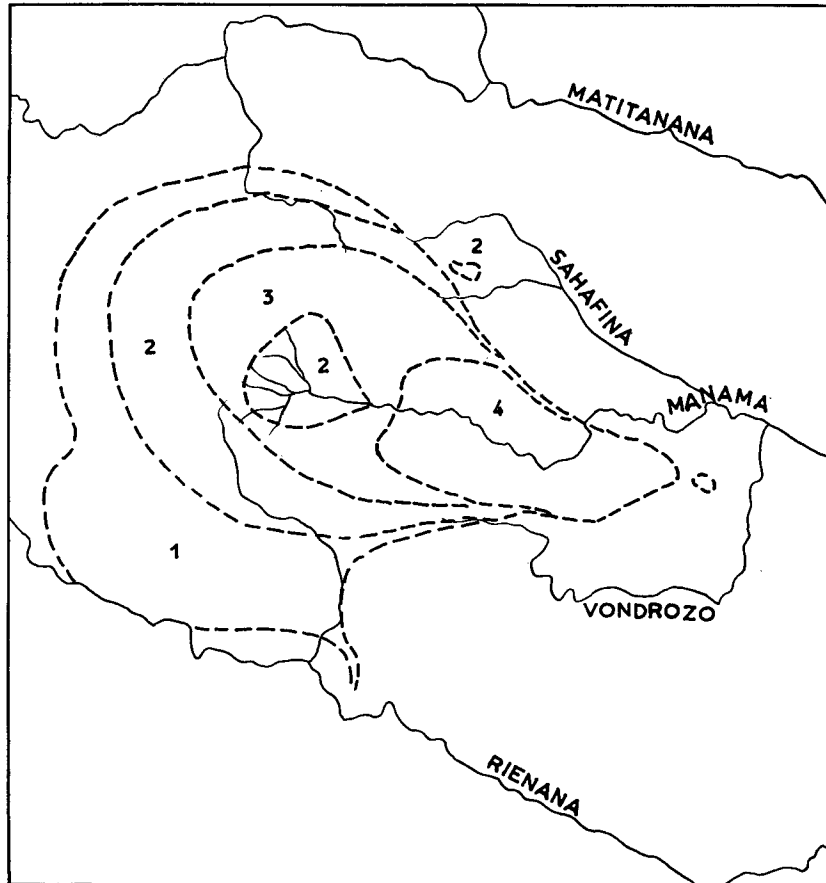


Fig. 3 Croquis du complexe gabbro syénitique de la Manama (1/200 000) d'après la carte géologique régulière au 1/100 000, feuille Ankarimbelo, par Boulanger, Giraudon, Marchal, etc. et la carte au 1/50 000 du Massif de la Manama par G. Hottin (*Archives Service Géol. Madagascar C 494*)

- 1 Syénites calco-alcalines
- 2-3 Divers gabbros
- 4 Gabbros à différenciations ultrabasiques

FIG. 3.





ou moins calibrée et usée et même des « nids » de boulders. A première vue, il est permis de songer à des coulées boueuses alternant, dans le temps ou dans l'espace, avec des torrents coulant soit en surface, soit dans le chaos de blocs. Vers l'aval ces derniers se font rares. De plus en plus ils sont noyés dans la blocaille calibrée. Au contraste des boulders et des « nids » de blocaille finit par se substituer une alternance de matériaux différenciés: quelques blocs d'une cinquantaine de cm; blocaille d'une vingtaine de cm, lentilles de graviers, de gravillons et même de sables argileux. Il est vrai que cette évolution est parfois brutalement interrompue par de puissants apports latéraux formés de matériaux informes à très gros blocs, ceux-là même qui viennent d'être décrits. A l'échelle de quelques centaines de mètres, cette alternance est particulièrement frappante dans la haute vallée de la Manama. Les constituants basiques et ultra-basiques de ce remblaiement chaotique sont souvent altérés à divers degrés. Quelques-uns des blocs de gabbro qui jonchent la vallée de la Salahakatra présentent de belles cannelures et portent des restes d'une croûte de « pain d'épice ». Dans l'épaisseur de la blocaille du remblaiement du cirque de la Manama, voici au milieu de boulders sains de gros galets altérés jusqu'au cœur, au point de tomber en miettes. Notons en outre la présence, sporadique il est vrai, de bandes ferrugineuses plus ou moins compactes et de nodules de manganèse, qui témoignent les uns et les autres d'importants transferts liés aux variations de la nappe phréatique.

