

NOTE PRELIMINAIRE SUR LA MORPHOLOGIE ET L'ORIGINE DES ARRECIFES A MADAGASCAR

par R. BATTISTINI

Au cours de plusieurs tournées, nous avons remarqué la présence en différents points de la côte malgache de véritables « arrécifes » comparables à ceux du Brésil. Ce type de formes n'ayant encore jamais été signalé à Madagascar, il nous a semblé intéressant, avant d'en faire une étude morphologique et pétrographique plus approfondie, de présenter un inventaire donnant la localisation des différentes observations, une description morphologique pour les cas où nous avons pu faire une étude sur le terrain, enfin une comparaison avec ce qui est connu au Brésil, où plusieurs hypothèses ont été émises au sujet de leur formation.

Les arrécifes sont en effet l'un des traits les plus caractéristiques de la morphologie de la côte Nord-Est du Brésil, où ils ont été décrits pour la première fois. Il s'agit de lignes de brisants généralement rectilignes disposées parallèlement au rivage, constituées non par du corail, comme on serait parfois tenté de le croire au premier abord, mais par des grès calcaires, ainsi que l'avait déjà constaté DARWIN dès 1841, à bord du BEAGLE. En certains secteurs de la côte brésilienne il peut exister un grand nombre de lignes d'arrécifes, parallèles entre elles, sur une largeur qui parfois atteint une dizaine de miles, comme en face de Maceio. En d'autres endroits ils sont à l'origine de la création de sites portuaires, comme celui de Recife.

Les arrécifes de la côte Nord-Est du Brésil sont constitués par des grès coquilliers à stratification horizontale, ou parfois un peu entrecroisée, dont la structure pétrographique est très simple selon F. OTTMANN (1960) : ce sont des grès de plage contenant un pourcentage de 10 à 50% de sable quartzeux, le reste étant constitué par des débris calcaires (algues, coquilles), ou par un ciment de calcite recristallisée provenant de la dissolution des fragments coquilliers.

F. OTTMANN insiste sur l'importance des algues calcaires du groupe *Halimeda* (50 à 80 % du total des apports biologiques). Parfois le grès contient aussi des graviers roulés (surtout du quartz).

L'espacement entre les lignes d'arrécifs varie entre 50 m et 300 m, d'après J. LABOREL (1965). Entre deux lignes d'arrécifs successives, les fonds plus importants sont constitués de sable ou de vase. Si les lignes d'arrécifs les plus proches du rivage peuvent émerger à marée basse, celles qui sont plus au large ne découvrent jamais et les plus profondes sont seulement connues des pêcheurs. (voir la fig. 2A)

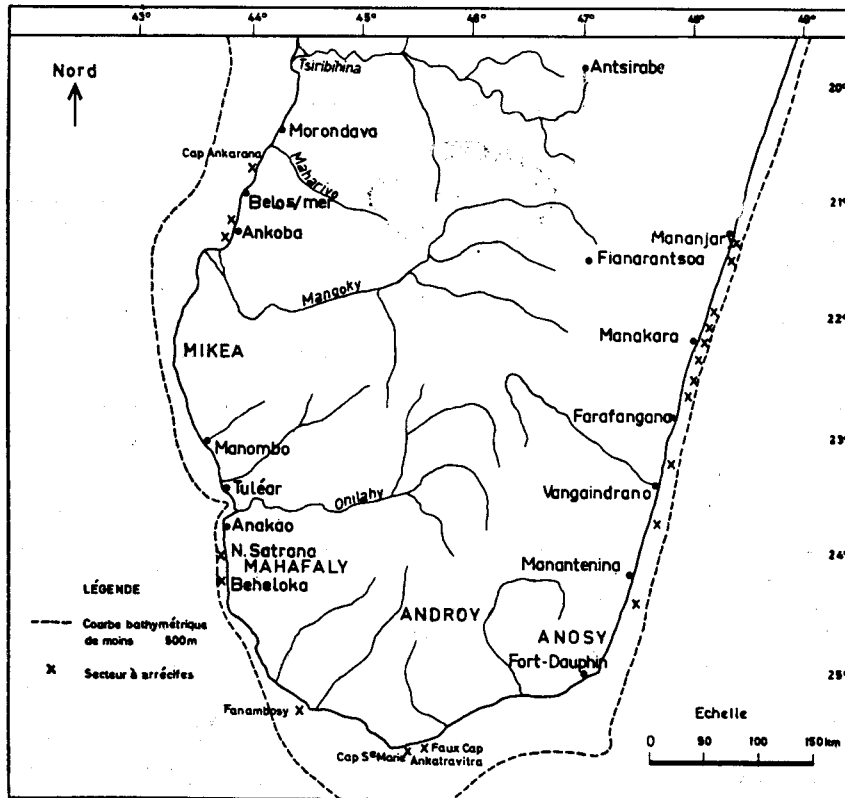


Figure 1. — Croquis général de localisation des lignes d'arrécifs à Madagascar.

Pour F. OTTMANN, la mise en place s'est faite au cours d'une régression quaternaire. A chacun des stades d'arrêt momentané de la régression ont été mis en place des sédiments plus riches en calcaire. A la phase de retrait suivante, la zone riche en calcaire s'est consolidée,

donnant les bancs de grès, tandis que la zone intermédiaire dunaire plus pauvre en calcaire restait meuble. Le retour transgressif de la mer a déblayé les zones meubles, et mis en relief les bancs grésifiés.

J. LABOREL pense au contraire que les arrécifes du Brésil seraient « des témoins d'anciens cordons littoraux formés et détruits successivement depuis le large vers la côte par une mer en transgression... » (1965 p. 342). Il s'agirait en quelque sorte, d'après cet auteur, de cordons flamandais grésifiés au cours de la transgression (beach-rock), la mer à chaque reprise de la transgression, déblayant les parties restées meubles de l'ancien cordon littoral et dégagant ainsi les parties grésifiées.

Les observations faites à Madagascar montrent de manière certaine que, au moins dans certains cas, les arrécifes sont des formes d'érosion différentielle dégagées dans un matériel marin ancien (Karimbélien) : elles iraient donc dans le sens de l'explication proposée par F. OTTMANN.



I. — Localisation des arrécifes à Madagascar

Toutes les observations sont localisées dans la moitié Sud de Madagascar : côte Sud-Est, côte méridionale, côte Sud-Ouest. La côte Sud-Est est de beaucoup celle où le phénomène est le mieux caractérisé, dans la région de Mananjary, et surtout aux abords de Manakara où existent jusqu'à quatre lignes d'arrécifes parallèles. Entre Fort-Dauphin et Farafangana il existe, en divers endroits, une ligne d'arrécifes, mais moins nette que plus au Nord.

Le second secteur intéressant est celui situé au Sud de Morondava, entre le delta du Mangoky et l'embouchure de la Maharivo. Plusieurs lignes d'arrécifes successives prennent naissance au rivage, certaines, beaucoup moins continues toutefois que sur la côte Sud-Est, s'éloignant jusqu'assez loin en mer.

Sur la côte méridionale de Madagascar le phénomène « arrécifes » est aussi représenté, mais d'une manière plus embryonnaire, sans que les lignes de brisants décollent notablement du rivage.

II. — Les arrécifes de la côte Sud-Est

En face de Manakara il existe quatre lignes parallèles d'arrécifes (fig. 2B et fig. 3).

