

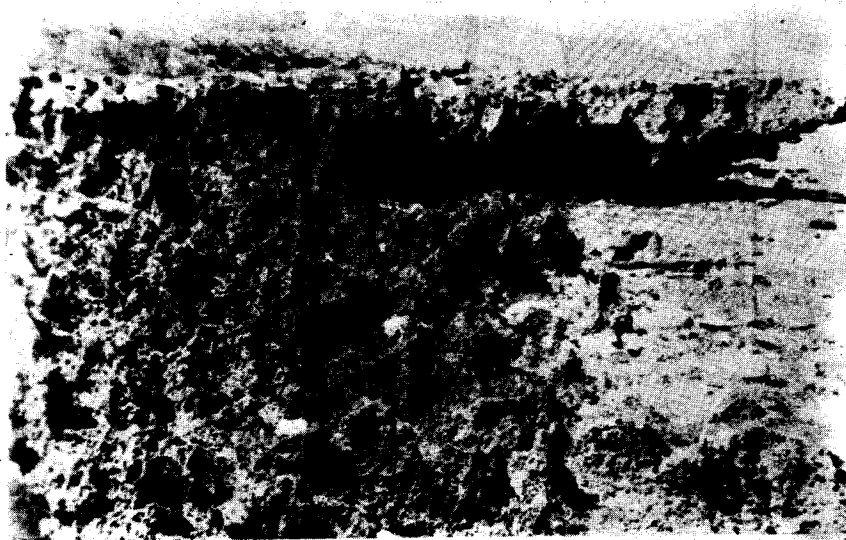
CONTRIBUTION A L'ETUDE GEOGRAPHIQUE
DU LITTORAL MALGACHE :
LES GRES DE PLAGE DE LA REGION DE TULEAR

Tout au long du littoral de la plaine de Tulear, depuis l'embouchure de l'Onilahy jusqu'à Ifaty et au-delà, apparaissent des affleurements discontinus de bancs de grès quaternaires, à faible pendage vers la mer. Lorsqu'ils sont érodés, ils forment des « micro-cuestas » successives, caractéristiques, dont le front fait face au rivage.

Simple trottoir au niveau de la racine de la flèche de Sarodrano, ces grès s'étendent et couvrent presque intégralement la zone intertidale dans la baie d'Ifaty et de Ranobe. Au sud de l'Onilahy, on les retrouve sur le littoral de Soalara avec des chaos de pierres au niveau des hautes mers. Ils bordent donc le littoral sur de très nombreux kilomètres.

D'une façon générale, ce sont des sédiments riches en sables coquilliers plus ou moins consolidés par un ciment calcaire. Une analyse plus précise montre qu'il s'agit de grès coquilliers englobant des débris divers, grains de quartz et galets roulés allant jusqu'à engendrer par endroits de véritables poudingues. Nous y avons même aperçu des morceaux de coraux récents, ce qui prouve l'extrême jeunesse de cette formation. La consolidation est variable avec des secteurs carrément durs allant parfois jusqu'à de véritables croûtes.

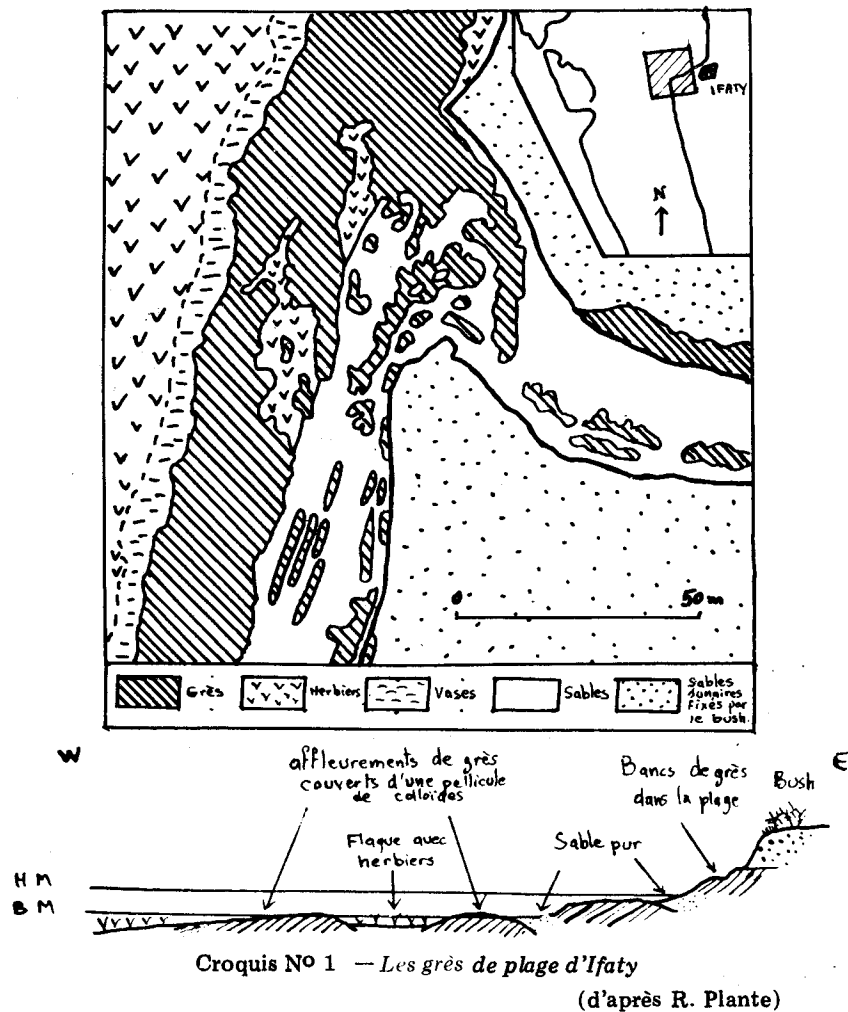
La surface des revers, criblée de cupules et d'alvéoles en nids d'abeille, montre qu'ils s'érodent en lapiés dans la partie supérieure, en une plate-forme d'abrasion dans le secteur inférieur. Les bancs anciens, de teinte gris sombre,