Bref, la falaise est jalonnée par une formation détritique informe et chaotique, caractérisée par la prédominance de gros blocs, et dont l'épaisseur serait fréquemment de l'ordre de la dizaine de mètres et atteindrait parfois une quinzaine ou une vingtaine de mètres.

Cette formation se présente de diverses manières. Les bas versants portent de beaux cônes individualisés dont la « reculée » de la Matitanana offre de beaux exemples. Creusé dans les roches ultra-basiques, le cirque de la Manama semble bien être occupé en grande partie par de nombreux cônes plus ou moins coalescents, qui s'imbriquent avec le remblaiement de la vallée.

Sur la bordure Nord-Est du massif de la Manama, les paliers de la vallée de l'Iharanila sont à proprement parler « bourrés » de blocs et de blocaille. Dans la vallée voisine de la Sahalakatra, de tels matériaux forment en amont de la piste Ankarimbelo-Ambahaka une « coulée » (16) d'une remarquable continuité.

(16) Le terme de coulée est, bien entendu, utilisé ici d'une manière descriptive, raison pour laquelle il est placé entre guillemets.



— *Coulées inactuelles et processus actuels.*

En discutant des « coulées », l'on est certes tenté de faire état de l'altération qui affecte une partie de leurs matériaux. Cet argument est de peu de poids. Sans doute notre formation a-t-elle été alimentée en partie par des roches qui ont connu un début d'altération à la base des profonds sols du plateau, altération qui a pu se poursuivre après leur transport, soit en surface, soit en profondeur (17).

Il est d'ailleurs permis de se demander dans quelle mesure certaines conditions de transport en masse se prêtent à la survie de cannelures et même de fragments de pain d'épice.

Le caractère inactuel des « cônes et coulées » est cependant établi par l'importance de l'entaille qu'ils ont subie depuis leur mise en place. Examinons de plus près le processus de cette entaille.

Petits ou grands, les torrents qui dévalent du plateau éprouvent de grandes difficultés à déblayer l'enchevêtrement de blocs de notre formation. D'une manière significative, ils sont souvent installés en bordure du remblaiement. Ainsi le beau cône défriché du fond de la « reculée » de Vinanimasina, sous le sentier qui mène au plateau, est entaillé de part et d'autre par de petits affluents de la Matitanana. De la même manière, la Sahalakatra longe *grosso modo* la bordure droite de la belle « coulée » qui occupe cette vallée.

Si elle sape profondément la roche en place profondément altérée, dégage la roche saine en bordure du remblaiement et exhume le versant de l'ancienne entaille, la Sahalakatra ne grignote qu'à grand peine la « coulée » dans laquelle elle fait quelques incursions. Une fois la matrice argileuse lavée et la menue blocaille enlevée, processus qu'une succession de petites cascades permet d'observer à loisir, le torrent est incapable de transporter les gros blocs qui forment un puissant pavage. Ce dernier ralentit l'entaille d'une manière telle qu'un affluent de droite, misérable ruisseau encaissé dans la roche altérée sous un lambeau de terrasse qui subsiste dans un élargissement de la vallée, est sur le point de capter la Sahalakatra.

Une fois réalisée, cette capture se traduit sur quelques centaines de mètres par une inversion de relief. Sur quelque distance, la « coulée » sera à proprement parler immunisée (18).

(17) Un problème analogue se pose pour les boulders altérés de péridotite des terrasses de la Nouvelle-Calédonie (observations inédites faites en compagnie de J.-P. Lajoinie).

(18) Observation faite en compagnie de W. Mac Gaw.

A une autre échelle, le puissant torrent de la Manama témoigne lui aussi d'une frappante inadaptation au remblaiement grossier qui empâte la plus grande partie du cirque creusé dans les roches basiques. Si elle atteint parfois la roche en place, de préférence à la limite des « paliers », parfois en bordure du remblaiement, plus rarement, semble-t-il, par surimposition à partir du remblaiement grossier, elle coule sur des centaines de mètres sur un pavage de très gros blocs. Aux points où des cônes de matériaux particulièrement grossiers fournis par les escarpements voisins réalimentent le remblaiement du fond du cirque, des amas d'énormes boulders déchaussés par glissement et sapement forment des obstacles tels qu'ils déterminent parfois des rapides. Le spectacle des petits affluents de la haute Manama est d'ailleurs édifiant. Plusieurs d'entre eux sont incapables d'entailler le remblaiement sur quelque distance. Après avoir coulé sensiblement à sa surface, elles ne l'entaillent que timidement par de petites cascades étagées qui nettoient laborieusement la blocaille de sa gangue argileuse, à quelques mètres ou dizaines de mètres du confluent. Le spectacle est comparable à celui qu'offrent quelques tronçons de la haute Sahalakatra.