La première, la plus proche du rivage, sert d'appui à la jetée de protection du port. Elle est jalonnée, au Nord et au-delà de la jetée,

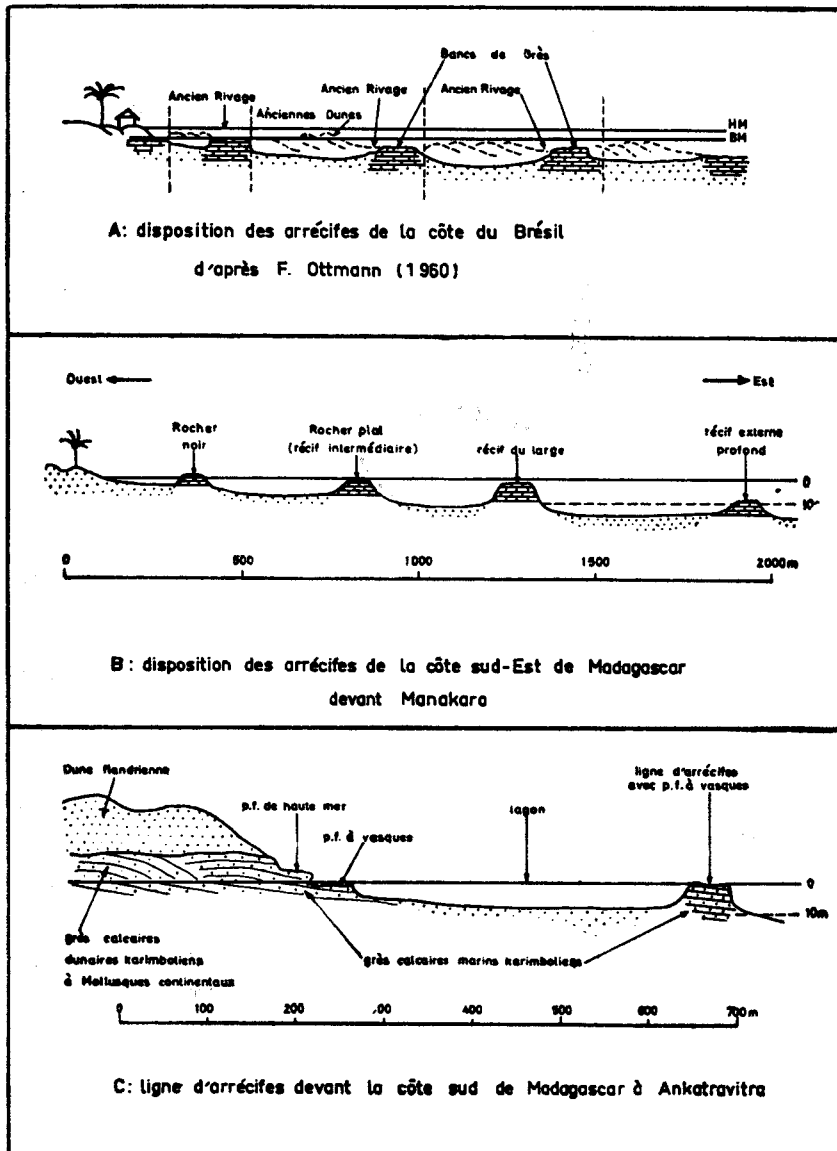


Figure 2. — Disposition des lignes d'arrécifes devant la côte du Brésil (d'après F. OTTMANN — 1960), et à Madagascar en face de Manakara et d'Ankatravitra.

par la ligne de brisants qui porte le « Rocher Pyramide » et le « Rocher Noir » de la carte marine « Manakara, n° 5949, au 1/10.000 », ces deux rochers dépassant respectivement de 2 m et de 1,5 m le niveau des plus basses mers. Elles se poursuivent vers le Nord par une série discontinue de brisants, légèrement immergés, à 500 m environ en avant de la plage.

La seconde ligne de brisants, (« récif intermédiaire » de la carte marine), est située à 500 m au large de la première, dont la séparent des profondeurs de 8 à 12 mètres. Il s'agit d'une étroite ligne de

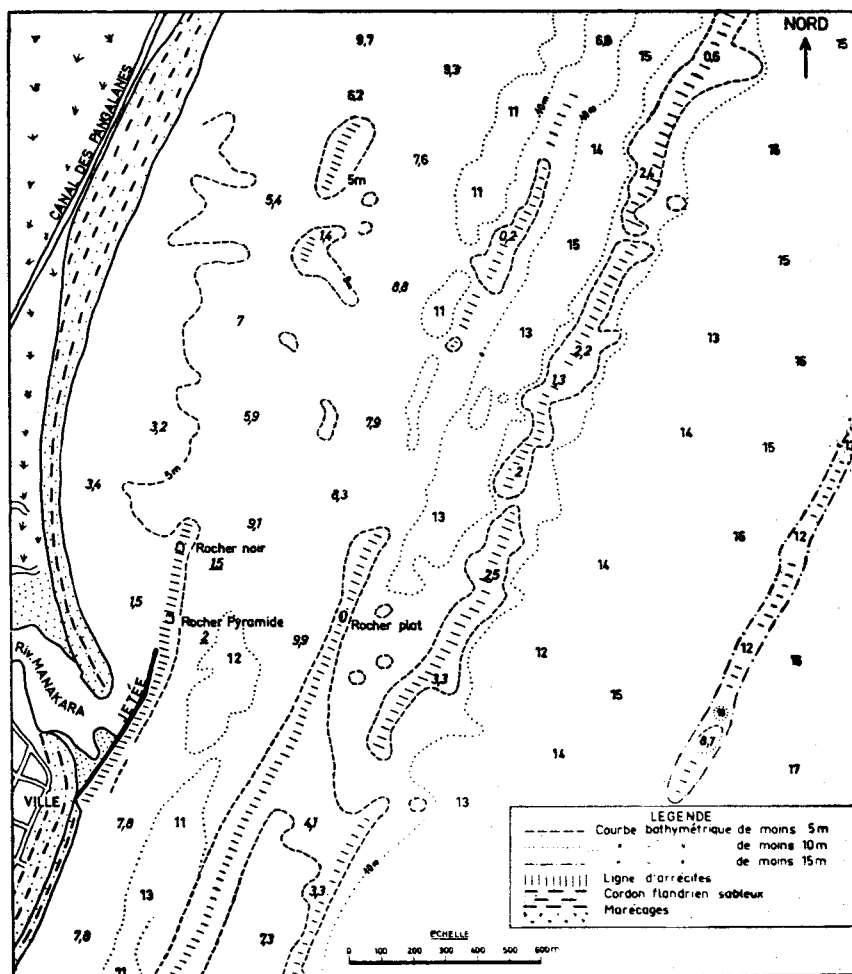


Figure 3. — Les quatre lignes d'arrécifs devant Manakara. En partie d'après la carte marine.

grès, donnant des brisants discontinus au Nord de Manakara, où elle est légèrement immergée. Vers le Sud, elle subaffleure à peu près partout (la roche gréseuse, noirâtre, apparaît entre chaque vague, par exemple au « Rocher Plat »), et donne une ligne de brisants continue. Parfaitement rectiligne, elle se maintient à une distance à peu près constante de la plage (environ 400 mètres) jusqu'au redan d'Antsary où, s'étant rapprochée du rivage, elle passe sous l'accumulation sableuse du cordon flandrien.

La troisième ligne (« récif du large » de la carte marine), elle aussi parfaitement rectiligne, se développe parallèlement à la seconde, dont la sépare une distance de 300 mètres, et des profondeurs de 10 à 15 mètres pour la partie située en face de Manakara. Très légèrement immergée, elle entraîne un déferlement puissant de la grande houle. Elle semble se prolonger sur plusieurs dizaines de kilomètres, parallèlement au rivage, vers le Nord et Mananjary, ainsi que vers le Sud où, à 9 kilomètres au Sud de Manakara, elle prend le relais du « récif intermédiaire » après la disparition de ce dernier sous le cordon flandrien. En face d'Ampasimeloka, soit à 26 km au Sud de Manakara, elle passe à son tour sous le cordon flandrien, de la même manière que le récif intermédiaire.

Une quatrième ligne de récifs, plus profondément immergée (en moyenne d'une dizaine de mètres), est signalée par les pêcheurs à 700 ou 300 mètres au large du « récif du large ». Elle est représentée, sur la carte marine, en face de Manakara, mais existerait aussi au Nord et plus au Sud.

