

**LES CARACTERES MORPHOLOGIQUES
DU SECTEUR LITTORAL
COMPRIS ENTRE FOULPOINTE ET MAROANTSETRA**

par R. BATTISTINI

Long de 250 kilomètres à vol d'oiseau, le secteur littoral compris entre Foulpointe et Maroantsetra n'a encore fait l'objet d'aucune étude morphologique. Nous en avons effectué une reconnaissance au cours de deux courtes missions, l'une de quatre jours en novembre 1962, l'autre de huit jours en octobre 1963 : aussi la présente étude n'a-t-elle d'autre but que de présenter un premier inventaire des formes et des dépôts.

L'essentiel de la documentation sur ce secteur littoral est d'ordre géologique, et consiste en une série de notices des cartes géologiques au 1/100 000^e qui couvrent l'ensemble de la région étudiée (1). La carte topographique définitive au 1/100 000^e n'existe que dans la partie méridionale (2) ; pour la partie centrale et septentrionale on possède seulement des fonds planimétriques provisoires au 1/100 000^e (3), incomplets

(1) J. AUROUZE (1951), « Etude géologique des feuilles Marotandrano et Mananara », 49 p., *T.B.G.*, n° 21 ; — H. DE LA ROCHE (1951), « Etude géologique des feuilles Mandritsara et Maroantsetra », 47 p., *T.B.G.*, n° 26 ; — J. AUROUZE (1952), « Etude géologique des feuilles Vavatenina et Fenerive », 91 p., *T.B.G.*, n° 30 ; — P. BUSSIÈRE (1959), « Etude géologique des feuilles Vavatenina-Fenerive », 22 p., *T.B.G.*, n° 90 ; — O. DOTTIN (1960), « Etude géologique des feuilles Marovoara-Mananara », 36 p., *T.B.G.*, n° 96 ; — G. HOTTIN (1960), « Etude géologique et prospection des feuilles Antenina, Manompana et Antanambe », *T.B.G.*, n° 97 ; — J. MARCHAL (1960), « Etude géologique et prospection des feuilles Antara, Ampasimbe, Sonierana-Ivongo », *T.B.G.*, n° 100 ; — M. RANTOANINA (1960), « Etude géologique et prospection des feuilles Beanana-Rantabe », *T.B.G.*, n° 99 ; — J. BEHIER (1954), « Etude des minéralisations des sables de plage de Madagascar », *T.B.G.*, n° 55.

(2) Feuilles au 1/100 000^e topographiques de Foulpointe (V-44) et Fenerive (V-43).

(3) Cartes provisoires (fonds planimétriques) au 1/100 000^e de Mahalevona (X-38), Maroantsetra (W-39), Rantabe (W-39), Mananara (WX-40), Antanambe (X-41), Manompana (W-41), et Soanierana-Ivongo (W-42).

du fait des nuages qui couvraient partiellement l'intérieur au moment de la prise des photographies aériennes verticales ayant servi à leur établissement. La couverture photographique aérienne verticale au 1/45 000^e environ est bonne le long du littoral ; il existe de plus une couverture au 1/15 000^e des environs de Foulpointe, de Mananara, et de la plaine de Maroantsetra.

Alors que le tracé de la ligne de rivage est quasi rectiligne sur 800 kilomètres entre Sainte-Luce, au Nord de Fort-Dauphin, et Foulpointe, à partir de Foulpointe, vers le Nord, ce tracé devient très irrégulier, avec de nombreux redans. Les sédiments crétacés cessent d'affleurer sur la plaine côtière à partir de Vohitsara, entre Tamatave et Foulpointe. A partir de Mahambo, entre Foulpointe et Fénérive, la frange de sables quaternaires s'amincit aussi et disparaît localement, la zone des basses collines gneissiques venant, entre Mahambo et Fénérive, jusqu'à la mer. Au lieu de la côte basse et uniformément sableuse qui se suit sans solution de continuité sur 900 kilomètres plus au Sud, nous observons, au Nord de Mahambo, un littoral beaucoup plus varié où des secteurs de côte rocheuse, parfois élevée, alternent avec des secteurs de côte basse où affleurent des sables littoraux quaternaires.

Une douzaine de rivières importantes aboutissent à la mer entre Foulpointe et le fond de la baie d'Antongil (il y a 13 bacs entre Foulpointe et Maroantsetra). Nous citerons seulement en partant du Sud l'Onibe, le Maningory, exutoire du lac Alaotra, la Soanianina, l'Onive, la Mananara et, au fond de la baie d'Antongil, l'Antanambalana. Comme sur toute la Côte Est, battue par la grande houle d'alizé génératrice d'une puissante dérive littorale, les rivières éprouvent une certaine difficulté à rejoindre la mer et à franchir le barrage du cordon littoral. Dans de nombreux cas il se forme une lagune d'embouchure plus ou moins étendue en arrière du cordon. Les eaux fluviales franchissent le cordon par une passe étroite, sujette à de fréquents remaniements, et où règne un courant violent. L'alimentation est généralement suffisante pour entretenir ces passes même durant la saison sèche, très atténuée sur la Côte Est (il tombe 2728 mm. de pluie dans l'année à Fénérive, dont 893 mm. de mai à octobre, et 3718 mm. à Maroantsetra, qui est la station la plus arrosée de Madagascar, dont 1273 de juin à novembre).

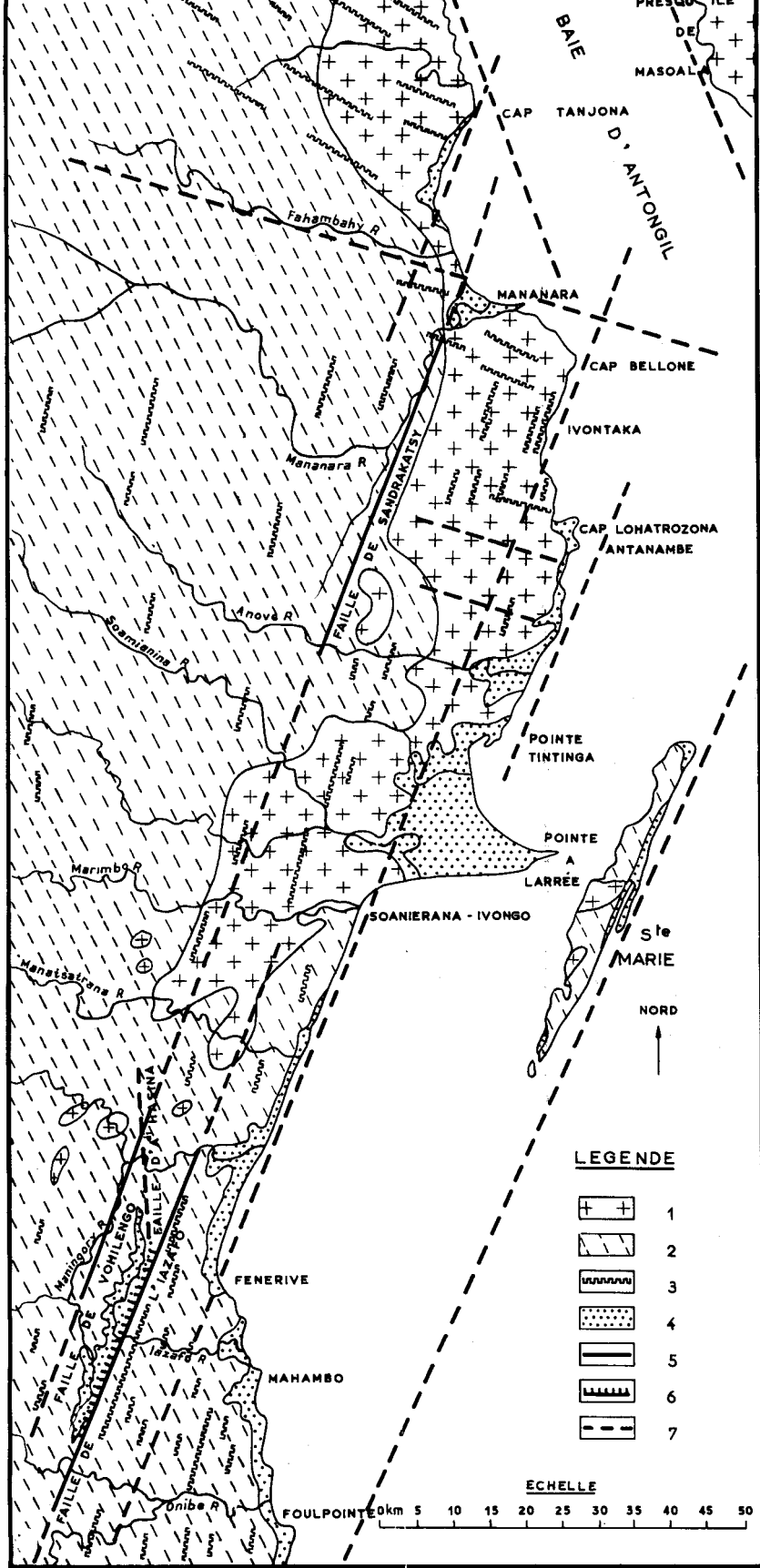









Figure 1. — Croquis structural de la région littorale comprise entre Foulpointe et la baie d'Antongil.

- 1) granite d'Antongil,
- 2) micaschistes et migmatites,
- 3) filons doléritiques,
- 4) sédiments quaternaires,
- 5) faille,
- 6) escarpement de faille,
- 7) faille probable.