En dépit de leur compétence élevée (19), les torrents de la falaise se distinguent donc par une flagrante inadaptation à l'informe remblaiement qui « bourre » les vallées. Aussi bien, ce dernier est-il étranger aux conditions qui règnent actuellement dans cette montagne forestière.

### C. UN PROBLÈME D'INTERPRÉTATION

Ce n'est pas au terme d'une tournée hâtive dans un domaine de travail nouveau qu'il est possible de se prononcer sur la nature et l'âge d'une formation surprenante qui ne semble pas avoir été signalée jusqu'ici, comme R. Battistini vient de me le confirmer. L'examen de quelques coupes ainsi que le remarquable degré d'inadaptation du détail du réseau hydrographique font songer à des processus de transport en masse. Emballés dans une gangue argileuse fournie par les profonds sols d'altération dont le développement est remarquable aussi bien en bordure du plateau qu'au pied de la falaise, d'énormes blocs d'une roche saine ou altérée, provenant les uns des escarpements, les autres de la base des profils d'altération, formeraient à proprement parler de puissantes coulées. Bien que la mise en place de ces coulées soit parfois suivie d'une certaine altération,

(19) Au pied de la falaise, la Manama a charrié après un cyclone des blocs de 50 cm (renseignement de W. Mac Gaw).

le style de l'entaille actuelle permet de penser que les coulées sont relativement récentes.

Depuis les descriptions classiques de Sapper en Amérique centrale, on connaît certes dans l'ensemble de la zone inter-tropicale de nombreux exemples de coulées boueuses emballant de gros blocs, mais sans atteindre, semble-t-il, les mêmes proportions et le même degré de généralité, ni donner la même impression de contemporanéité que dans ce secteur certes privilégié de la falaise de l'Est de Madagascar. Tout au plus, la comparaison semble-t-elle possible avec certaines formations des montagnes du Brésil oriental (20).

Au pied du massif de syénites et de foyaïte de l'Itatiaia, dans un milieu qui présente, semble-t-il, quelques similitudes avec celui de la falaise malgache, on connaît plusieurs générations de cônes à gros blocs fournis par des roches anciennement et profondément altérées. Les matériaux de ces cônes ont subi une nouvelle altération après leur transport. Ces cônes sont volontiers attribués à un « écoulement de type boueux » en climat tropical humide à saisons plus contrastées qu'aujourd'hui et propice au déblaiement d'un épais manteau d'altération (21).

Or, il est généralement admis que la falaise orientale de Madagascar n'a pas connu de variations climatiques notables au cours du Plio-Quaternaire. Ce point de vue est exprimé en particulier par le pédologue Hervieu : « Il est raisonnable de penser qu'aucun changement climatique important n'est survenu depuis des périodes très anciennes sur le versant Est de Madagascar, que la morphologie de la zone forestière est certainement très vieille » (22). J. Dresch admettrait lui aussi une certaine stabilité climatique des régions de la falaise en les opposant au plateau où la fréquence des stone-line témoignerait au contraire de variations de quelque importance (23).

Sans doute une discussion serrée des « coulées » conduirait-elle à nuancer un tel point de vue. Plutôt que d'opposer les

(20) Une comparaison des façades orientales du Brésil et de Madagascar vient d'être esquissée par une communication de J. Dresch au dernier Congrès de l'INQUA (J. Dresch, Morphologic evolution of the eastern borders of continents in the tropical area in Plio-Quaternary time, comparative observations between Brazil and Madagascar, INQUA VIIth Int. Congress, Abstracts, 1965).

(21) P. BIROT, J. DRESCH, P. MACAR, R. RAYNAL, etc., Observations et études sur l'Itatiaia, *Zeitschrift für Geomorphologie*, 1957. Voir aussi ODMAN, On the presumed glaciation in the Itatiaia Mountains, Brasil, Eng., Mineração e Metalurgia, 1955 et E.R. FILHO, As caneluras e os caldeiros do Planalto do Itatiaia, Eng. Mineração e Metalurgia, 1964.