Des échantillons ont pu être prélevés en face de la jetée, et à 9 km au Sud de Manakara là où le « récif intermédiaire » rejoint le rivage, à l'occasion d'un redan. En ce dernier endroit le « récif » apparaît comme une bande de grès noirâtre d'une vingtaine de mètres de largeur qui subaffleure entre deux déferlements et disparaît sous la base du cordon de plage actuel. Il s'agit d'un grès de plage typique, très dur, de couleur jaunâtre, constitué en majeure partie par des grains de quartz moyens bien triés, luisants à la cassure, mais avec aussi des grains plus fins noirs d'illménite et quelques grains rougeâtres qui semblent être de fins débris coquilliers. Il existe des apparences de stratifications, marquées en particulier par des traînées plus riches en illménite. La stratification se marque aussi dans le fait que, selon les échantillons, les grains de quartz qui constituent l'essentiel du grès sont soit de taille moyenne, soit nettement plus fins. Le ciment jaunâtre est de nature calcaire, et l'ensemble fait fortement effervescence à l'acide. D'après ce que l'on peut en voir entre deux déferlements, le récif apparaît comme une dalle gréseuse subhorizontale ou faiblement inclinée vers le large, réduite en chicots en particulier du côté de la plage, l'ensemble étant uniformément encroûté par des algues calcaires.

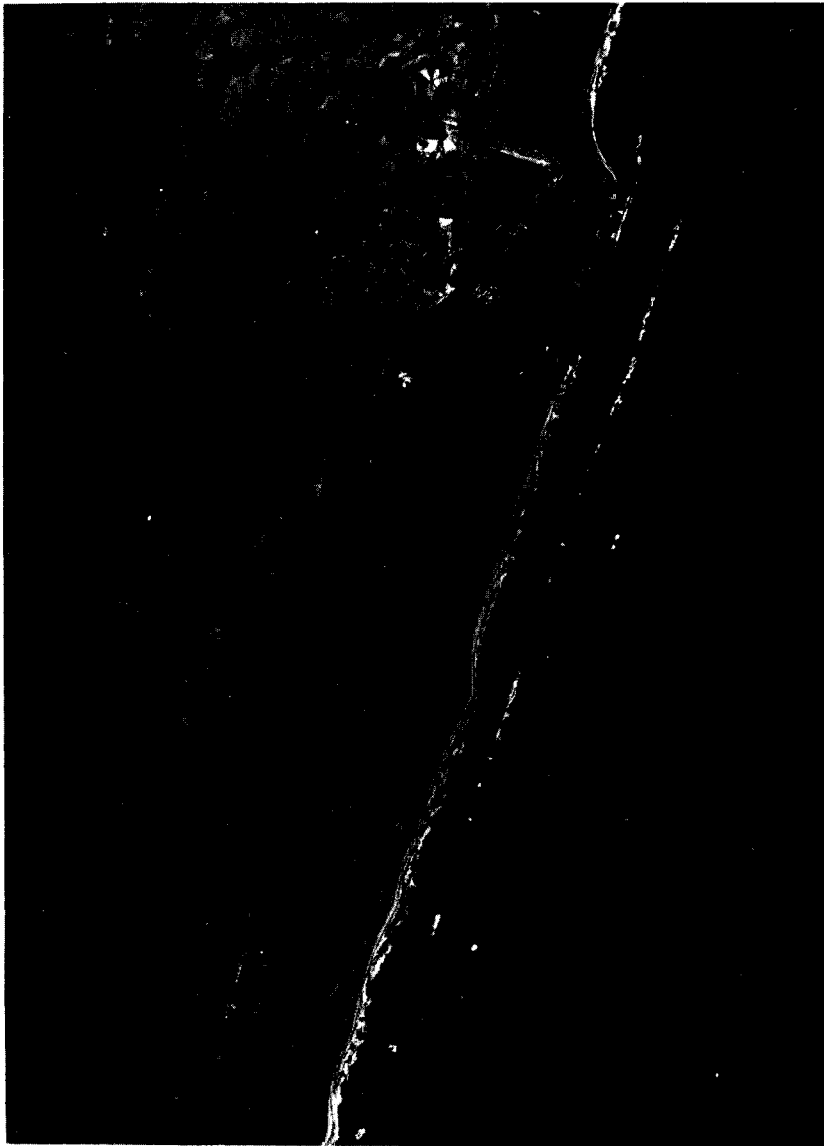


Photo 1. — Le récif intermédiaire et le récif du large en face de Manakara. Photographie aérienne verticale du Service Géographique de Madagascar, mission 034, n° 067, 1950. Echelle environ : 1/50 000.

Bien que dans l'ensemble subparallèle au cordon flandrien, le système des arrécifes de Manakara semble être complètement indépendant de ce dernier, qui le recoupe localement et le recouvre. A l'appui de cette interprétation, nous n'avons trouvé nulle part de début de grésification du matériel flandrien en beach-rock, ce matériel, purement quartzeux, ne s'y prêtant d'ailleurs aucunement. Il semble que les arrécifes de Manakara soient le résultat d'une érosion différentielle dans un matériel plus ancien, le dégagement des bancs résistants s'étant effectué au cours de la transgression flandrienne. Depuis 3.000 ou 4.000 ans, la construction du cordon flandrien a entraîné le recouvrement partiel des lignes d'arrécifes les plus proches de la côte.

Le « récif de Mananjary », qui se développe parallèlement à la ligne de rivage à 500 mètres en avant de la ville et de l'embouchure du fleuve Mananjary, appartient sans doute, d'après ce que nous en avons pu voir d'avion, à la même catégorie de formes.

Nous avons vu que le « récif du large » de Manakara se prolongeait vers le Sud sur environ 25 km, jusqu'à Ampasimeloka où il passe sous le cordon flandrien, après s'être maintenu à une distance de la côte variant entre 300 et 500 mètres (Fig. 4A).

A partir d'Ampasimeloka, le relais est pris vers le Sud par un récif situé plus au large (est-il en continuation avec le récif le plus externe de Manakara ?), qui se voit nettement sur les photographies aériennes jusqu'en face de l'embouchure de la Matitanana, soit sur une dizaine de kilomètres. Sa distance de la côte est d'environ 400 mètres. Après une interruption, ce récif (ou un autre légèrement décalé vers le large), reprend en face d'Andakara. Il se suit sur 20 kilomètres jusqu'en face d'Anosikelo, à une distance de la côte variant entre 500 et 700 mètres. Il semble qu'il passe, lui aussi, sous le cordon flandrien au Nord de l'embouchure de la Manampatrana.

D'avion il est possible de constater qu'en divers endroits, entre Farafangana et Manantenina, existe au moins une ligne d'arrécifes, située en général entre 300 et 500 mètres de la ligne de rivage.

III. — Les arrécifes de l'Extrême Sud

On n'observe nulle part, dans l'extrême-Sud, de systèmes d'arrécifes comparables à celui de la région de Manakara. Toutefois, en plusieurs endroits, il existe des bancs de grès durs formant des lignes de brisants rectilignes, qui décollent de manière notable de la ligne de rivage actuelle, et cela sur plusieurs kilomètres : il s'agit ici aussi, sans aucun doute, d'arrécifes, même s'ils n'ont pas l'ampleur et la continuité de ceux de la Côte Est.