LEGENDE

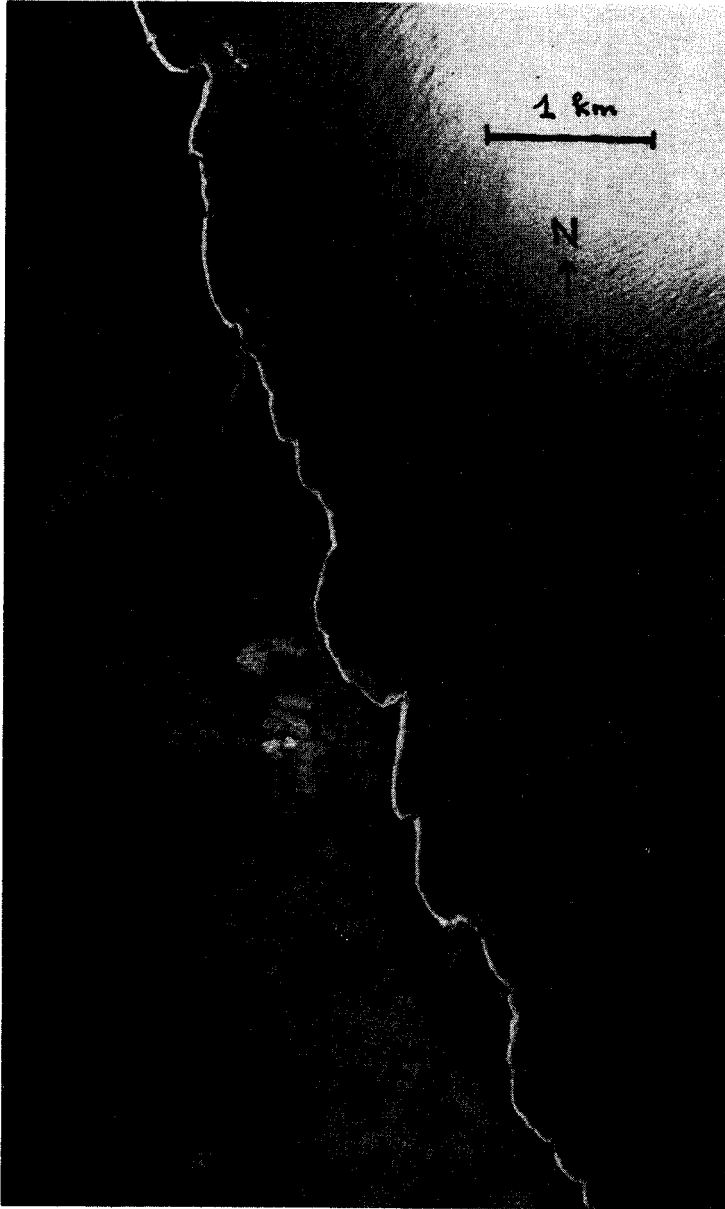
- | | |
|---|---|
|  | 1 |
|  | 2 |
|  | 3 |
|  | 4 |
|  | 5 |
|  | 6 |
|  | 7 |

ECHELLE

0km 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50



1) Le littoral granitique près de Rantabe. Au premier plan, boules de migmatites granitoïdes dégagées de la latérite.



2) La côte à petits redans structuraux entre Rantabe et Maintimbato.
Photographie aérienne verticale du Service Géographique de Madagascar.



**I. — Les secteurs de côte élevée
et le rôle de la structure lithologique
dans le tracé de la ligne de rivage**

Une côte élevée, frangée généralement de nombreux écueils dans les roches du socle précambrien, s'observe :

- 1) sur quelques kilomètres immédiatement au Sud de Féné-rive ;
- 2) en divers points du secteur littoral, long de 20 kilomètres, compris entre Anjahambe et Sonierana-Ivongo ;
- 3) entre Antanambe et Mananara, sur une trentaine de kilo-mètres. L'Ivontaka et le cap Bellone offrent des paysages de côte élevée caractéristiques et parmi les plus beaux de Mada-gascar ;
- 4) entre le cap Tanjona et Nandrasana, sur environ 35 kilo-mètres.

Au Sud de Sonierana Ivongo le socle précambrien est consti-tué par des micaschistes migmatitisés, truffés par un grand nombre de filons de dolérites d'orientation SSW-NNE. Au Nord de Sonierana Ivongo, ce sont les granites d'Antongil qui affleurent le long du rivage, toujours truffés par des filons de dolérite d'orientation SSW-NNE jusqu'à Antanambe, puis d'orientation WNW-ESE plus au Nord, en particulier dans la région du cap Tanjona et de Rantabe où les filons ayant cette orientation deviennent très nombreux.

Comme tout au long de la Côte Est, les collines de la région littorale présentent une subégalité d'altitude frappante dans une même région. L'examen des photographies aériennes, et un survol à altitude moyenne, suggèrent qu'elles résultent de la dissection de plusieurs surfaces d'érosion anciennes qui ont nivelé le socle, les plus basses plus près de la côte, les plus élevées davantage dans l'intérieur.

Les régions d'affleurement des granites d'Antongil n'ont pas échappé à cette évolution. On remarque toutefois que la zone des collines d'altitude moyenne (250 à 600 m.) vient par en-droits jusqu'au littoral, comme si les basses surfaces n'avaient pas mordu, ici, aussi largement que dans les micaschistes migmatitiques.

Partout la roche est profondément altérée. Dans les granites cette altération est toutefois très inégale. On constate, dans les tranchées de route, qu'en certains endroits la roche saine

arrive presque jusqu'à la surface, tandis qu'en d'autres endroits la latéritisation a dû se faire sur une dizaine de mètres au moins, et sûrement davantage. Etant donné qu'il s'agit de granites migmatitiques, lités, on peut supposer que ces différences sont liées à l'aspect plus ou moins massif des bancs ou à des différences dans la diaclasation. Les filons de roches basiques apparaissent plus uniformément résistants à l'altération : la roche saine apparaît souvent dans les tranchées ; sur l'estran les filons doléritiques sont dégagés des granites encaissants plus profondément altérés. A l'intérieur, les filons de roches basiques donnent de beaux reliefs allongés qui se suivent sur plusieurs kilomètres, dominant le fouillis des basses collines latéritiques dans les migmatites (voir la photographie aérienne verticale n° 083 de la mission W 39-W 42).

Malgré la vigueur du relief baigné dans certains secteurs directement par la mer (246 m. d'altitude à 1 km. de la ligne de rivage au Nord de Rantabe; plus de 200 m., mesurés au baromètre, à 500 m. de la ligne de rivage au cap Bellone ; 350 m. à 1,2 km. de la ligne de rivage, au Sud de Sahasoa), malgré aussi la profonde altération des roches, les formes marines séquentielles sont très peu développées. Ce que l'on observe, ce sont de fausses falaises, les pentes des collines dominant la mer, couvertes généralement de forêt, se continuant jusqu'au niveau des plages sans qu'apparaisse aucune entaille marine appréciable du manteau latéritique. L'estran est seulement jonché d'énormes blocs dégagés de la latérite, chicots irréguliers dans les micaschistes, boules rayées de cannelures de corrosion sur la côte granitique.

Cette morphologie se retrouve dans l'île de Nosy Mangabe, qui est une île granitique élevée entièrement couverte de forêt : malgré des pentes de 35 à 40 degrés descendant jusqu'à la mer, on n'y observe pas l'entaille de véritables falaises. La côte occidentale de la presqu'île de Masoala, que nous avons seulement vue d'avion, semble présenter les mêmes caractères.

Les nombreux petits redans de quelques centaines de mètres à un kilomètre d'amplitude du secteur cap Tanjona-Nandrahana semblent pouvoir s'expliquer par la lithologie. Ils sont tous rocheux, certains se prolongeant en mer par un semis d'écueils soit granitiques, soit de roches filoniennes basiques.

Entre Mahambo et Fénériver, les filons de dolérite dégagés par la mer sont aussi à l'origine de multiples irrégularités mineures du dessin de la ligne de rivage qui s'expliquent par l'érosion différentielle. Ces filons se prolongent en mer souvent sur plusieurs centaines de mètres, parfois plus d'un kilomètre, par des alignements d'écueils (les plus beaux se trouvent juste

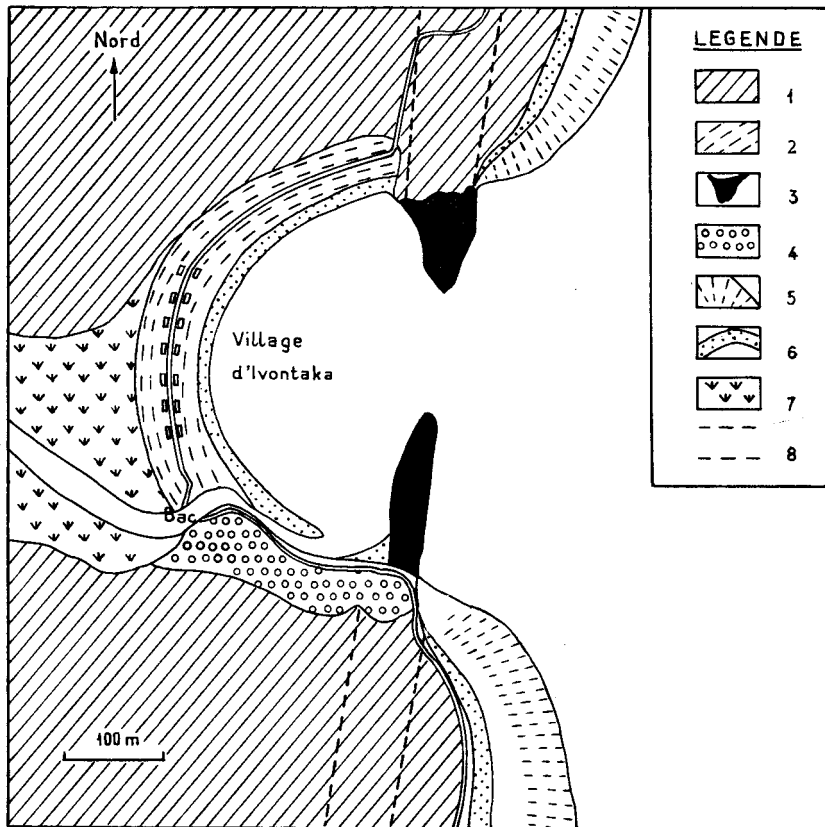


Figure 2. — *L'anse d'Ivontaka.*

- 1) collines latéritiques couvertes par la forêt,
- 2) cordon sableux,
- 3) basalte sain dégagé, dans la zone intertidale et un peu au-dessus, du manteau latéritique,
- 4) plage soulevée du haut niveau, entre 6 et 12 mètres,
- 5) plature corallienne,
- 6) plage sableuse actuelle,
- 7) marécage sur alluvions fluviales récentes,
- 8) limites du filon basaltique.

en face de Fénériver, et à l'Est d'Antsikofoka). L'anse d'Ivontaka doit sa forme très particulière, à goulet étroit, à l'existence d'un gros filon de dolérite en saillie, d'une quarantaine de mètres d'épaisseur, qui en barre presque complètement l'entrée (fig. 2).