(22) J. HERVIEU, notice citée.

(23) J. DRESCH, 1963, art. cité et « Quelques problèmes du Quaternaire Africain », Report VIth Int. Congress Quaternary (INQUA), 1961.

régions à stone-line à celles qui en sont démunies, il serait sans doute intéressant de situer les coulées par rapport à la stone-line, dans la mesure où sa signification climatique était confirmée (24). Une telle tentative n'a-t-elle pas été faite précisément au pied de l'Itatiaia? Ajoutons aussitôt que dans les milieux caractérisés par une profonde altération de roches d'une extrême sensibilité, il suffit d'un facteur climatique fugitif, d'une « chiquenaude », aimons-nous dire, pour déclencher des processus morphogénétiques disproportionnés (25).

Sans doute convient-il aussi de prendre en considération la tectonique récente de l'Est de Madagascar. L'origine même de la falaise ne cesse d'être discutée (26). Longtemps cette dernière a en effet été attribuée dans son ensemble à un accident majeur. Cette interprétation est contestée en particulier par J. Marchal (27) et F. Dixey (28), qui font appel à une simple érosion différentielle liée, il est vrai, à un accident majeur au large de la côte Est (29).

A première vue, le problème se poserait d'une manière différente dans la vallée du Mangoro, où une tectonique cassante récente est généralement admise (30) et dans la région de la Manama où il n'est encore connu aucun indice d'une telle tectonique. Sans doute l'un ou l'autre géologue n'excluerait-il pas dans cette dernière région l'hypothèse d'un mouvement d'ensemble récent affectant une falaise profondément échancrée et dont certains escarpements se trouveraient en quelque sorte en porte-à-faux. Dans une certaine mesure, une telle hypothèse ne ferait cependant que reculer le problème. L'interrogation climatique subsisterait.

Il est d'ailleurs permis de se demander de quelle manière les géologues interpréteraient des coulées à blocs du type Manama

(24) J. Vogt, La stone-line, mise au point, *Bulletin du B.R.G.M.*, 1966, n° 4.

(25) Un tel problème se pose d'une manière générale dans les savanes d'Afrique Occidentale.

(26) En dernier lieu, P. BIROT, art. cité.

(27) J. MARCHAL, rapport cité.

(28) F. DIXEY, Observations sur les surfaces d'érosion à Madagascar, C. R. Acad. Sc., 19 septembre 1958, et *The Geology and geomorphology of Madagascar and a comparison with Eastern Africa*, *Quarterly Journal Geol. Soc.*, 1959.

(29) A cet égard, la carte physiographique de l'Océan Indien, publiée en 1964 par l'Observatoire Lamont, est très suggestive. Voir aussi B.C. HEEZEN et M. THARP, *Physiography of the Indian Ocean*, Philos. Trans. Roy. Soc. London, Serie A, T. 259, 1966.

(30) Rappelons les recherches de Perier de la Bathie, Dépressions lacustres du Mangoro, de l'Alaotra, de l'Ankaizina et les mouvements récents du versant Est et du Nord de l'île. *Bull. Acad. Malg.*, 1918. En dernier lieu, P. BIROT, art. cité.

si elles étaient consolidées, masquées par d'autres formations, si elles se présentaient de la même manière, pour ne prendre qu'un exemple, que la blocaille de la base du Cocobeach supérieur, à la limite interne des bassins sédimentaires des côtes d'Afrique équatoriale.

#### D. ELARGISSEMENT DU PROBLÈME

Sans doute le problème ne peut-il être résolu d'une manière satisfaisante à l'échelle d'une petite région privilégiée, mais dont il n'est pas sûr qu'elle ait valeur d'exemple. D'autre part, il est malaisé d'apprécier l'épisode des coulées sans le replacer dans l'ensemble de l'évolution géomorphologique de la falaise et de la région côtière. A ces deux points de vue, nous ne disposons encore que de rares jalons.