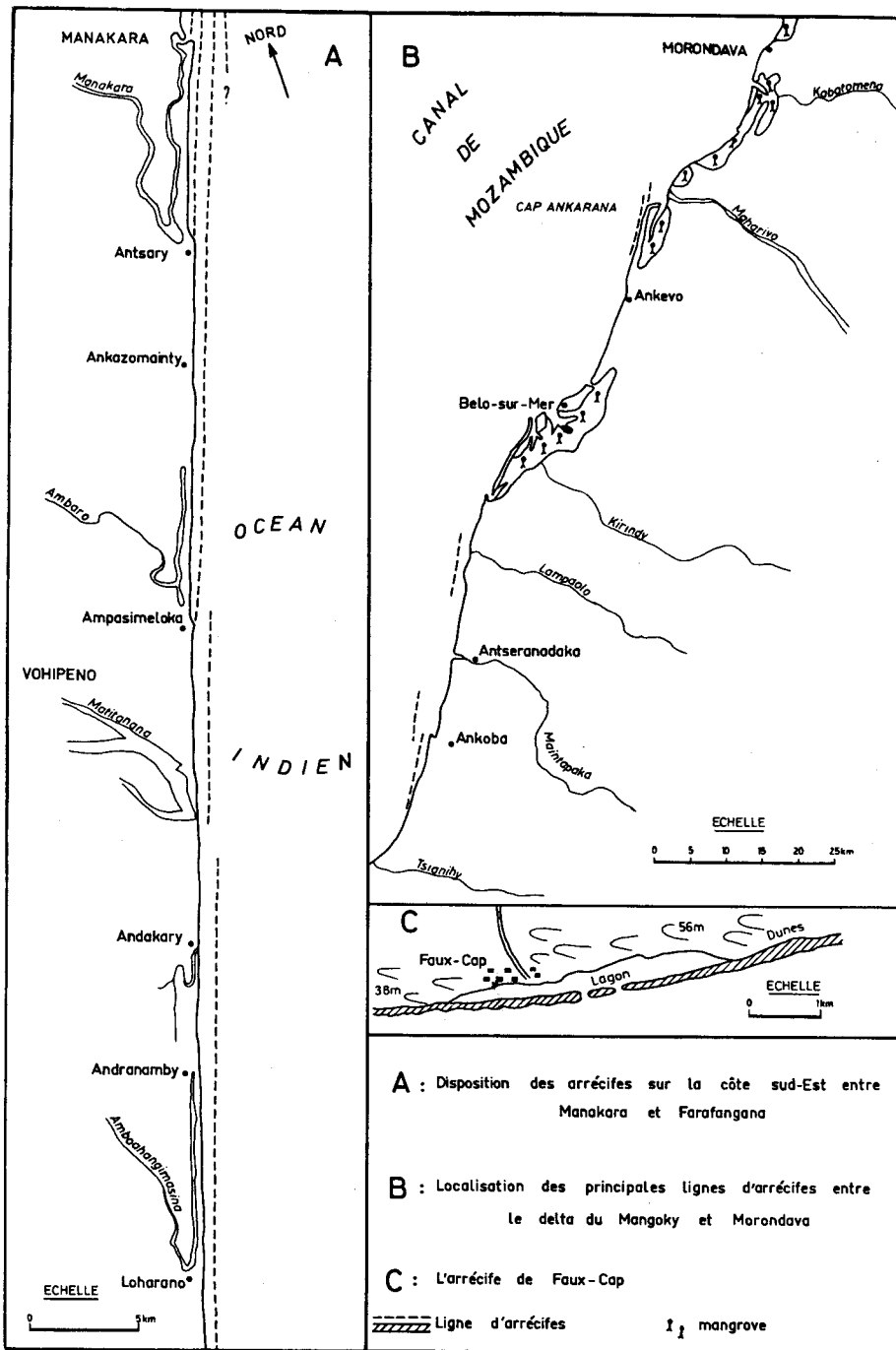


Figure 4. — Disposition des lignes d'arrécifes entre Manakara et Farafangana (A), entre le delta du Mangoky et Morondava (B), et à Faux-Cap (C).

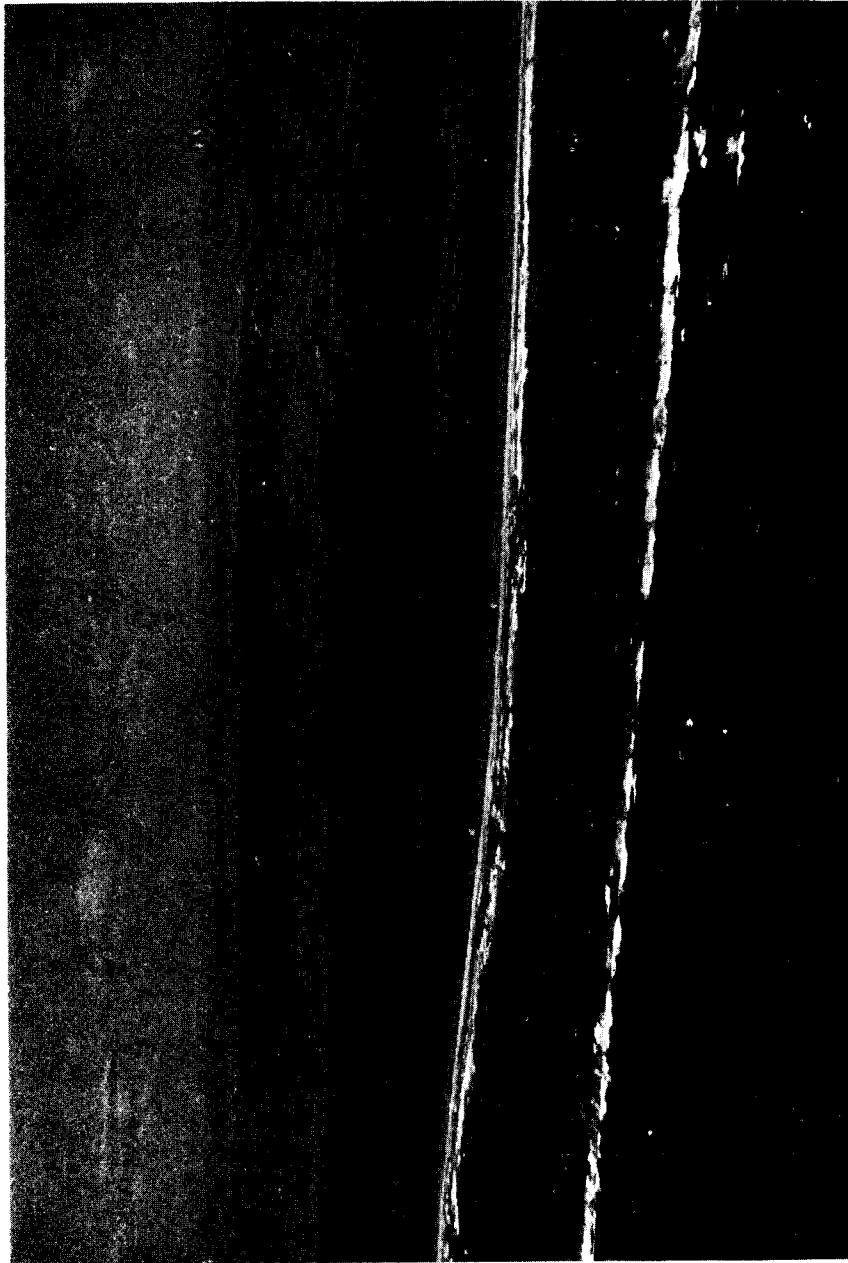


Photo 2. — Ligne d'arrêces au Sud de Manakara. Photographie aérienne oblique de l'auteur.

1° — Faux-Cap (fig 4C et 5C)

A Faux-Cap, localité située à mi-chemin du Cap Ste-Marie et de l'embouchure de la Manambovo, un banc de grès calcaires plus résistant constitue une véritable barrière en face du village, décollée de 300 à 400 mètres du rivage selon les endroits, et enserrant un lagon profond de 2 à 6 ou 8 mètres. Cette disposition se voit sur environ 4 kilomètres, la barrière rejoignant la ligne de rivage des deux côtés, à l'Ouest et à l'Est.

A la différence des arrécifes de Manakara, la barrière gréseuse émerge largement et l'on peut la parcourir à marée basse sans difficultés. Elle est constituée par un grès calcaire jaunâtre de texture fine, azoïque là où ont été faits les prélèvements, et à fines stratifications sub-horizontales. Du côté externe, la barrière est soumise en permanence aux déferlements de la grande houle. Cette partie externe est celle qui possède les points les plus élevés, émergeant de 2 à 3 mètres à basse mer. Un grand nombre de trous souffleurs projettent leur jet de vapeur à chaque déferlement. L'eau des déferlements redescend ensuite du côté interne par un système de vasques étagées, à fond plat, ou criblé de marmites, de très belle facture, identiques à celles qui ont été décrites ailleurs (BATTISTINI 1958 et 1964). Les parties dépassant le niveau général de la plate-forme à vasques sont souvent intensément lapiazées. Des interruptions dans la barrière ménagent deux passes à l'Est du village, la plus importante étant utilisée par le bateau à moteur de la coopérative de pêche de Faux-Cap.