II. — Le rôle de la tectonique

La direction SSW-NNE, ou direction « Côte Est », soulignée par des centaines de filons de dolérite probablement d'âge crétacé supérieur, commande le tracé général du rivage au Sud du cap Tanjona. Il est probable que l'île Sainte-Marie, ainsi que le suggère A. Guilcher (4), représente la partie haute d'un bloc monoclinale entre deux failles de regard oriental, la première commandant le tracé du littoral au Sud de Foulpointe, et se prolongeant le long de la côte orientale de l'île, la seconde commandant le tracé du littoral au Nord de Fénériver (fig. 1).

À l'Ouest de ces deux failles il en existe deux autres, de même direction, les failles de l'Iazafo et de Vohilengo, soulignées par des venues de quartz. La faille de l'Iazafo, de regard occidental, détermine l'existence d'un petit bassin tectonique monoclinale, le bassin de Nosibe, remblayé par les rivières Iazafo et Mananonaka, est dominé à l'Est par un magnifique escarpement de faille qui se suit sur 20 kilomètres.

La direction tectonique Nord-Sud est représentée par la faille d'Ambodihassina, soulignée aussi par des venues de quartz. Cette direction est celle, rappelons-le, des failles quaternaires de la partie orientale et centrale de la dépression du Mangoro.

La baie d'Antongil est généralement considérée elle-même comme un graben plus ou moins complexe entre des failles de direction NNW-SSE (direction dite « Bongo-Lava »). Selon J. de Saint-Ours (5) ce graben serait la partie méridionale d'une très importante zone de faiblesse tectonique traversant tout l'Extrême Nord de Madagascar, et jalonnée par le fossé du moyen Sambirano, ainsi que par les cuvettes alluviales, les épanchements basaltiques récents et les pointements phonolitiques de l'Ankaizina.

(4) A. GUILCHER (1954), « Madagascar, géographie régionale », Cours de Sorbonne, publié par le C.D.U., p. 89.

(5) J. DE SAINT-OURS (1958), *Etudes géologiques dans l'Extrême-Nord de Madagascar et l'archipel des Comores*, thèse, p. 203.

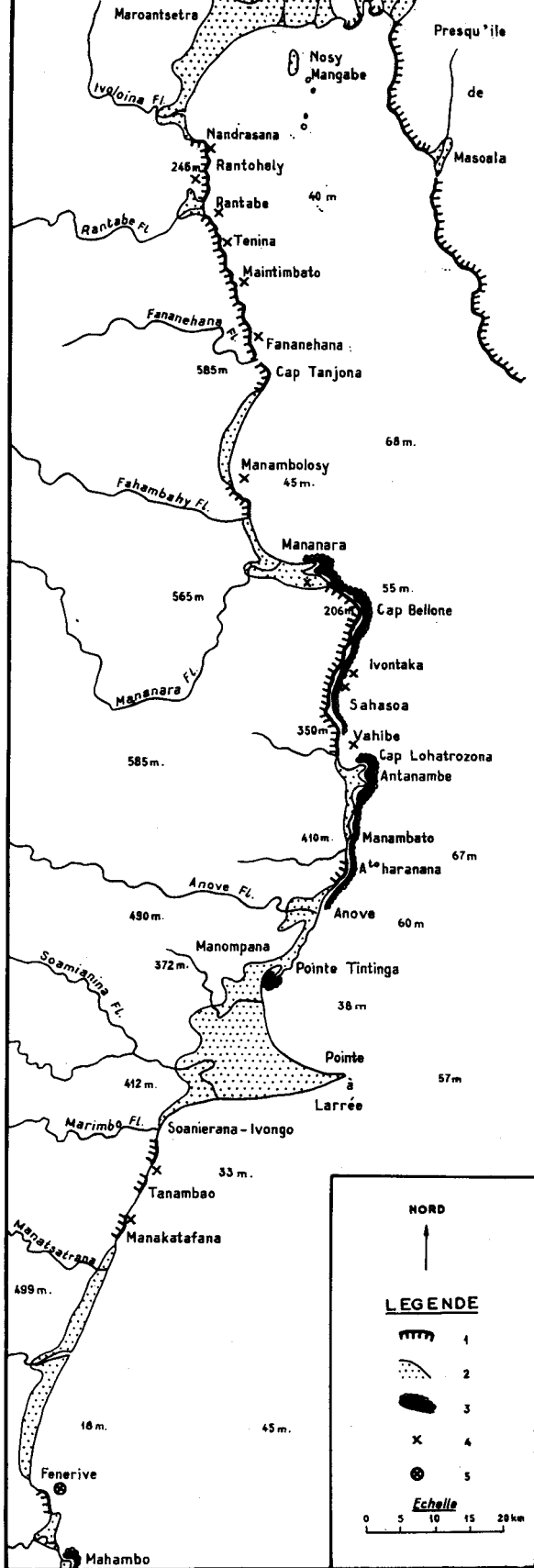


Figure 3. — Croquis morphologique du secteur littoral compris entre Mahambo et Maroantsetra.

- 1) côte élevée rocheuse,
- 2) côte basse en avant d'une plaine littorale,
- 3) récif corallien,
- 4) principaux affleurements des sables marins anciens du haut niveau,
- 5) corail flandrien entre 90 cm. et 1,3 m. au dessus du niveau supérieur actuel de croissance du corail.

Enfin, une quatrième direction est la direction NW-SE, distincte de la direction « Bongo Lava », soulignée par les venues doléritiques et gabbroïques de la région du cap Tanjona. Cette direction tectonique pourrait être à l'origine de certains redans majeurs comme celui du cap Bellone.

La conception à laquelle on parvient est celle d'une mosaïque de blocs dont certains au moins ont dû rejouer, semble-t-il, jusqu'à une époque récente, si l'on en juge par la fraîcheur de l'escarpement de l'Iazafo.

En résumé, on peut dire qu'au Sud du cap Tanjona la direction tectonique la plus importante est la direction « Côte Est », à laquelle correspond une série de blocs allongés et étroits déterminant, par un système de relais avec redans, sans doute en fonction de failles transversales, le tracé général de la ligne de rivage. Au Nord du cap Tanjona le tracé de la ligne de rivage serait déterminé par une tectonique de direction « Bongo Lava », sur le bord occidental du graben de la baie d'Antongil.

III. — Les récifs coralliens

Peu d'observations ont été faites sur les récifs coralliens de cette région en dehors de celles de A. Voeltzkow (6), reprises en 1958 par A. Guilcher (7).

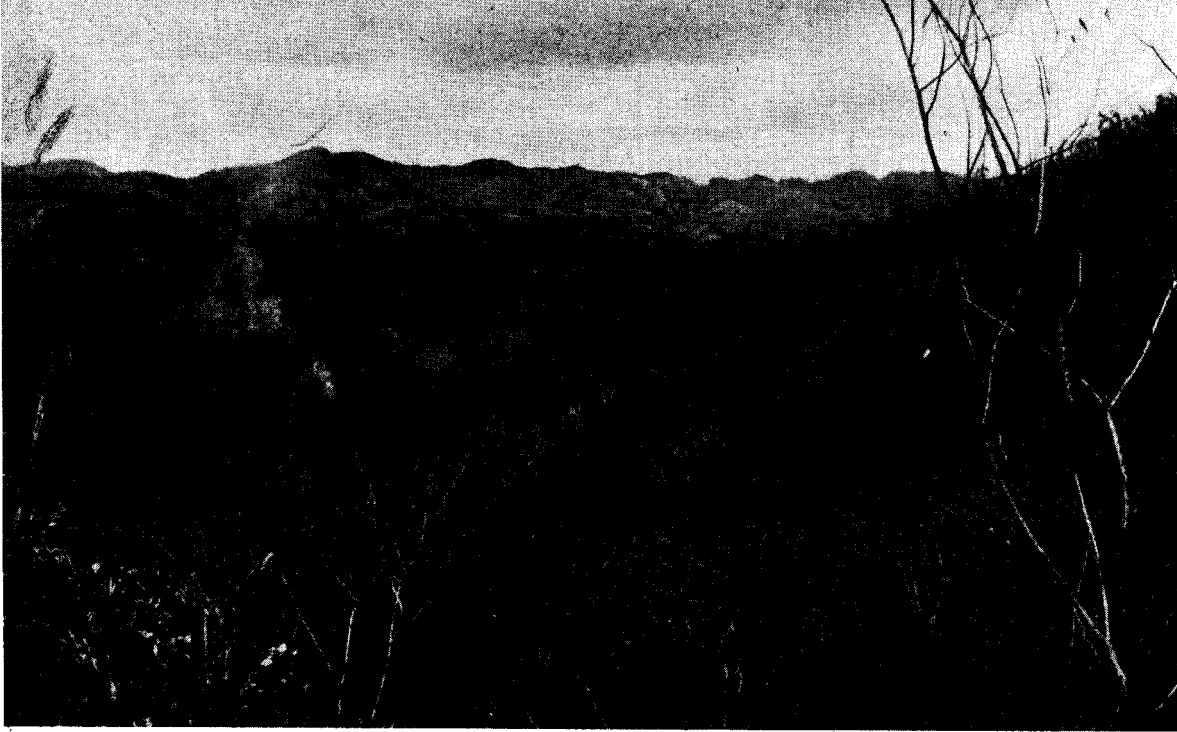
Cette côte présente une succession de secteurs coralliens, alternant avec des secteurs non coralliens, sans que l'on puisse toujours comprendre les raisons de la présence ou de l'absence du corail en tel ou tel endroit.

Au Nord de Mananara, c'est-à-dire dans la baie d'Antongil, il n'y a pas de récifs coralliens. Le corail commence à Mananara, où il existe un beau récif frangeant qui atteint par endroits, jusqu'au cap Bellone, plus d'un kilomètre de largeur, et se continue tout au long de la côte rocheuse élevée de l'Ivontaka jusqu'au Sud de Sahasoa, en devenant toutefois beaucoup plus étroit (quelques centaines de mètres au maximum).

Les trois îlots de Nosy Atafana, à 2 kilomètres au large en face du littoral de l'Ivontaka, sont des îles basses sableuses posées sur un bel élément de plature corallienne de 1,500 km. sur

(6) A. VOELTZKOW (1904-1905), « Berichte über eine Reise nach Ost-Africa zur Untersuchung der Bildung und der Aufbancs der Riffe und Inseln des westlichen Indischen Ozeans », VI, *Madagaskar*.

(7) A. GUILCHER (1958), « Mise au point sur la géomorphologie des récifs coralliens de Madagascar et dépendances », *Mémoires de l'I.R.S.M.*, série F, t. II, p. 91-115.



3) Paysage de basses collines latéritiques couvertes par une savoka à bambous, au Sud-Ouest de Fénérive.