Des formations à première vue comparables aux coulées de la région de la Manama sont visibles 300 km plus au nord. Sur la rive droite du Mangoro, à la latitude d'Anosibe, aux environs de Morafeno et Ambatomaro, un ensemble de glacis s'étend sur quelques kilomètres de la falaise à la vallée du Mangoro; un dense réseau d'entailles permet d'observer les restes de nappes de blocs et de blocaille dont l'épaisseur nous échappe et qui font songer à première vue à des « coulées », peut-être mises en relief par un processus d'inversion. Ces nappes sont perchées au-dessus du Mangoro qui coule au fond de gorges étroites et profondes. Dans l'intervalle, aucune observation de ce genre n'a encore été faite à notre connaissance. Jusqu'à nouvel ordre, il serait donc aventureux de vouloir paralléliser ces nappes avec la formation décrite dans la région d'Ankarimbelo.

Cette réserve faite, il semble d'ailleurs qu'il existe, aussi bien dans la région de la Manama que dans la vallée du Mangoro, non pas une, mais plusieurs formations emboîtées. Telle est notre impression au nord, à l'est et au sud du massif de la Manama. Certains versants aujourd'hui coupés de leurs racines présentent des replats qui portent des matériaux détritiques très grossiers d'épaisseur inconnue. Il semble bien que les entailles responsables du démantèlement de ce relief se prolongent précisément par des vallées encombrées de « coulées ». A une autre échelle, quelques lambeaux d'une formation détritique grossière et dégradée dominant de quelques dizaines de mètres la « coulée » de la vallée de la Sahalakatra. De la même manière, un rapide examen des photos aériennes du cirque de la Manama suggère un emboîtement de cônes. Même impression d'emboîtement sur le Mangoro, dans le secteur Ambatomaro-Morafeno.

Seules des observations détaillées multipliées au pied de la falaise sur des centaines de km, dans divers contextes géologiques et géomorphologiques permettraient de résoudre ce problème.

En outre, il importe de considérer l'ensemble de l'évolution géomorphologique entre la falaise et la côte. A l'exception de l'extrême sud, l'évolution de la falaise ne semble pas avoir été confrontée avec celle du bas pays. Si le littoral et les estuaires ont fait ces dernières années l'objet de nombreuses observations, à l'occasion de travaux du génie civil surtout (31), l'évolution des vallées reste le plus souvent inconnue. C'est pour combler, dans une certaine mesure, cette lacune que nous esquisserons les caractéristiques des terrasses des bassins de la Rienana et de la Matitanana jusqu'à quelque distance de la falaise.

### III. — Les alluvions inactuelles des bassins de la Matitanana et de la Rienana

Au débouché de la falaise, les vallées ne présentent que sur une faible distance des alluvions grossières continues. Au-delà, elles sont envahies par les sables. En raison de la complexité des profils en long, de la rapidité des observations et de la rareté des coupes, l'agencement des nappes d'alluvions reste souvent obscur. Il est cependant possible de distinguer *grosso modo* des « alluvions anciennes » formant une « haute terrasse » et des alluvions plus récentes formant un complexe de basses terrasses.

#### A. ANCIENNES ALLUVIONS ET HAUTES TERRASSES

Les matériaux informes qui jalonnent la falaise passent de proche en proche à des alluvions proprement fluviales. C'est sur la Manama et sur ses affluents que ces anciennes alluvions semblent présenter leur plus grand développement et se prêter le mieux à l'observation.

##### 1. Manama

Le passage des coulées aux anciennes alluvions est particulièrement net sur la Sahalakatra en aval de la piste Ankarimbelo-Ambahaka. Avant même que la Manama ne quitte le cirque qui porte son nom, plusieurs coupes permettent d'observer divers termes de transition entre le remblaiement chaotique des hauts

(31) Voir à ce sujet divers rapports récents du Bureau de Recherches Géologiques et Minières.

bassins et les anciennes alluvions. Ces alluvions forment des lambeaux de terrasses à une hauteur variable d'un bief à l'autre, mais qui atteint une dizaine de mètres. Un remblaiement sableux et argileux, jaunâtre à rougeâtre, épais de plusieurs mètres, masque des matériaux grossiers qui se présentent d'une manière très diverse, mais dont le point commun est d'être fréquemment altérés, voire pourris, de la même manière que la blocaille du remblaiement des hauts bassins.

Au débouché du cirque de la Manama, cette nappe présente un développement remarquable entre le gué emprunté par le sentier Ambahaka-Kalafotsy et les méandres de Hazome. Sur la rive gauche, les sapements du torrent permettent d'observer sous le remblaiement fin des accumulations irrégulières de gros galets emballant encore quelques rares boulders d'un mètre de long.