Le fond du lagon est surtout sableux, mais il existe de beaux massifs de corail vivant, hauts de 2 à 3 mètres, du côté externe contre la barrière, ainsi que dans les passes. Le corail ne joue cependant aucun rôle dans la disposition de l'ensemble, pas plus que les constructions dues à des Vers, présentes en divers endroits de la barrière.

A l'Ouest et à l'Est, la barrière rejoint la côte, et l'on retrouve la zonation classique de l'estran dans les mêmes grès jaunes, avec de bas en haut :

- a) une plate-forme à vasques, avec ressaut externe vertical recevant les déferlements (c'est cette partie, décollée, qui ailleurs constitue la barrière).
- b) un ressaut de mi-marée à encorbellement, pouvant être remplacé par une zone à grand lapiés.
- c) une plate-forme de haute mer avec mares.
- d) un ressaut supérieur, riche en rhizo-concrétions en pipes.
- e) enfin, par-dessus, la dune flandrienne.

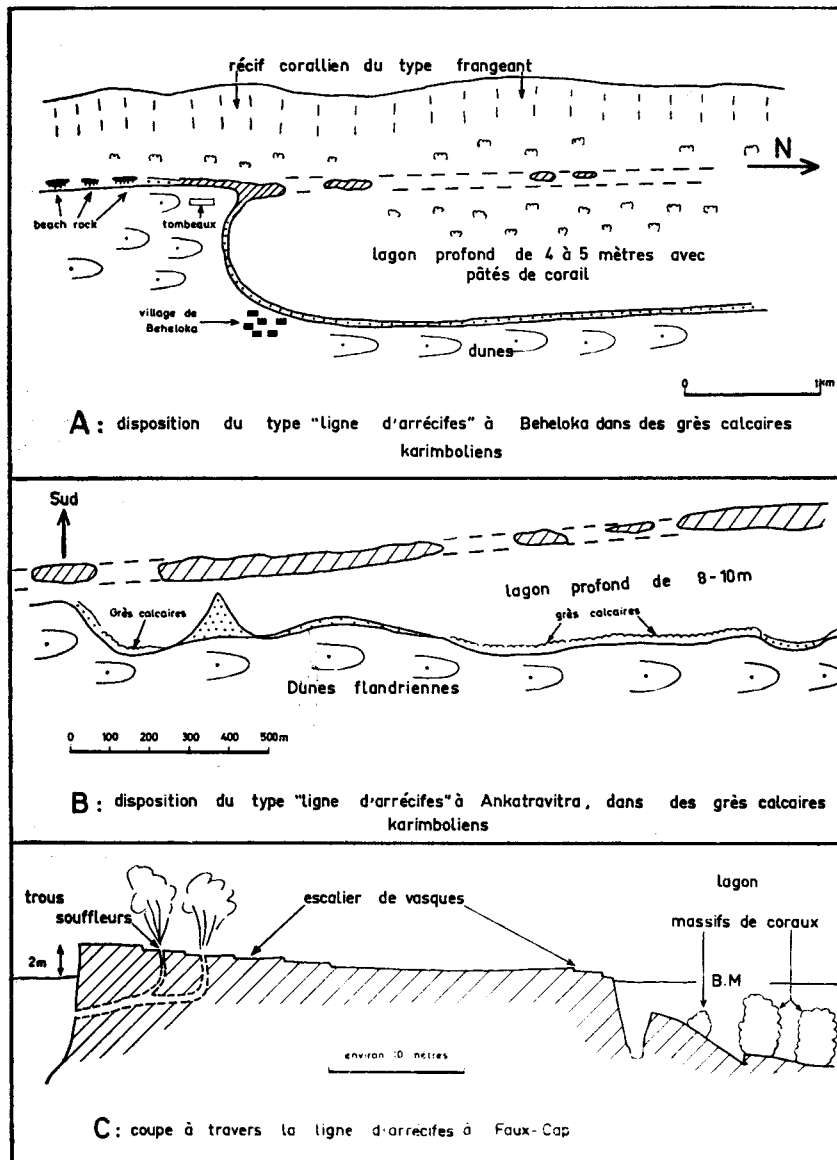


Figure 5. — A et B : dispositions du type « ligne d'arrécifes » à Beheloka et Ankatravitra.
C : coupe à travers la ligne d'arrécifes à Faux-Cap.

Au niveau de la plate-forme de haute mer et du ressaut supérieur, les grès, plus tendres mais de même texture, sont riches en Mollusques continentaux.

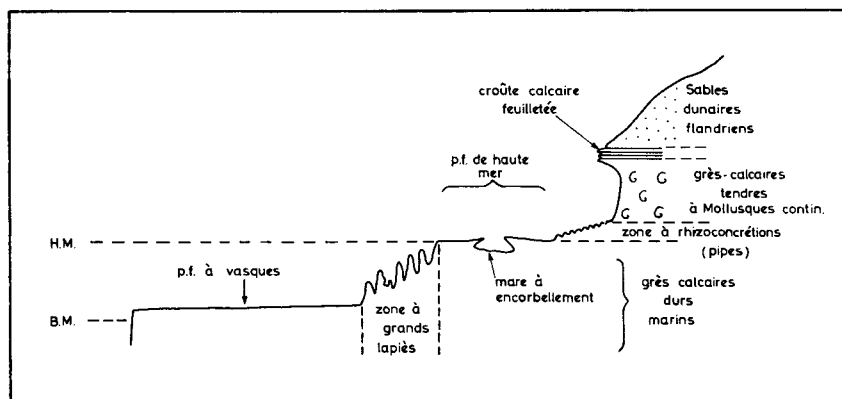


Figure 6. — Zonation de l'estran dans les grès calcaires karimboliens à Ankatravitra. La ligne d'arrécifes est façonnée dans les grès calcaires marins de la base.



2° — Ankatravitra (fig. 2C et 5B)

Ankatravitra est à 15 kilomètres à l'Est du Cap Ste-Marie. La disposition que l'on y observe est semblable à celle décrite à Faux-Cap. Mais la barrière n'émerge pas ici de plus 1 mètre, et seuls dépassent davantage quelques gros blocs de grès semblables aux « têtes de nègres » des platurs coralliennes. Large d'une vingtaine de mètres en moyenne, la barrière, que balaient continuellement les déferlements, possède aussi de grandes vasques à fond plat, mais presque de niveau, et ne constituant donc pas de véritables escaliers comme à Faux-Cap. Entre les vasques, des chicots gréseux surbaissés sont entièrement dans un grès calcaire, mais ici beaucoup plus grossier, et essentiellement constitué par de gros quartz très bien façonnés, émoussés-luisants : il s'agit sans aucun doute d'un ancien sédiment de plage battue pétrifié.