4) Le récif, le port et la ville de Tamatave. Cliché Service Général de l'Information de Madagascar.





5) La lagune d'embouchure de la rivière Marimbona, et l'agglomération de Sonierana-Ivongo (au Sud de la lagune). Au Sud de Sonierana-Ivongo, côte rocheuse moyennement élevée en avant d'une région de basses collines latéritiques boisées. Au Nord, côte basse sableuse.

Photographie aérienne verticale du Service Géographique de Madagascar, mission W 39-W 42, n° 144.

1 kilomètre. Nous les avons seulement observés de Menatany. L'îlot oriental est dominé par quelques rochers qui semblent appartenir au socle précambrien, auquel serait accroché le récif.

Après une courte interruption dans la baie de Vohibe, il existe un magnifique récif au cap Lohatrozona, en face d'Antanambe (voir la photographie aérienne verticale) ; très florissant, ce récif est séparé de la côte par des profondeurs d'une dizaine de mètres, le lagon contenant lui-même un grand nombre de gros massifs de corail vivant. Cette disposition ne dépasse par Mandresy vers le Sud, et au delà, sur 15 kilomètres, jusqu'au Nord d'Anove, nous retrouvons un étroit récif frangeant, présent aussi en face de Vatobe et d'Ambalandrafia.

La baie de Manompana est encombrée par de vastes éléments de plature corallienne, dont l'une sert de socle à la flèche sableuse à crochets de la pointe Tintinga. A côté de ces platurs il existe dans la baie un grand nombre de massifs de corail isolés de plus petite taille.

Au Sud de la baie de Manompana il n'existe plus de récifs coralliens sur près de 100 kilomètres jusqu'à Mahambo, le long de la pointe à Larrée, et de part et d'autre de Sonierana-Ivongo et de Fénériver.

Les petits éléments de plature corallienne de la pointe de Mahambo et le beau récif de Foulpointe sont les derniers éléments coralliens de type frangeant en allant vers le Sud. En effet il n'y a plus, au delà, d'éléments récifaux de ce type, mais seulement des récifs isolés en mer comme celui de l'île aux Prunes, le Grand Récif de Tamatave, Nosy Faho, Nosy Dombala et Nosy Fonga. Le récif sur lequel s'appuient le port et la ville de Tamatave était aussi jadis isolé de la côte, mais il a été rattaché à la terre ferme par une construction en forme de tombolo.

La zonation des récifs a été examinée à Mananara, à Ambatoharana au Sud d'Antanambe, et à Foulpointe. En face d'Ambatoharana le récif frangeant atteint environ 300 mètres de largeur. Le chenal d'embarcations, profond d'environ 70 centimètres, contient très peu d'herbier, à l'exception d'une étroite bande immédiatement sous la plage, et seulement quelques rares têtes de corail vivant de forme massive (Porites). Du côté externe on passe progressivement, à travers une zone de témoins de corail mort taraudés séparés par des taches sableuses, à la plature corallienne proprement dite couverte par un tapis d'algues brunes (Turbinaria), de plus en plus dense vers la zone des grands déferlements. On voit très peu de corail

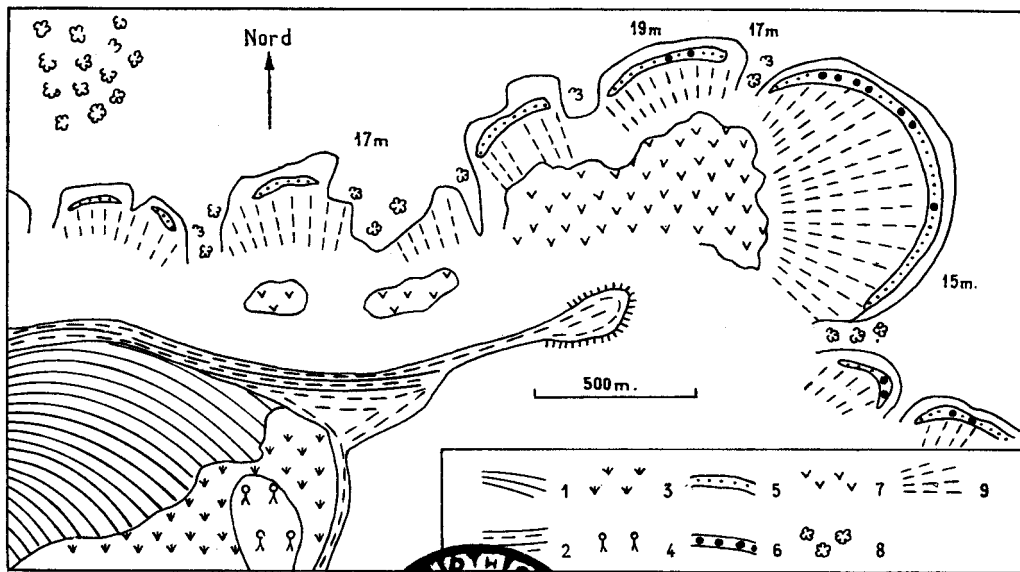


Figure 4. — Le réctif ~~coastal~~ et la flèche de Mananara.

- 1) crêtes de plage anciennes de sable blanc décalcifié,
- 2) crêtes de plage récentes de sable corallien,
- 3) alluvions sablo-argileuses généralement marécageuses,
- 4) mangrove,
- 5) crête détritique externe,
- 6) têtes de nègre de très grande taille sur la crête détritique externe,
- 7) herbier,
- 8) gros massifs de corail vivant sur fond de sable,
- 9) plature de corail mort.

vivant (touffes branchues isolées d'Acropora) dans les déferlements. On remarque l'absence d'une véritable crête détritique.

En face de Mananara (fig. 4) l'absence presque complète d'herbier est aussi l'une des caractéristiques du récif frangeant. Le chenal d'embarcations est encombré, principalement du côté externe, par de multiples témoins taraudés de corail mort qui subaffleurent. Ce qui émerge surtout du récif, à marée basse, c'est une superbe levée détritique de blocs de taille moyenne, surmontée par une douzaine d'énormes têtes de nègres non enracinées (l'une mesure 2,25 m. de haut sur 4 m. de longueur). Du côté externe, dans les grands déferlements, on n'observe quasiment pas, sur la plature, de corail vivant (seulement de rares touffes branchues de taille centimétrique). Il n'y a pas de disposition rainurée apparente. Dans les passes profondes qui coupent le récif il existe toutefois d'énormes massifs vivants sur fond de sable. L'examen en bateau de la retombée externe du récif montre une chute très brutale, parfois en encorbellement, tapissée de corail vivant massif, sur des fonds sableux d'une dizaine de mètres et par endroit, semble-t-il, davantage.

Le récif de Foulpointe, qui est aussi du type frangeant, présente une zonation comparable, avec toutefois un plus grand développement de l'herbier et davantage de corail vivant sur la partie externe battue de la plature corallienne. Son originalité réside surtout dans sa position à l'extrémité d'une pointe, et dans son drainage par un chenal aboutissant sous le vent de la pointe, et de plus en plus profond vers le Nord.

Nous avons découvert à Fénériverne un témoin d'une ancienne plature corallienne flandrienne, à une centaine de mètres au Nord de la piscine, à mi-hauteur de la plage. Il s'agit de corail massif en place, situé entre 90 centimètres et 1,3 mètres au-dessus du niveau supérieur actuel de croissance du corail. Ce témoin d'un haut niveau marin flandrien est à mettre en parallèle avec l'ancien récif d'Itampolo, qui se trouve un peu plus bas, avec l'encoche de corrosion fossile supérieure de la baie des Galions, dans l'Extrême-Sud de Madagascar, dont l'âge est de 2250 ans \pm 420 ans (8), et avec les encoches superposées dans les calcaires éocènes du Nord-Est de l'île d'Antanimora,

(8) R. BATTISTINI (1959), « Note sur l'existence d'encoches fossiles de corrosion marine dans la baie des Galions (Extrême-Sud de Madagascar) et sur les variations récentes du niveau de la mer », *Mémoires de l'I.R.S.M.*, série F, t. II, p. 79-87.

R. BATTISTINI (1963), « L'âge absolu de l'encoche de corrosion marine flandrienne de 1-1,3 m. de la baie des Galions (Extrême-Sud de Madagascar), *Comptes rendus sommaires de la Société Géologique de France*, séance du 21 janvier, p. 16.

l'une des îles Radama, dans le Nord-Ouest de Madagascar (9). Il serait intéressant de faire mesurer l'âge absolu de ce corail ancien par la méthode dite du radiocarbone. Nous en avons pour cela prélevé des échantillons.