A quelque distance, les coupes de la rive droite montrent une nappe de graviers dont la base, parfois masquée par les basses eaux, dessinerait une série de chenaux et qui forme avec le remblaiement fin une limite assez régulière. Ces graviers sont formés pour l'essentiel de gros galets de roches basiques, bien roulés, bien calibrés, imbriqués les uns dans les autres (photo 2), et dont la matrice sableuse est d'une extrême richesse en minéraux lourds. L'épaisseur du recouvrement fin atteint 4 m. Aux dépôts irréguliers d'un tronçon en forte pente succède un bel alluvionnement de bief, peut-être plus complexe qu'il ne paraît au premier abord.

Des environs de Voamboana au bief de Marozahitra, tronçon accidenté il est vrai, un rapide itinéraire n'a pas permis d'individualiser anciennes alluvions et haute terrasse. Le village de Marozahitra est cependant installé sur une belle terrasse qui domine les basses eaux d'une dizaine de mètres. Un remblaiement jaunâtre épais de plusieurs mètres recouvre une alternance de graviers très irréguliers dont l'épaisseur n'atteint exceptionnellement 3 m et de lentilles de sables grossiers. Une fois de plus, de nombreux galets sont altérés.

## 2. *Matitanana*

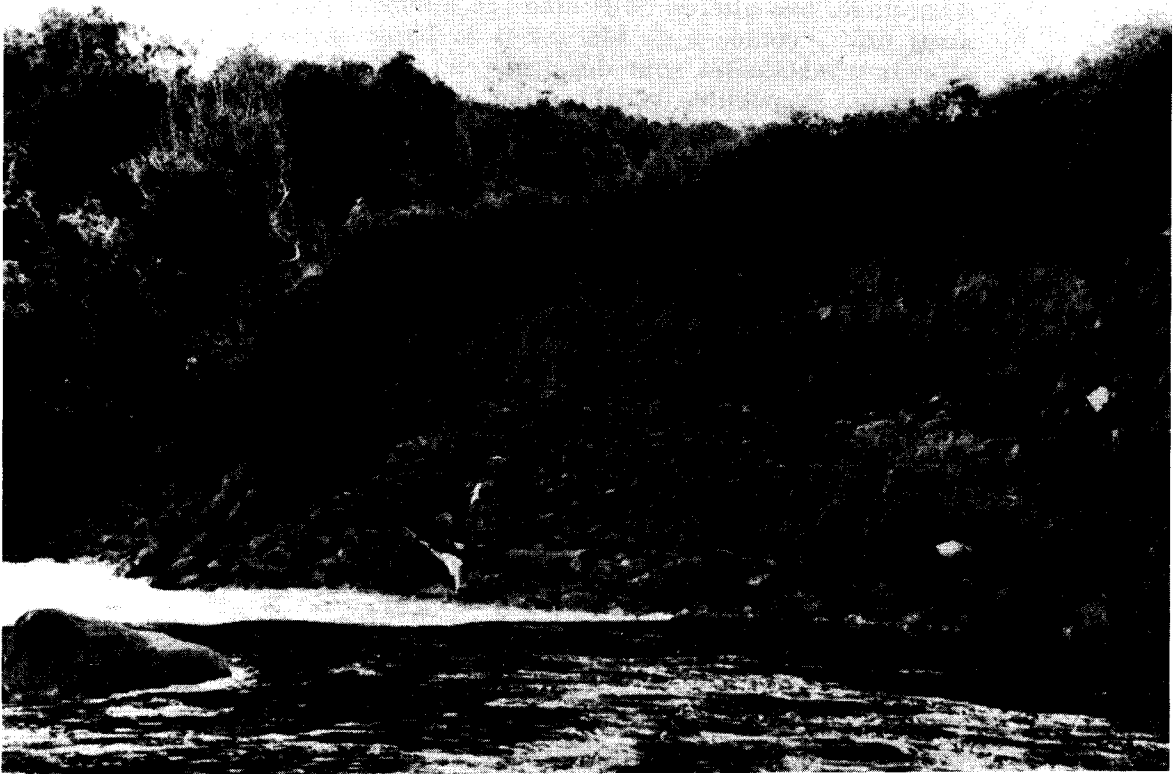
Sur la Matitanana, les anciennes alluvions sont bien visibles à la faveur de sapements. En aval du défilé boisé situé entre Iarinomby et Tsialamaha, elles se présentent comme un mélange de boulders de roches basiques inégalement altérés, et de nids de galets. Il est d'abord délicat de les distinguer des « cônes » qui descendent jusqu'à la vallée, mais elles s'individualisent