La barrière qui se suit sur 7 à 8 kilomètres, rejoint la côte à l'Ouest et à l'Est, comme à Faux-Cap. Selon les endroits, elle décolle de 100 à 400 mètres de la ligne de rivage. Le lagon, à fond de sable, est profond selon les endroits de 2 à 10 mètres. Nous n'y avons pas observé de vie corallienne, ce qui s'explique peut-être par le fait que la barrière est ici beaucoup moins étanche qu'à Faux-Cap, et coupée de passes plus larges : les grandes vagues passent par-dessus et pénètrent par les passes, occasionnant de puissants courants de décharge dans le

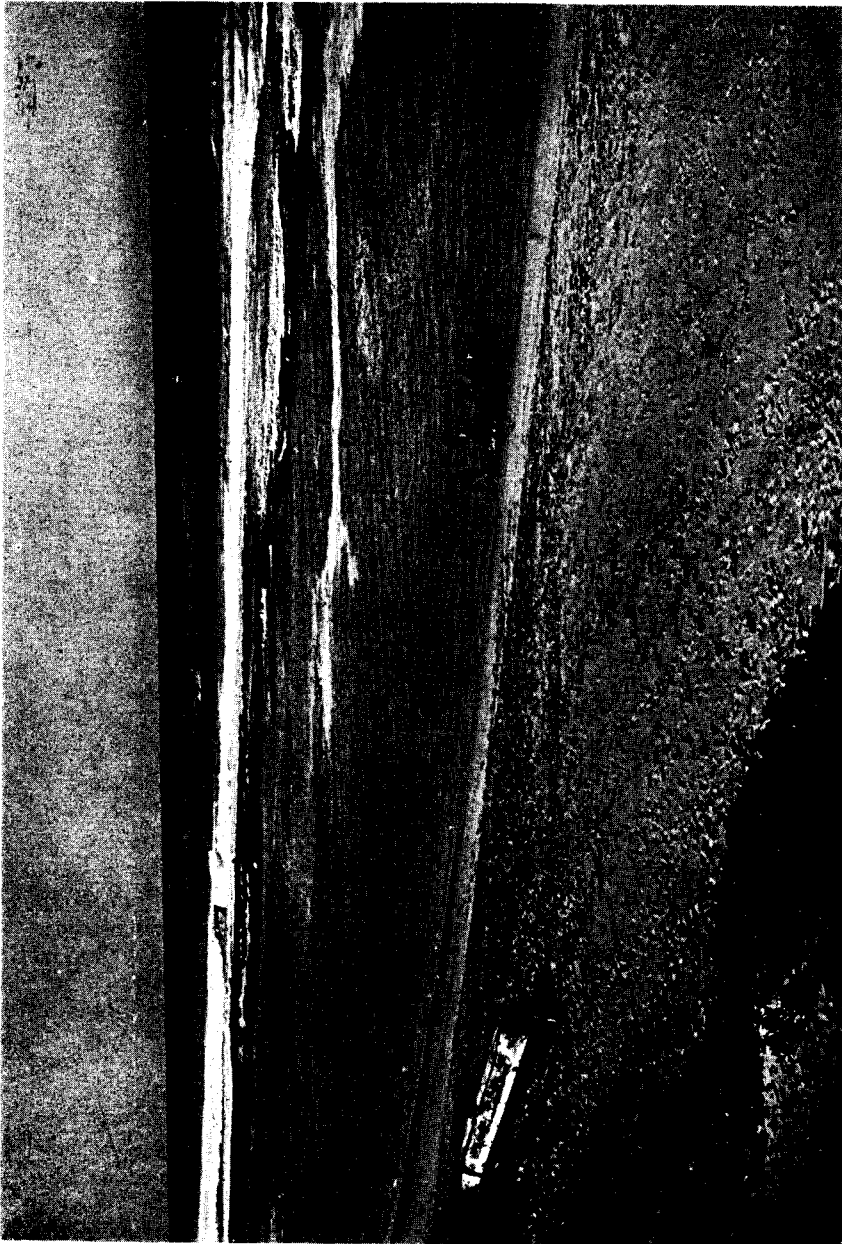


Photo 3. — La ligne d'arrécifes d'Ankatravitra.

lagon, dont les eaux doivent avoir la même température qu'à l'extérieur (tandis que dans le lagon de Faux-Cap, la température est probablement de 1 ou 2° plus élevée).

Les grès calcaires marins à gros quartz qui constituent la barrière sont recouverts dans les coupes du rivage par des grès jaunes de texture fine à Mollusques continentaux et débris d'œufs d'*Aepyornis* identiques à ceux de Faux-Cap, et épais de 4 à 8 mètres. L'ensemble de ce matériel est à rattacher au système karimbolien.

3° — Fanambosy

A l'Ouest de l'embouchure de la Menarandra, du système de crêtes de plages flandriennes, remaniées en dunes, qui délimite au Sud la grande lagune de Bevoalavo, émerge un puissant banc de grès calcaires karimboliens qui se prolonge en mer sur 4 à 5 kilomètres. Il s'agit, comme à Ankatravitra, d'un grès calcaire marin à gros quartz très bien façonnés, disposés en lits de plage à pendage de 5 à 6° vers le large.

4° — Nosy Satrana et Beheloka.

Une disposition semblable, dans le même type de matériel, existe en face de Nosy Satrana, à une dizaine de kilomètres au Sud d'Anakao, dans le Nord de la plaine côtière tanalana, ainsi qu'à Beheloka, à 20 kilomètres plus au Sud (Fig. 5A).

IV. — Les arrécifes de la côte Sud-Ouest entre le Mangoky et Morondava

Les arrécifes ont été identifiés d'avion, et examinés au sol seulement à un endroit.

S'ils viennent moins fréquemment en affleurement que dans l'Extrême Sud, les grès calcaires marins karimboliens sont observables cependant en divers points de la ligne de rivage dans ce secteur, en particulier au Nord d'Andranopasy, au Sud et au Nord de Belo-sur-Mer et aux abords du Cap Ankarana, en face de l'embouchure de la Maharivo.

En plusieurs endroits, l'un des bancs de grès calcaires marins décolle de la ligne de rivage, et s'en éloigne de plus en plus, parfois jusqu'à plusieurs kilomètres en mer.

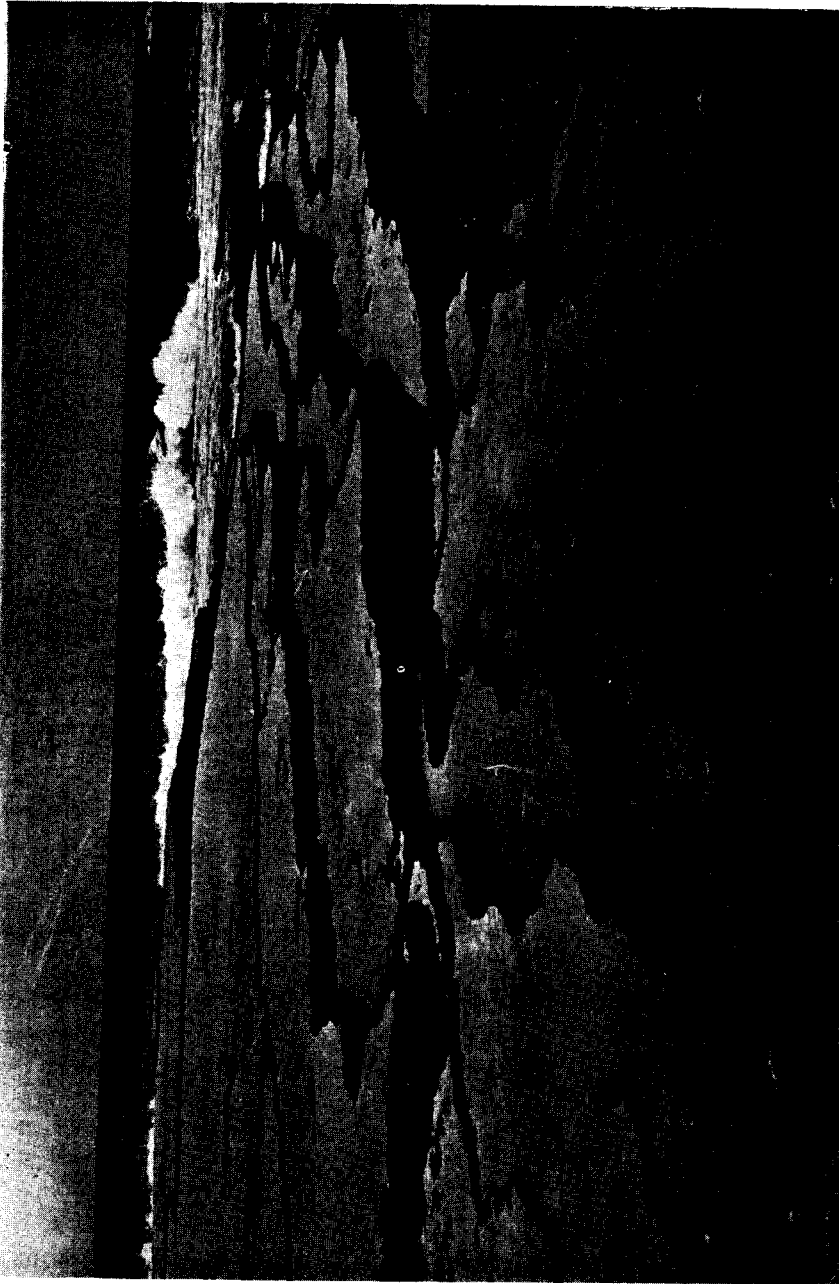


Photo 4. — Escalier de vasques sur la ligne d'arrêcifes de Faux-Cap.