IV. — Les accumulations littorales

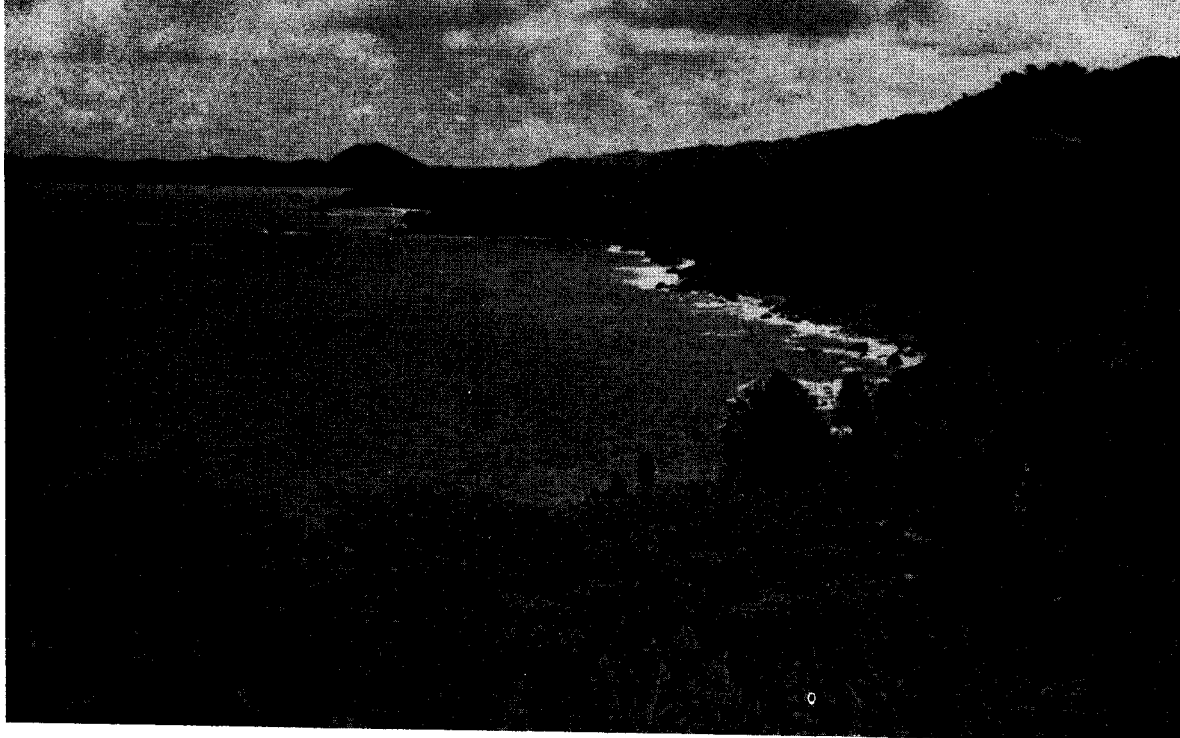
1° *Les sables anciens rubéfiés*

Il existe presque tout le long du littoral, en position interne dans les secteurs de côte basse, et constituant une banquette discontinue accrochée aux pentes là où le relief de collines latéritiques atteint la mer, des lambeaux d'une ancienne terrasse marine montant jusqu'à 10 mètres et même localement 15 mètres d'altitude. Il s'agit de sables quartzeux très bien triés, de couleur jaune foncé à rougeâtre, complètement décalcifiés, et consolidés par endroits en un grès ferrugineux marron relativement tendre (terrasse de 7 — 8 m. portant le village de Rantabe) ou violet et très dur (à 6 m. d'altitude, 2 km. au Sud du bac d'Anove).

La régularité d'altitude de la terrasse ancienne dans un même secteur porte à penser qu'il s'agit uniquement d'anciennes crêtes de plage, à morphologie complètement oblitérée, et non de dunes. Il en émerge par endroits d'énormes blocs rocheux, comme à Maintimbato où la terrasse est entre 6 et 8 mètres, qui sont sans aucun doute d'anciens écueils dégagés de la latérite par la mer ancienne en avant d'une falaise morte souvent encore bien reconnaissable.

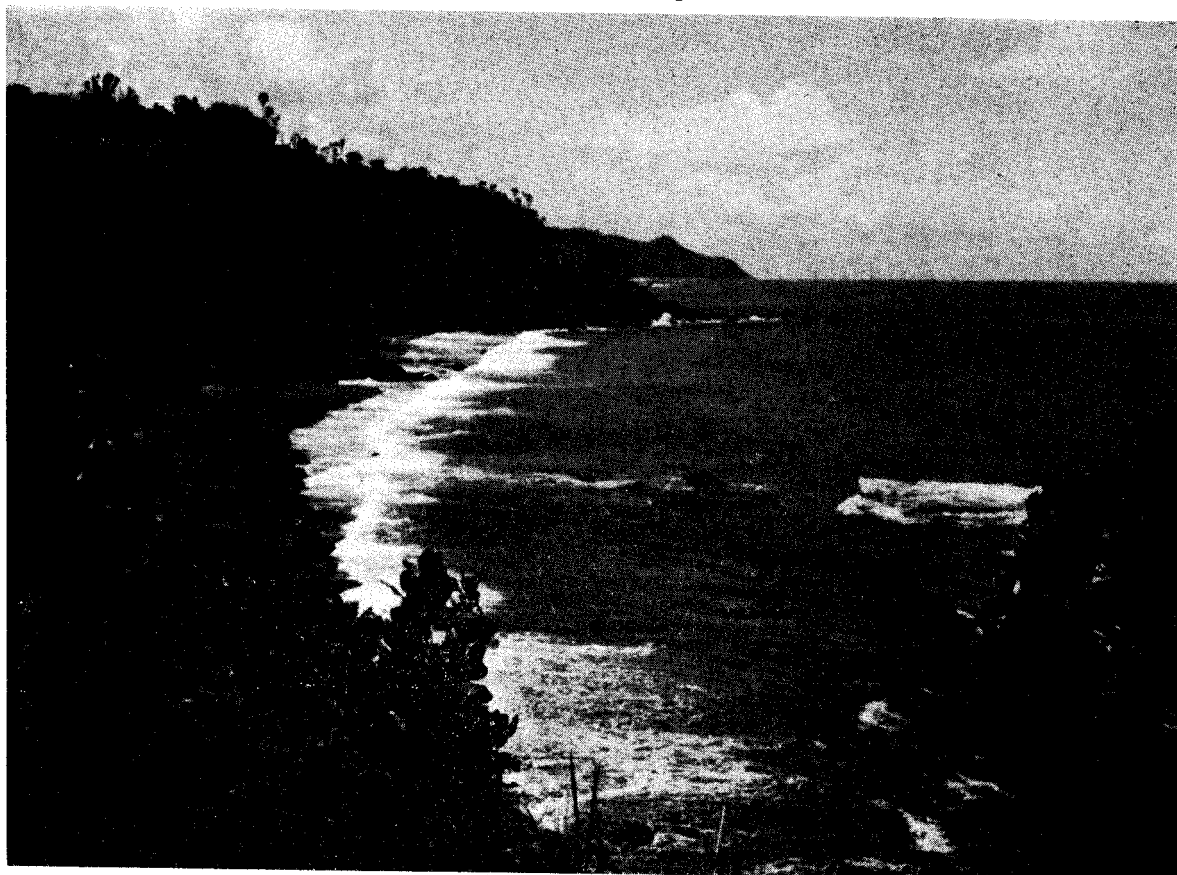
En général ces sables marins anciens montent jusqu'à 6 ou 7 mètres d'altitude : ainsi à Maintimbato, à Rantabe, à Tenina, à Vahibe, à Vatobe, etc. Ils sont découpés en lambeaux de terrasse souvent très réguliers. En certains endroits les mesures barométriques indiquent toutefois une altitude légèrement supérieure : ainsi les témoins de sables anciens marins de Rantohotely, au Nord de Rantabe, atteignent 12 à 15 mètres d'altitude ; de même au Sud de Sahasoa des sables jaunes très bien triés, d'allure marine indiscutable (échantillon n° 16), montent au moins jusqu'à une douzaine de mètres. Il n'est pas impossible que ces différences d'altitude, quoique minimales, traduisent une légère déformation de l'ancienne terrasse marine.

(9) A. GUILCHER, L. BERTHOIS, R. BATTISTINI et P. FOURMANOIR (1958), « Les récifs coralliens des îles Radama et de la baie Ramanetaka (côte nord-ouest de Madagascar), étude morphologique et sédimentologique », *Mémoires de l'I.R.S.M.*, série F, t. II, p. 147.



6) La côte élevée du secteur de l'Ivontaka, aux environs de Menatany.
Vue vers le Sud et vers le cap Lohatrozona. Savoka à ravenala.

7) La côte élevée du secteur de l'Ivontaka aux environs de Menatany.
Vue vers le Nord et vers le cap Bellone.





8) Le récif frangeant de Seranambe. Au fond, deux des flots de Nosy Atafana.

9) L'entrée de la baie d'Ivontaka, à moitié fermée par un gros filon de basalte, et le récif frangeant. Versants couverts par la grande forêt. Sur la ligne d'horizon, le cap Lohatrozona.



Entre Menatany et Sahasoa les coupes de la tranchée de la route montrent entre 12 et 13 mètres d'altitude de gros galets de basalte, et des galets plus petits de basalte et de roches cristallines, l'ensemble englobé dans un sable argileux à éléments anguleux et roulés en mélange. Il s'agit probablement d'une plage ancienne plus ou moins remaniée par la solifluction.

Les mêmes sables de couleur jaune foncé à rougeâtre affleurent largement au Sud du secteur étudié dans la partie interne de la plaine côtière entre Tamatave et Foulpointe. Au kilomètre 7 de la route Tamatave-Foulpointe des lits très noirs riches en ilménite et légèrement consolidés sont inclus dans les lits de plage plus quartzeux de teinte rouille. Au kilomètre 17 ces sables sont transformés en grès ferrugineux massifs, à l'altitude de 7 mètres.

Ces témoins marins anciens permettent de reconstituer une ancienne ligne de rivage, en position nettement interne par rapport à la ligne de rivage actuelle dans les secteurs de côte basse, coïncidant au contraire sensiblement avec la ligne de rivage actuelle dans les secteurs de côte élevée.

Une remarque s'impose : il n'existe aucun indice de récifs coralliens associés à cette ancienne terrasse marine. Sans doute faut-il en conclure que cet ancien rivage était privé de récifs, car on comprendrait mal que des calcaires coralliens massifs aient pu être entièrement dissous sans laisser aucune trace.

2° Les accumulations morphologiquement conservées à crêtes de plage multiples

Ces accumulations, dont certaines sont parmi les plus belles du littoral malgache, sont constituées par un nombre parfois très grand de crêtes de plage, sur une largeur parfois de plusieurs kilomètres. La plus grande partie de ces crêtes de plage sont anciennes, à morphologie plus ou moins oblitérée ; elles sont constituées par des sables blancs lessivés et complètement décalcifiés à une altitude de 2 à 3 mètres au-dessus du niveau des plus hautes mers actuelles avec parfois un niveau d'aliôs en profondeur. Seules les crêtes les plus externes, qui souvent d'ailleurs recoupent le système ancien, sont façonnées dans des sables plus ou moins calcaires. Ces sables récents ne couvrent, en bordure des plages, qu'une surface minime par rapport aux sables décalcifiés de l'intérieur.

a) *La pointe à Larrée (fig. 5).*

C'est une magnifique accumulation littorale de forme triangulaire, ayant 14 kilomètres à la base, et 17 kilomètres d'avancée. Elle comprend une partie interne à rattacher à la terrasse ancienne rubéfiée, et entièrement couverte par la forêt ; un corps formé par un grand nombre de crêtes de plage de sable blanc lessivé (on en compte 65 sur l'une des transversales) portant une végétation d'Ericacées ; enfin, une étroite frange externe et une pointe éfilée s'avancant en mer, constituées par des sables très récents portant une forêt basse de filaos et de badamiers.

La formation de cette vaste accumulation littorale en cet endroit s'explique le mieux, semble-t-il, par un phénomène de diffraction de la houle contournant l'île Sainte-Marie par les deux côtés.