1. Bloc de gabbro de la « coulée » de la vallée de la Sahalakatra.

- 
2. A la sortie du cirque de la Manama, le torrent sape des matériaux inégalement classés, terme de transition entre le remblaiement informe des hautes vallées et les alluvions grossières qui le prolongent à quelque distance de la falaise.



nettement à la hauteur et en aval de Tsialamaha, sur l'une ou l'autre rive, où elles présentent leur plus grand développement. Nous les retrouvons sur la rive droite, face à l'île que la Matitana forme avant le confluent de la Maintimbahatra. Désormais, les boulders se font rares. En aval d'Ankarimbelo, deux sapelements exposent des graviers bien calibrés, épais de plusieurs mètres, masqués par un remblaiement jaune de 7-8 m d'épaisseur.

Les mêmes graviers, menus, classés, sont visibles sur la basse Maintimbahatra, important affluent de gauche. Le village de Faliarivo est bâti sur un épais remblaiement fin, jaunâtre-rougeâtre, sous lequel affleure un banc de graviers bien calibrés, altérés, légèrement consolidés. En aval du village, sur la rive gauche, un sapement expose à fleur d'eau un chenal rempli de graviers et de sables grossiers masqués par le même remblaiement. De tels graviers sont encore visibles sur la même rive, au passage de la route abandonnée d'Ankarimbelo au plateau.

### 3. Rienana

Dans le bassin de la Rienana, les anciennes alluvions grossières sont peu développées.

Un lambeau très caractéristique est certes visible sur la moyenne Malamavato, à l'ouest d'Anivorano. Sous un remblaiement argileux rougeâtre, boulders et galets sont, comme d'habitude, très altérés. Sans doute ce lambeau prolonge-t-il lui aussi une « coulée » de blocs. Sur la basse Malamavato, des alluvions inactuelles sont dégagées aux coudes de la rivière. S'il n'a pas été possible de débrouiller d'une manière satisfaisante ces alluvions très diverses qui jalonnent un réseau de chenaux, certains graviers perchés à 3-4 m au-dessus du lit, profondément altérés et parfois légèrement consolidés, sont cependant rapprochés des anciennes alluvions signalées en amont.

Dans la vallée de la Rienana même, il existe à une dizaine de mètres au-dessus des basses eaux plusieurs lambeaux de haute terrasse. Sous le remblaiement fin, d'anciennes alluvions de quelque importance ne sont cependant visibles que d'une manière exceptionnelle. Elles n'ont pas été observées entre Maroteza et Ianana. C'est à une centaine de mètres en aval du confluent d'Ianana que le slumping de la berge permet d'observer, 3-4 m au-dessus des basses eaux, sur un granite altéré, un liseré de graviers surtout quartzeux, masqués par 3-4 m d'un remblaiement fin jaune. C'est surtout en aval du confluent de la Malamavato qu'apparaissent les anciennes alluvions.

En amont de Vohiboreka, sur la rive gauche, on note, 1 m au-dessus des basses eaux, un mélange de boulders et de galets sous l'habituel remblaiement jaune. En amont d'Enosy, sur la rive gauche encore, slumping et sapement exposent sur une centaine de mètres de beaux graviers irrégulièrement développés dont la base est parfois visible, parfois noyée, et dont l'épaisseur atteint 1,50 m. En amont d'Enosy encore, sur la rive droite, un chenal passant sous l'eau est comblé par des graviers remarquablement classés; gros graviers de fond, lits de graviers et de gravillons parfaitement calibrés, épais de 0,50 à 1,50 m. A noter parmi les galets de quartz la présence de galets de roches basiques complètement pourris. Ces coupes font songer aux anciennes alluvions de la Matitanana et de la Maintimbahatra aux environs d'Ankarimbelo. Au-delà, jusqu'au coude d'Antodia, il n'a été vu rien de net. Il est frappant de constater que les alluvions grossières anciennes de quelque importance ne sont visibles que sur un bref tronçon de la Rienana. Est-il possible de rapprocher cette répartition de l'importance des apports de la Malamavato ? A son confluent, il semble en effet exister un cône que caractériserait l'imbrication de matériaux de la Malamavato, très grossiers, riches en boulders, et d'apports longitudinaux plus menus, surtout quartzeux.