Photo 5. — Sur la ligne d'arrêces d'Ankatravitra. Grandes vasques et bourbelets d'huîtres.

1° — Les arrécifes d'Ankoba

Ils ont été reconnus d'avion, et examinés au sol en 1965 en compagnie de François DOUMENCE. D'avion, on distingue nettement une ligne d'arrécifes, qui se détache de la ligne de rivage à environ 12 kilomètres au Sud d'Ankoba, et s'éloigne progressivement de la côte vers le Nord, jalonnée par des brisants discontinus. Une seconde ligne d'arrécifes semble exister plus au large, donnant des brisants à environ 1,5 kilomètre de la côte, approximativement à la latitude d'Ankoba.

La première ligne d'arrécifes a été examinée au sol à son enracinement. Il s'agit d'une ligne de grès calcaires très durs de texture moyenne, à quartz bien roulés et bien triés, en bancs finement stratifiés en pendage d'une dizaine de degrés vers la mer : donc, de lits de plage typiques. L'ensemble atteint une centaine de mètres de largeur. La disposition monoclinale détermine une série de micro-cuestas, comme dans les beach-rock flamandais, la plus importante, à front de 1,5m de hauteur environ, dominant du côté interne une dépression à fond de sable vaseux. Les bancs stratifiés se délitent en grosses plaques que recouvrent des bourrelets d'huîtres.

Là où ils rejoignent la ligne de rivage, les bancs de grès calcaires passent sous des formations sableuses d'altération rougeâtres qui prouvent qu'il ne s'agit pas d'un beach-rock flamandais, mais d'une formation plus ancienne (son aspect pétrographique n'est d'ailleurs pas celui d'un beach-rock).

Vers le Nord la ligne de grès s'éloigne du rivage, en même temps qu'elle se morcelle en brisants distincts séparés par des passes.

2° — Les arrécifes de la région de Belo-sur-Mer

Au Sud de Belo-sur-Mer, la côte, caractérisée par la présence de plusieurs petits redans, semble présenter des exemples de dispositions identiques. Au Cap Ankarana, à 30 kilomètres au Nord de Belo-sur-Mer, il existe au moins deux lignes d'arrécifes. A trois kilomètres au Sud du Cap, se développe une première ligne d'arrécifes qui se maintient à environ 200 mètres de la ligne de rivage. Une seconde ligne d'arrécifes émerge de l'extrémité du Cap, qu'il prolonge vers le Nord par une série de brisants, selon la même disposition qu'à Fanambosy dans l'Extrême-Sud.

V. — L'origine des arrécifes à Madagascar

L'hypothèse émise par F. OTTMANN (1960) d'un façonnement des arrécifes du Brésil par érosion différentielle dans un matériel ancien pré-flamandais, semble pouvoir s'appliquer aux arrécifes malgaches. A



Photo 6. — La ligne d'arrecifes à 10 kilomètres au Sud d'Ankoba, près de l'endroit où elle décolle du rivage. Dalles de grès-calcaires marins karimboliens, couvertes d'huîtres.

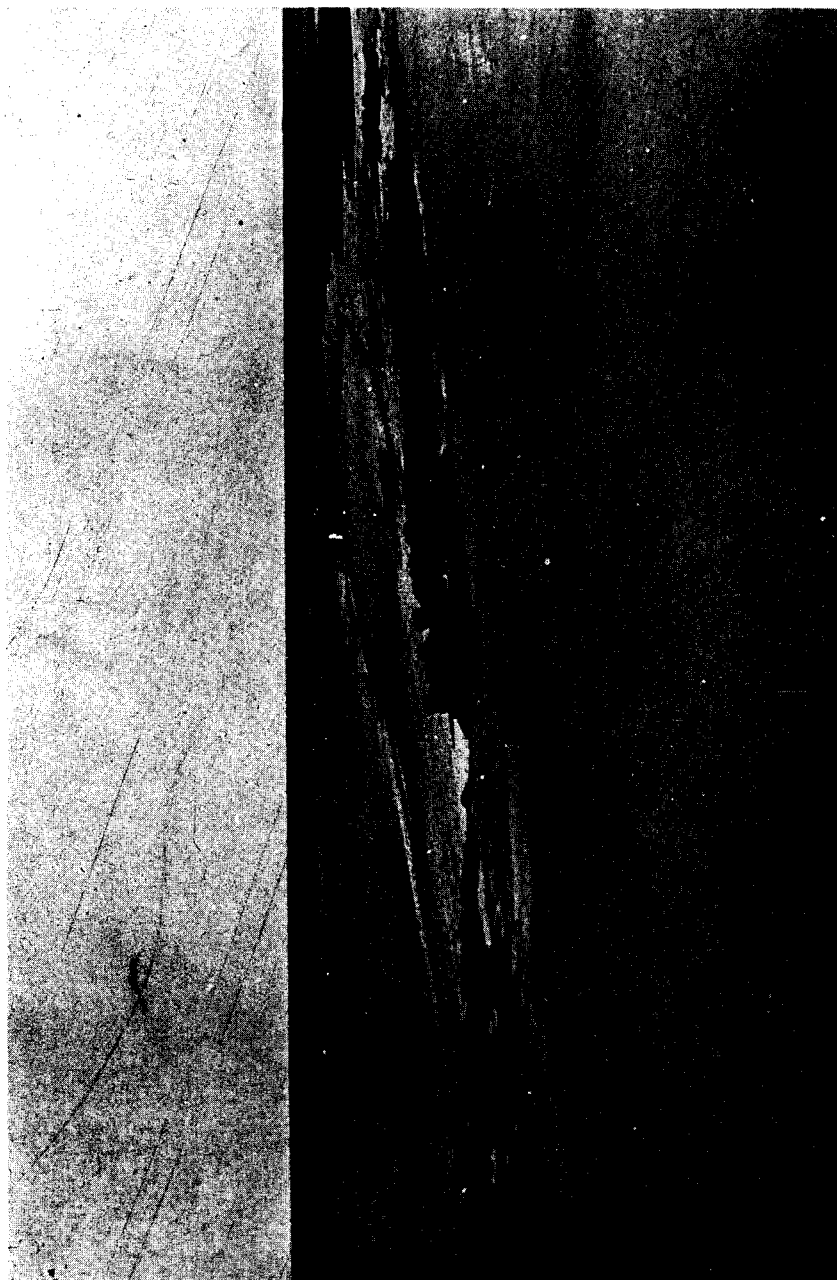


Photo 7. — La ligne d'arrécifes au Sud d'Ankoha.

Faux-Cap, Ankatravitra et Ankoba, des coupes aux lieux d'enracinement des arrécifes au rivage permettent d'acquérir la certitude qu'ils sont façonnés dans des grès calcaires karimboliens. Le même matériel ancien constitue les arrécifes de Fanambosy, Beheloka, Nosy Satrana, et probablement aussi ceux de la région de Belo-sur-Mer.