L'évolution de l'accumulation se fait de la manière suivante. Sur sa face méridionale, l'étroite frange du cordon récent recoupe le système des cordons anciens sous un angle qui atteint 40 degrés à la racine de l'accumulation, cet angle diminuant progressivement vers la pointe : il y a donc eu de ce côté recul et érosion. Sur sa face septentrionale, au contraire, le parallélisme des crêtes de plage est parfait jusqu'aux plus récentes inclusivement : de ce côté la construction s'est faite sans solution de continuité. L'orientation de l'axe de l'accumulation s'est modifiée au cours de la construction ; au début il était WNW-ESE, puis ensuite W-E ; actuellement il tend à prendre une orientation WSW-ENE. Le drainage se fait, de manière curieuse, suivant cet axe, les eaux aboutissant à une petite lagune d'embouchure près de la pointe de l'accumulation, sur sa façade septentrionale.

b) *La côte à redans construits rythmiques entre Foulpointe et Fénériver (fig. 6).*

Il existe, entre l'embouchure de la rivière Fontsiarivo et Fénériver, cinq grands redans dissymétriques disposés à intervalles réguliers. Les quatre premiers, les redans de Foulpointe, de Manakambahiny, d'Analalava, et de Mahambo, sont entièrement construits, et montrent une structure à multiples crêtes de plage anciennes parallèles. Leur espacement est, respectivement, en partant du redan de Foulpointe, de 10, 9, 8, et 9 kilomètres. Un cinquième redan, celui d'Antsikofoka, dont la longueur est aussi de 9 kilomètres, succède vers le Nord au redan de Mahambo mais, à la différence de ce dernier, il est élevé

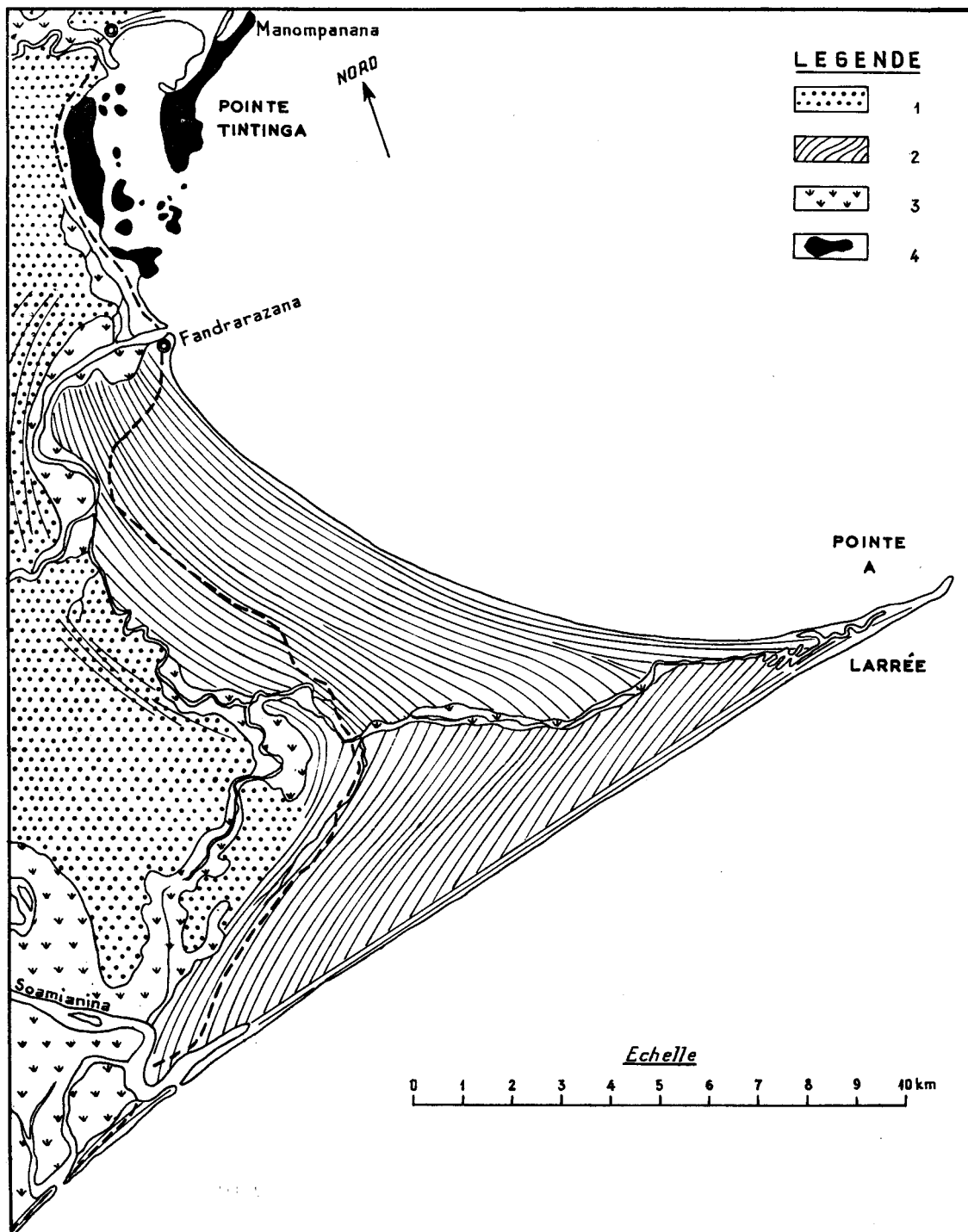


Figure 5. — La pointe à Larrée.

- 1) partie ancienne de l'accumulation, à morphologie oblitée,
- 2) crêtes de plage constituant le corps de la pointe,
- 3) marécages sur alluvions fluviales récentes,
- 4) récifs coralliens.

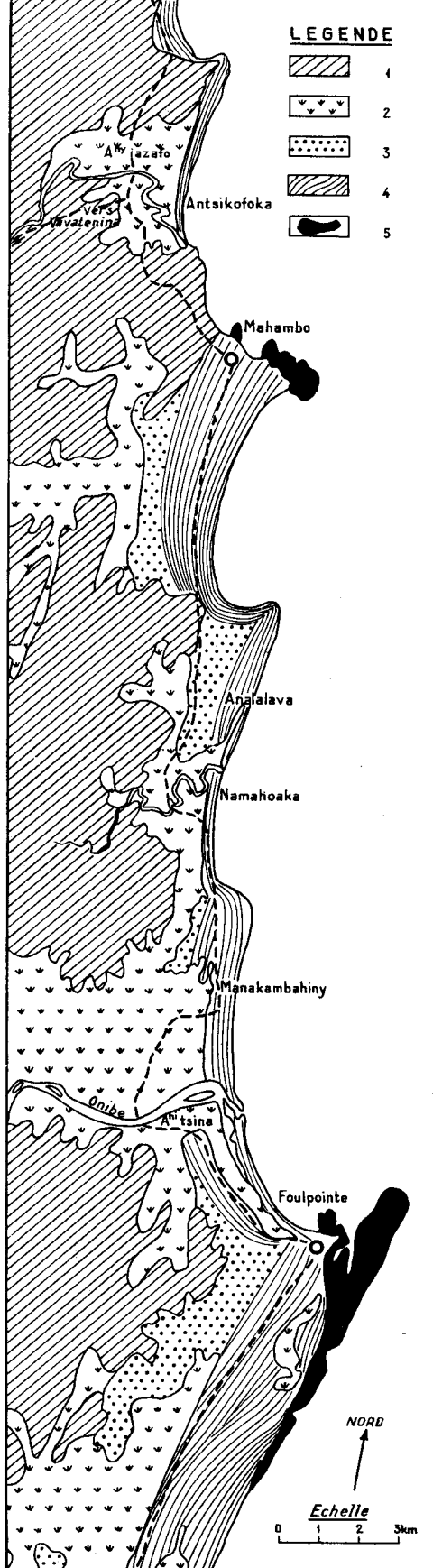


Figure 6. — La côte à accumulations rythmiques entre Foulpointe et Fénérive.

- 1) collines latéritiques,
- 2) alluvions fluviales récentes portant généralement des marécages ou des rizières,
- 3) sables anciens très pédogénétiés du haut niveau,
- 4) crêtes de plage,
- 5) récif corallien.

à son extrémité (cote 30 m.) qui présente en bordure de mer des affleurements rocheux ; il fait cependant partie de la même série de redans rythmiques. Cette série d'ondulations régulières de la ligne de rivage rappelle de manière frappante la série de redans rythmiques de la partie septentrionale du littoral mahafaly, entre le lac Tsimanampetsotsa et Anakao (10). L'amplitude est très comparable (de l'ordre de 2 à 3 km.), ainsi que la longueur d'onde qui est aussi, dans le Mahafaly, de l'ordre de 8 à 10 kilomètres. Dans d'autres parties du monde, et particulièrement dans des régions non coralliennes, on a décrit des flèches en séries dont la disposition est assez comparable. Une telle disposition rythmique des flèches littorales a été signalée par A. Guilcher et J.P. Nicolas pour les flèches du Sénégal situées dans les îles de l'estuaire du Sénégal, sur la rive interne de la Langue de Barbarie (11), et aussi par A. Guilcher pour celles de la région côtière du Bas-Dahomey occidental (12) qui sont localisées dans les îles ou sur les rivages de la lagune située en arrière du grand cordon littoral du golfe de Guinée. Dans ces deux cas, il s'agit de formes façonnées par des petites vagues engendrées par un vent local sur de courts fetch. Ici ce n'est naturellement pas le cas, puisque la côte est directement exposée à la grande houle née dans le lit de l'alizé. On peut supposer que le processus de la formation et d'évolution de ces flèches et des séries est le même que celui indiqué par V.I. Boudanov (13) pour les flèches recourbées en crochet et régulièrement espacées de la mer d'Azov, pour lesquelles les auteurs russes ont créé l'expression de « flèches de type azovien ».

c) *Le remblaiement fluvio-marin de la plaine de Maroantsetra.*

La plaine de Maroantsetra est constituée par un remblaiement fluvio-marin qu'un sondage des Travaux Publics implanté à Maroantsetra a traversé sur 40 mètres sans atteindre le socle. Jusqu'à cette profondeur on rencontre une alternance de bancs

(10) R. BATTISTINI, *L'Extrême-Sud de Madagascar, étude morphologique*, thèse, 636 p., 80 fig., 2 fotogr., Ed. Cujas.

(11) A. GUILCHER et J.-P. NICOLAS (1954), « Observations sur la Langue de Barbarie et les bras du Sénégal aux environs de Saint-Louis », *Bull. du C.O.E.C.*, VI, 6, p. 227-242.