#### B. ALLUVIONS RÉCENTES ET BASSES TERRASSES

Le remaniement du remblaiement des hautes vallées et des anciennes alluvions qui le prolongent contribue à alimenter une nouvelle génération d'alluvions formant des terrasses hautes de quelques mètres seulement.

Nous ne nous étendrons pas sur cette nappe encore mal définie. Qu'il nous suffise de signaler qu'elle présente un développement remarquable sur la Manama. Dans le cirque même, des cailloutis épais de 1 à 3 m, masqués par 1-2 m de recouvrement, occupent les élargissements de la vallée et forment en particulier de nombreuses îles. Généralement boisés, ces matériaux sont bien distincts des apports de crue. Les graviers sont le plus souvent formés de galets sains. Le recouvrement est parfois jaune, mais jamais rougeâtre.

Il est cependant malaisé d'individualiser la basse terrasse à la sortie du cirque de la Manama. D'une manière remarquable, les coupes du bief de Marozahitra permettent cependant d'observer son emboîtement dans la haute terrasse. Les graviers inactuels visibles sur l'Iharanila en aval des cascades, sur la piste Ankarimbelo-Ambahaka, sur la Sahafina, en particulier à



Ivohena et Mafiango, et sur la Vondrozo, en aval de la piste Voamboana-Mahavelo, se rattachent à la basse terrasse.

### PERSPECTIVES

Prolongé sur quelque distance par une nappe d'alluvions grossières, un remblaiement chaotique donne un cachet quelque peu surprenant aux vallées d'un tronçon certes original de la falaise orientale de Madagascar.

Episode insoupçonné de l'évolution d'une montagne inter-tropicale mal connue, les coulées contrôlent dans une large mesure l'évolution actuelle des hauts bassins dont les torrents se distinguent par une remarquable inadaptation. Cette inadaptation est telle qu'elle fait songer à un épisode relativement récent sans qu'il soit encore possible de le situer avec quelque précision, faute de connaître les étapes précédentes. De même il est malaisé de définir les événements climatiques ou tectoniques responsables de la formation des « coulées », d'autant plus que les plus belles d'entre elles sont alimentées par des roches fragiles.

Il est permis de beaucoup attendre d'une enquête qui reprendrait des observations trop rapides faites dans la région de la Manama et multiplierait les contrôles au Sud et au Nord, comme nous avons commencé à le faire de façon hâtive.

## SUMMARY

This paper is the second part of « notes de géomorphologie malgache », the first part of which appeared in N° 7 of Madagascar, Revue de Géographie, Juillet-Décembre 1965, p. 63-91, and dealt with recent detrital formations of Savazy and Sakoa Rivers.

In the present paper, Jean Vogt studies the detrital formations associated with the eastern cliff of Madagascar. He shows their peculiar features in the area lying between Matitanana and Rienana Rivers. Accumulations of very coarse material in the upper valleys cannot be explained by lithology. Rivers with steep gradients are to point to older morpho-climatic conditions which have now disappeared in this rain forest region.

At 300 km to the North, roughly similar detrital formations may be seen in the Mangoro River catchment.

Jean Vogt thinks that accurate studies to be carried on along the escarpment could be of wide interest.

## RESUME

Cet article constitue la deuxième partie des « notes de géomorphologie malgache » dont la publication a commencé avec le N° 7 de Madagascar, Revue de Géographie (juillet-décembre 1965), p. 63-91.

Après avoir étudié les formations détritiques récentes de la Savazy et de la Sakoa, Jean Vogt traite ici des formations détritiques de la falaise orientale de Madagascar. Il en souligne l'originalité dans le secteur compris entre les rivières Matitanana et Rienana. La nature des roches ne suffit pas à expliquer l'importance des accumulations de matériel très grossier dans les hautes vallées. L'inadaptation des torrents semble indiquer des conditions de dépôt différentes des données morpho-climatiques régnant actuellement dans cette région de forêt dense.

Des formations détritiques à première vue comparables sont visibles dans le bassin du Mangoro, 300 km plus au Nord.

Jean Vogt pose les problèmes soulignant l'intérêt que pourraient avoir des études systématiques tout au long de la falaise.