Même en l'absence de coupes permettant d'emporter la conviction, on peut penser qu'il en est de même pour les arrécifes de la côte Sud-Est. Le système des arrécifes de la région de Manakara n'est que grossièrement parallèle aux crêtes de plage du cordon flandrien. Il est à peu près certain qu'il ne résulte pas de la grésification récente (beach-rock) et partielle d'anciennes crêtes de plages flandriennes successivement formées et détruites au cours de la transgression. La meilleure explication est celle de la destruction par la transgression flandrienne d'un système d'anciens cordons probablement mis en place lors de la régression ayant suivi le maximum marin karimbolien, et légèrement oblique par rapport au système flandrien. Il reste à comprendre pourquoi certaines crêtes de plages karimboliennes ont été grésifiées, et ont pu être ensuite dégagées par érosion différentielle, tandis que la plupart des autres n'étaient pas affectées par une telle pétrification.

F. OTTMANN fait intervenir, pour répondre à cette dernière question, un retrait saccadé de la mer. A chacun des stades d'arrêt de la régression ont été mis en place des sédiments riches en calcaire, qui se sont pétrifiés. Entre chacun de ces stades, des dunes, pauvres en calcaire, se sont formées, et ce sont elles qui, restées meubles, ont été facilement érodées lors de la transgression flandrienne : cela permet à l'auteur de parler d' « inversion de relief » (p. 176).

Sur la côte Sud-Est de Madagascar (comme d'ailleurs dans le Sud et le Sud-Ouest, l'idée d'un retrait saccadé peut être retenue, mais il n'y a pas lieu de faire intervenir la mise en place de dunes entre deux cordons grésifiés. Le problème se pose plus simplement de la manière suivante : pourquoi, dans la succession des crêtes de plage mises en place lors de la régression pré-flandrienne, certaines ont-elles été grésifiées, et d'autres pas ? Et, dans le cas de Faux-Cap et d'Ankatravitra, où l'ensemble du matériel ancien a été grésifié, pourquoi certains bancs grésifiés se révèlent-ils plus résistants à l'érosion que d'autres ?

On peut penser, et cela rejoint l'hypothèse d'OTTMANN, que, dans les phases de régression accélérée, les crêtes de plage mises en place n'auront pas eu le temps de s'enrichir en débris calcaires. S'il a existé des pauses dans cette régression, avec stabilisation momentanée de la ligne de rivage, la ou les crêtes de plage correspondantes auront pu s'enrichir davantage en débris coquilliers, présentant ainsi des conditions favorables à une grésification ultérieure. Mais on peut faire in-

tervenir aussi des apports en calcaire variables dans le temps, dus à des variations dans la température des eaux par exemple, ou à toute autre cause.

Dans le complexe de cordons karimboliens de la région de Tamboherano (R. BATTISTINI — A. GUILCHER et A. M. MAREC — 1970), certains des cordons sont grésifiés dans la masse, d'autres pas. Il semble que, en cet endroit, il faille faire intervenir des apports, variables dans le temps, de sables quartzeux amenés du Sud par la dérive littorale depuis l'embouchure de la rivière Manambaho. Si le complexe karimbolien de Tamboherano était détruit par l'érosion marine, il pourrait demeurer les restes des cordons grésifiés, sous la forme d'arrécifs. D'autres exemples semblables pourraient être trouvés ailleurs qu'à Tamboherano, dans l'Ouest de Madagascar.

Pour revenir à l'hypothèse émise par J. LABOREL, nous connaissons en divers points des côtes malgaches des bancs, parfois importants, de beach-rock flandriens ou sub-actuels, qui peuvent dans certains cas s'être décollés notablement de la ligne de rivage par recul de cette dernière (par exemple dans la caye sableuse de Nosy-Ve en face d'Anakao). Ce décollement de beach-rock ne donne cependant jamais des formes comparables, par leur ampleur, leur continuité, et leur éloignement de la côte, aux arrécifs dont la description fait l'objet du présent article.

BIBLIOGRAPHIE

- J. LABOREL — 1965 — Note préliminaire sur les récifs de grès et récifs de coraux dans le Nord-Est brésilien. *Rec. Trav. St. Mar.* Endoume, Bull. 37, Fasc. 53, pp. 341-344.
- F. OTTMANN — 1960 — Une hypothèse sur l'origine des « arrécifs » du Nordeste brésilien. *C.R.S. Soc. Géol. de France*, Fasc. 7, 1960, pp. 175-176.
- R. BATTISTINI — 1958 — Structure et géomorphologie du littoral karimbola. *Mem. de l'I.R.S.M.*, série F, tome 2, pp. 1-78, 44 fig., 32 fotogr.
- R. BATTISTINI — 1964 — L'Extrême-Sud de Madagascar. Thèse d'Etat. *Ed. Cujas*, 636 p., 180 fig., 121 fotogr.
- R. BATTISTINI, A. GUILCHER, A.M. MAREC — 1970 — Morphologie et formations quaternaires du littoral occidental de Madagascar entre Maintirano et le Cap St-André. Madagascar, *Revue de Géographie*, n° 16, janv. juin, pp. 45-81, 9 fig.



RESUME

Il existe à Madagascar des arrécifes semblables à ceux décrits sur la côte Nord-Est du Brésil. Il s'agit de lignes de brisants grésocalcaires qui peuvent se suivre sur plusieurs dizaines de kilomètres parallèlement à la ligne de rivage. En face de Manakara sur la côte Est, quatre lignes d'arrécifes parallèles entre elles sont décrites. Des formes de même type existent sur la côte Ouest entre le Mangoky et Morondava, ainsi que dans l'Extrême-Sud.

L'examen sur le terrain montre que les grès calcaires qui les constituent sont d'âge karimbolien. Il s'agit d'anciennes crêtes de plage probablement grésifiées lors de la régression ayant suivi le maximum marin karimbolien. Elles ont ensuite été dégagées par érosion différentielles lors de la transgression flandrienne.

SUMMARY

« Arrécifes » similar to those described on the Nord-East coast of Brazil are to be found in Madagascar. They consist in lines of calcareous sandstone reefs which may follow one upon the other for miles in a parallel direction to the shore. Off Manakara, on the East coast, four parallel lines of « arrécifes » are described. Forms of a similar type exist on the West coast between the Mangoky and Morondava, as well as in the extreme South.

Examination shows that the calcareous sandstones of which they are made date from the Karimbolian. They are ancient beach ridges which probably turned into sandstone at the time of the recession which came after the highest level of the Karimbolian sea. Their relief was later made apparent by differential erosion at the time of the Flandrian transgression.

ZUSAMMENFASSUNG

Es gibt in Madagaskar « arrécife », die denjenigen ähneln, die für die NO-Küste Brasiliens beschrieben wurden. Es handelt sich um Reihen von Kalksandsteinklippen, die sich über mehrere Zehner von km parallel zur Küstenlinie verfolgen lassen. Es werden vier vor Manakara an der Ostküste parallel zueinander verlaufende « arrécife »-Reihen beschrieben. Formen des gleichen Typs gibt es sowohl an der Westküste zwischen dem Mangoky und dem Morondava als auch im äußersten Süden der Insel.

Die Untersuchung an Ort und Stelle zeigt, dass die Kalksandsteine, aus denen sie bestehen, dem « Karimbolien » angehören. Es handelt sich um alte Strandwälle, die wahrscheinlich nach dem Höchststand des Meeresspiegels im « Karimbolien » während der folgenden Regression zu Sandsteinen verhärtet und schliesslich während der flandrischen Transgression durch selektive Erosion herauspräpariert wurden.

RESENA

En Madagascar existen arrecifes parecidos a aquellos que se han descrito en la costa Noreste del Brasil. Son líneas de rompientes de piedra arenisca y caliza que se pueden seguir sobre decenas de kilómetros paralelamente a la línea de la orilla. Enfrente de Manakara en la costa Este, cuatro líneas de arrecifes paralelas entre sí están descritas. Formas del mismo tipo existen en la costa Oeste entre el Mangoky y Morondava, así que en el extremo Sur.

El examen en el terreno demuestra que las piedras arenisca y caliza que los componen son de la edad karimboliara. Se trata de antiguas crestas de playas que se han transformado en piedra arenisca con la regresión que siguió al máximo marino karimboliano y se han despejado después con la erosión diferencial de la transgresión flandriana.