(12) A. GUILCHER (1959), « La région côtière du Bas-Dahomey occidental, étude de géographie physique et humaine appliquée », *Bull. de l'I.F.A.N.* (Dakar), vol. 21, série B, p. 357-424.

(13) V. I. BOUDANOV (1956), « Remarques sur la formation et le développement des flèches de type azovien », *Trav. de la Commiss. Océanogr., Ac. Sc., U.R.S.S.*, Moscou, vol. 1 p. 90-97.

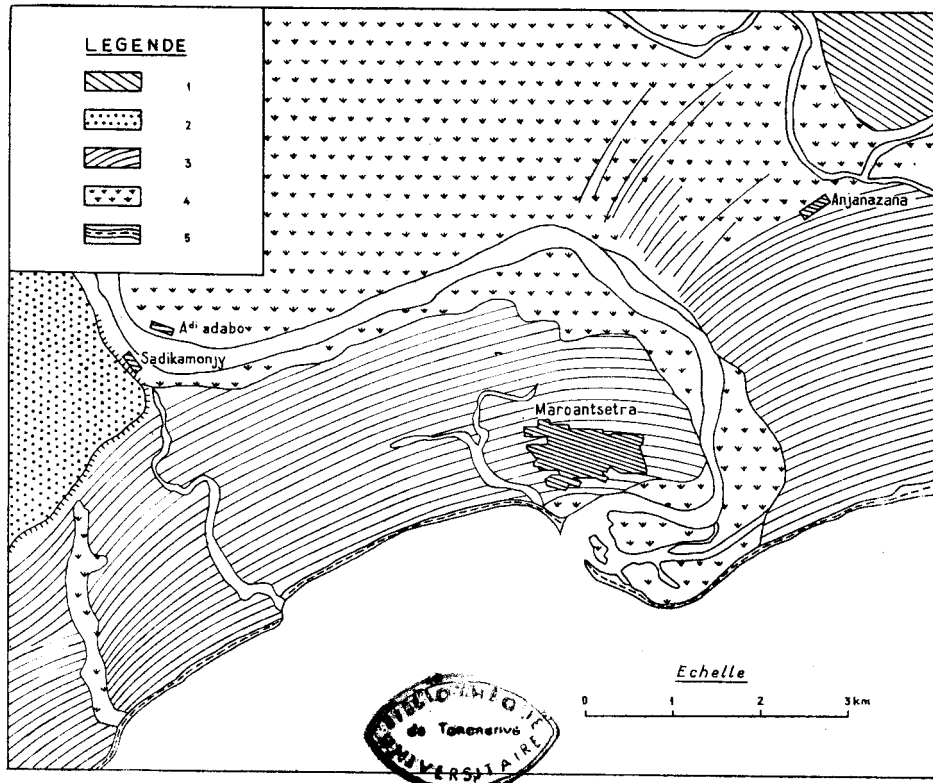


Figure 7. — La partie centrale de la plaine de Maroantsetra.

- 1) collines latéritiques couvertes par la forêt,
- 2) alluvions fluvio-marines anciennes du haut niveau, découpées en lambeaux de terrasse,
- 3) crêtes de plage,
- 4) alluvions argilo-sableuses portant généralement des marécages et des rizières,
- 5) plage actuelle.

sableux et argileux dont certains à débris coquilliers et à carapaces de crabes. On ne peut dire pour l'instant s'il s'agit de sédiments préflandriens, ou d'un remplissage progressif du fond de la baie d'Antongil au cours de la transgression flandrienne.

En surface le colmatage littoral du fond du golfe se traduit par une impressionnante série de crêtes de plage sableuses, large de 2 à 4 kilomètres (fig. 7). Par endroits ces sables marins dominant par un petit rebord de terrasse de 2 à 3 mètres les alluvions sablo-argileuses actuelles de l'Antanambalana (immédiatement au Nord de Maroantsetra). En d'autres endroits (au Sud-Est de Sahasindro), des alluvions argileuses occupent les vides entre deux crêtes sableuses successives.

Le remplissage du fond du golfe par les alluvions de l'Antanambalana et de l'Andranofotsy se poursuit actuellement de manière active, les sédiments fluviaux étant repris par une puissante dérive littorale. En certains endroits la ligne de rivage aurait avancé de 200 à 300 mètres en une trentaine d'années (14).

d) Les flèches littorales de Mananara, de Tintinga et d'Antanambe.

Il s'agit d'accumulations actuelles qui méritent d'être signalées pour la finesse de leur morphologie.

La flèche de Mananara (fig. 4) est effilée et à extrémité en forme de massue. Elle s'appuie sur le récif corallien et le sable qui la constitue est presque purement corallien ou coquillier (98 % de calcaire). Entièrement couverte de végétation, elle n'avance plus mais au contraire est attaquée à son extrémité en une petite falaise de 50 centimètres de hauteur qui recule en déchaussant de gros arbres dont l'un s'est abattu sur l'estran. Un niveau ancien riche en débris de poteries apparaît dans la coupe (on n'utilise plus de poterie actuellement dans la région).

Les accumulations d'Antanambe sont d'une part l'avancée massive qui porte le village, d'autre part la flèche recourbée située à 2 kilomètres au Sud (voir la photographie aérienne verticale). La première est attaquée du côté oriental, tandis qu'elle se construit activement du côté sous le vent, au Nord-Ouest.

L'accumulation de la pointe Tintinga, enfin, est constituée par deux flèches à crochets disposées en relai.

(14) Renseignement dû à M. Vadon, instituteur en retraite à Maroantsetra.



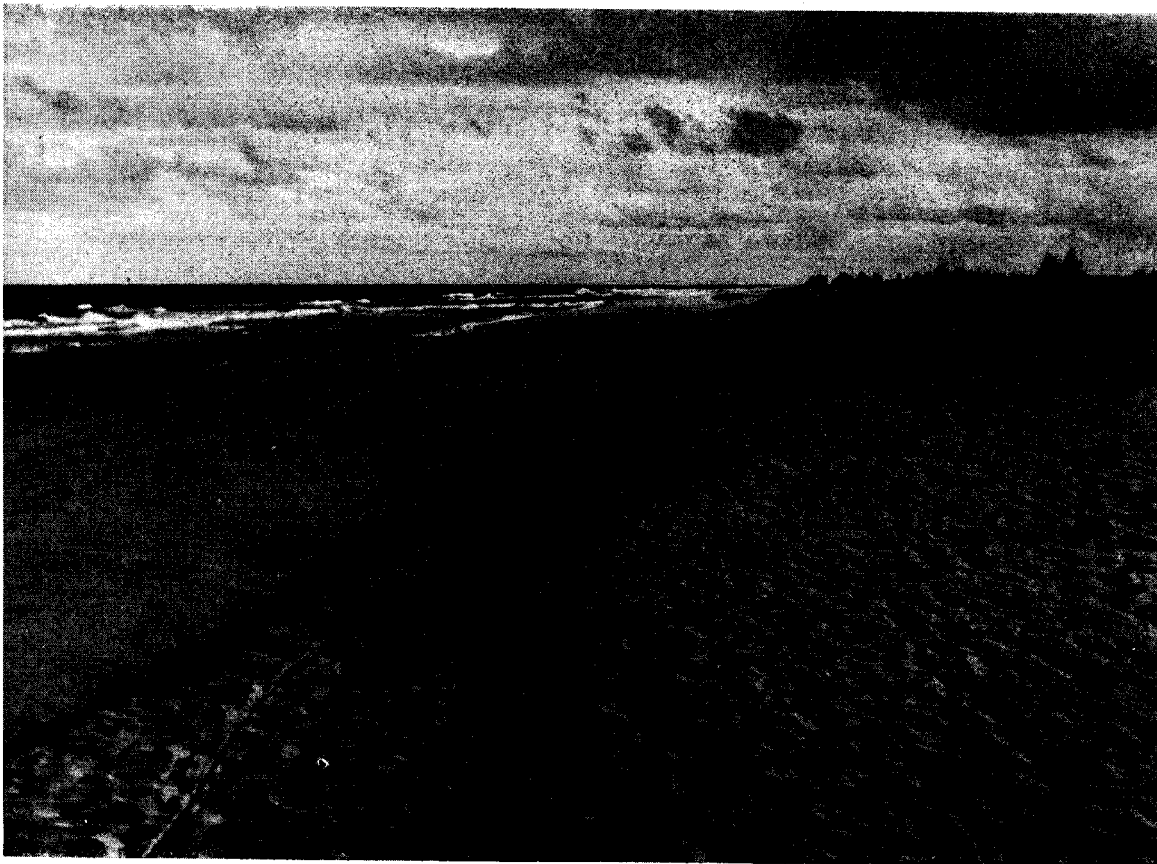
10) Le cap Lohatrozona et les récifs coralliens d'Antanambe. Côte basse sableuse. Remarquer, au centre de la photographie, le décollement du récif, et les massifs de corail vivant (taches blanches) parsemant le lagon.

Photographie aérienne verticale du Service Géographique de Madagascar, mission X 40-X 42, n° 010.



11) Bac à chaîne sur la rivière Vahibe.

12) La côte aux environs d'Anove. Sur le haut de la plage touffes rampantes de Patate à Durand (*Ipomea pescaprae*), et filaos.



La morphologie des embouchures fluviales, parfois très complexe, mériterait aussi une étude détaillée, mais nous ne l'entreprendrons pas dans le cadre de ce travail qui n'a qu'un caractère de première reconnaissance.

V. — Les grands secteurs du littoral

En fonction des caractères précédemment énoncés, on peut diviser le secteur littoral étudié en dix sous-secteurs que nous allons énumérer :

1° Entre Maroantsetra et Nandrasana (25 km.), la côte est basse, en bordure de la plaine d'accumulation fluvio-marine de Maroantsetra, et sans récifs coralliens.

2° Entre Nandrasana et le cap Tanjona (35 km.), les collines latéritiques atteignent la mer, et la côte est moyennement élevée, avec de multiples redans structuraux. Il n'y a pas non plus de récifs coralliens.

3° Entre le cap Tanjona et Mananara (30 km.), la côte est à nouveau basse, à l'exception d'un court secteur au Nord de l'embouchure de la Fahambahy, et toujours sans récifs coralliens.

4° Entre Mananara et Vahibe (28 km.), la côte devient très élevée dans la région du cap Bellone et d'Ivontaka, et bordée presque tout du long par un récif frangeant.

5° Entre Vahibe et Manompana (30 km.), la côte est alternativement basse et sableuse et moyennement élevée avec des écueils, le relief de collines latéritiques restant très près de la ligne de rivage et l'atteignant localement. Un récif frangeant, décollé au cap Lohatrozona, se suit jusqu'à Anove.

6° Entre Manompana et Sonierana Ivongo (45 km.), la plaine côtière s'élargit notablement dans la Pointe à Larrée. La côte est basse et sans récifs coralliens, sauf au fond de la baie de Manompana.

7° Entre Sonierana Ivongo et Manakatafana (13 km.), les caractères sont les mêmes qu'entre Vahibe et Manompana, mais sans récif frangeant.

8° Entre Manakatafana et Fénériver (38 km.), la côte est basse et sableuse, en bordure d'une plaine littorale relativement large, et sans récifs coralliens.

9° Sur 2 kilomètres au Sud-Est de Fénériver, les collines latéritiques atteignent la mer, donnant une côte rocheuse moyennement élevée.

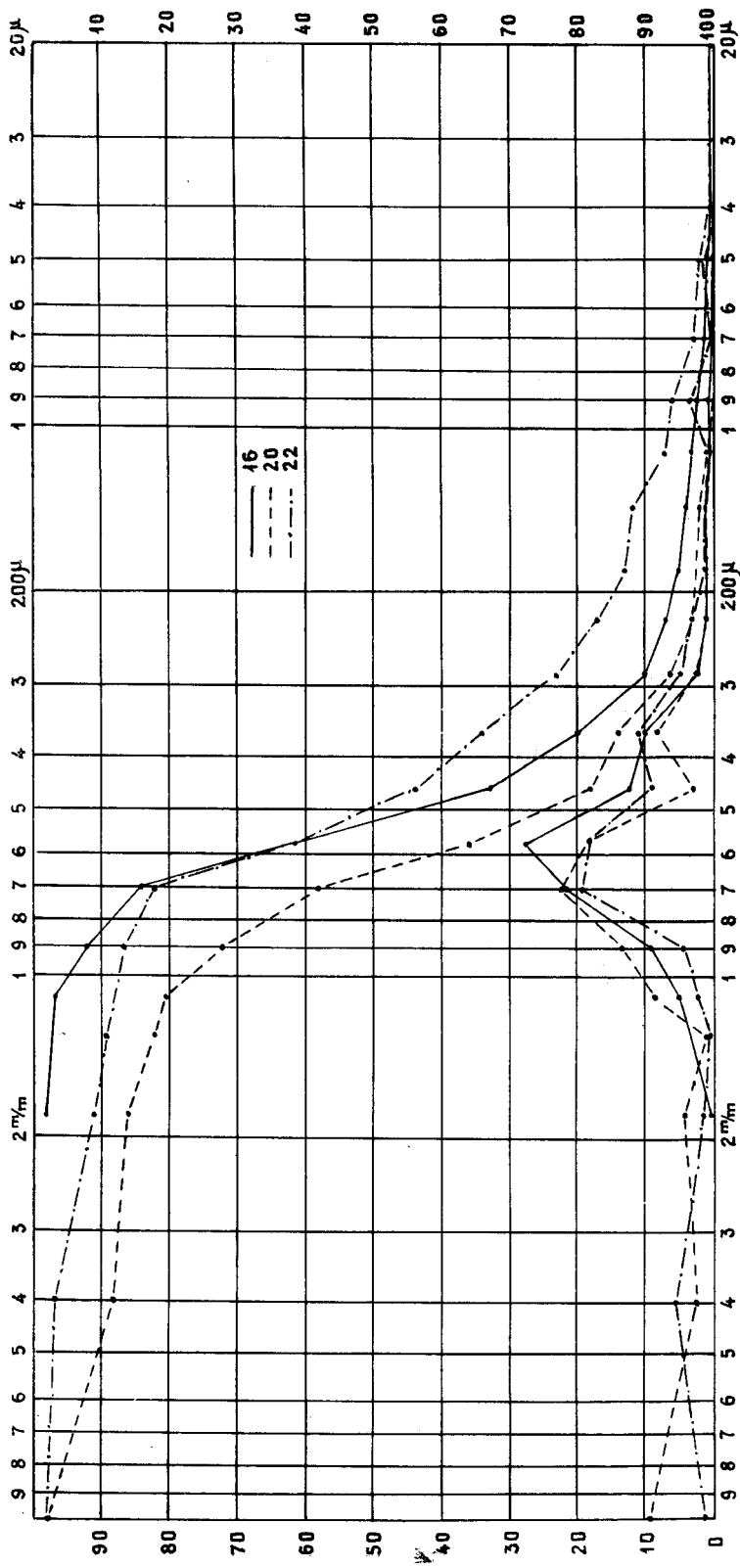


Figure 8. — Courbes granulométriques de fréquence et cumulatives de sables marins anciens du haut niveau prélevés à 2 kilomètres au Sud de Sahasoa (16), à Vahibe (20), et à 2 kilomètres au Sud du bac d'Anove (22).

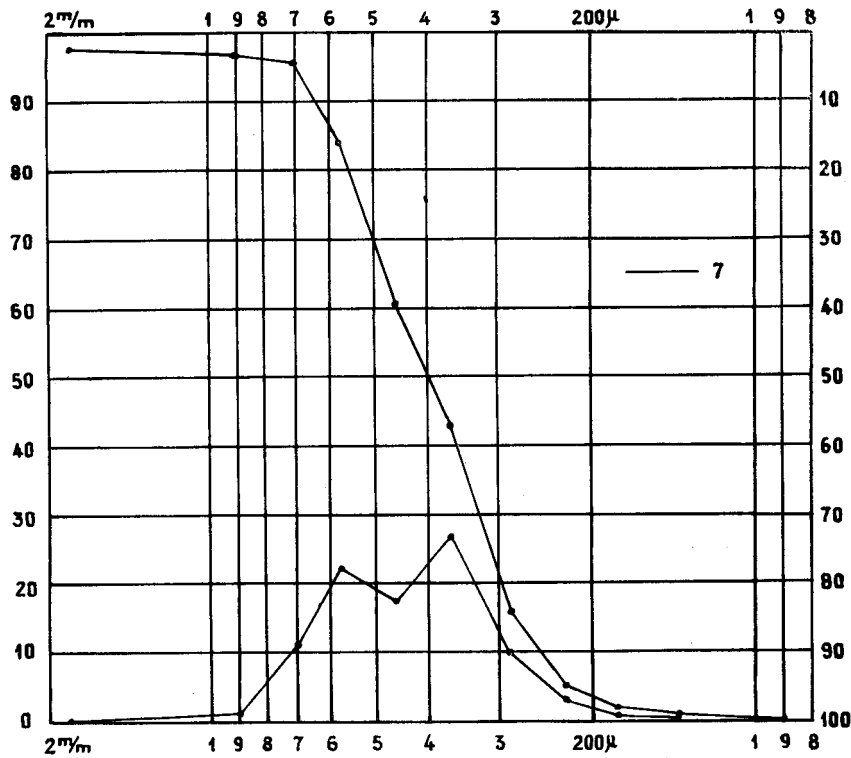


Figure 9. — Courbe granulométrique de fréquence et cumulative d'un sable blanc décalcifié prélevé sur l'une des crêtes de plage de la partie centrale de la pointe à Larrée, près d'Ambodimanga.

10° Dans les derniers 33 kilomètres, jusqu'à Foulpointe, le littoral des grands redans rythmiques construits est bas et sableux, avec localement quelques écueils surtout basaltiques, et un récif frangeant à la pointe de Mahambo et en face de Foulpointe.

Conclusion

Le secteur littoral compris entre Foulpointe et Maroantsetra présente une assez grande variété morphologique par rapport au reste de la Côte Est, situé plus au Sud. Son tracé irrégulier s'explique d'une part par des raisons lithologiques, le socle précambrien et les filons basiques qui le truffent atteignant ici en beaucoup d'endroits la ligne de rivage, d'autre part par des

raisons tectoniques, les grandes directions du littoral résultant du jeu d'un réseau de failles actives sans doute jusqu'à une époque très récente.

Des secteurs de côte basse alternent avec des secteurs de côte élevée, mais le caractère récent de la transgression flandrienne entraîne un faible développement des formes séquentielles et la rareté des véritables falaises : c'est là un trait commun avec le littoral de Nosy Be et de la région du Bas Sambirano, par exemple, où l'on trouve des paysages littoraux assez semblables (15). Les récifs coralliens, inégalement répartis le long de cette côte, sont aussi généralement peu développés en largeur, ce qui est dû à la même cause, ainsi sans doute qu'à l'existence fréquente de profondeurs notables assez près du rivage.

Des sables littoraux anciens très pédogénésisés permettent de reconstituer au moins partiellement une ancienne ligne de rivage entre 6 et 15 mètres d'altitude, généralement en position interne par rapport à la ligne de rivage actuelle.

Dans les secteurs de côte basse des sables marins plus récents, quoiqu'aussi complètement décalcifiés, présentent une morphologie encore conservée à multiples crêtes de plage parallèles, montant jusqu'à 2 ou 3 mètres au-dessus du niveau marin actuel. Ces sables constituent l'essentiel des accumulations littorales de la plaine de Maroantsetra, de la pointe à Larrée, et des redans rythmiques entre Foulpointe et Fénériver, qui comptent parmi les plus belles accumulations littorales de Madagascar.

Les sables marins récents non décalcifiés ne forment qu'une étroite frange couverte de filaos et de badamiers en bordure des plages.

Il est pour l'instant prématuré d'établir des corrélations entre le Quaternaire de ce secteur littoral et celui, maintenant bien connu, de l'Extrême-Sud de Madagascar (16).

(15) A. GUILCHER (1956), « Etude géomorphologique des récifs coralliens du Nord-Ouest de Madagascar », *Annales de l'Institut Océanographique*, t. XXXIII, p. 65-136 ; — R. BATTISTINI (1960), « Description géomorphologique de Nosy Be, du delta du Sambirano, et de la baie d'Ampasindava », *Mémoires de l'I.R.S.M.*, série F, t. III, 224 p.

(16) R. BATTISTINI (1963), « Le bourrelet littoral quaternaire (Aeapyorien) de l'Extrême-Sud de Madagascar », *Compte rendu de la Semaine Géologique de 1963*, p. 23-31, Tananarive, Imprimerie Nationale.