Grès de plage extrêmement lapiazés. Notez l'encorbellement.

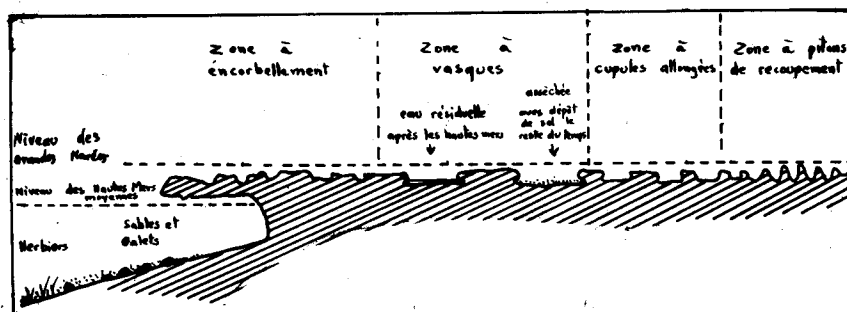
sont très souvent faillés, disloqués, puis déchaussés, parcourus d'accidents de surface dans lesquels s'inscrivent parfois les racines des palétuviers. Un bon exemple nous est fourni par le banc de la Grande Source de Sarodrano (cf. photo).

L'altitude des bancs ne dépasse jamais 1 m à 1,50 m au-dessus du niveau des hautes mers des grandes marées. Les bancs sont tantôt parsemés de galets issus des bancs mêmes, tantôt plus ou moins recouverts de vase colloïdale noire collante à la chaussure ou bien de sables de plages. Leur présence à faible profondeur sous la mangrove est attestée par les racines adventives qui partent du tronc principal d'une hauteur nettement plus grande que d'ordinaire : la faible profondeur du banc de grès sous-jacent fait obstacle à leur enfoncement. Vers le large, ces bancs peuvent se rapprocher jusqu'à quelques dizaines de centimètres de la surface (cf. croquis N° 1).



Leur profondeur est variable en raison de la présence de micro-synclinaux tant le long du littoral que perpendiculairement à celui-ci. Ces ondulations sont d'ordre décimétrique ne dépassant jamais une soixantaine de mètres. Leur rayon de courbure est assez modéré. A chaque micro-anticlinal correspond une avancée vers le large tandis que les micro-synclinaux donnent de petites échancrures de quelques dizaines de mètres de profondeur, soulignées par des herbiers qui découvrent à marée basse.

Au niveau des micro-anticlinaux, une certaine zonation dans le modelé apparaît, soulignant les progrès de l'érosion ; nous distinguons quatre éléments (cf. croquis N° 2) :



Croquis N° 2 — Zonation dans les grès de sable au nord de la grotte de Sarodrano.

— une plate-forme cupulée en surface dont le tracé présente de nombreux rentrants et saillants. Son front, irrégulier, comporte des ressauts avec encorbellement. Le porte-à-faux de ceux-ci peut dépasser 1,50 m mais c'est assez rare. Le niveau moyen des hautes mers correspond à la base du ressaut. L'encoche basale est uniquement due à la corrosion marine car ici la marée se fait par une remontée lente des eaux et sans vague. Les actions mécaniques sont par conséquent très faibles, et leur action mineure. Toute cette zone est parfaitement encroûtée de coquilles d'huîtres. De nombreux oursins, mollusques lithophages et crustacés contribuent activement à l'attaque de la roche.

— une zone trouée de vasques, de taille variable, généralement larges et peu profondes avec de petits encorbellements sur leur pourtour. Les cloisons qui séparent les plans d'eau sont sinueuses, à contours plus ou moins lobés, et souvent étroites. Ce secteur n'est recouvert qu'exceptionnellement lors des grandes marées ; par contre il est directement affecté par les embruns qu'amènent les brises de mer. La corrosion est encore l'élément déterminant car, l'évaporation, forte, engendre de fortes concentrations de sels dans le fond des vasques. L'action mécanique des vagues est nulle.

— un secteur extrêmement criblé par des cupules peu profondes plus ou moins ovales et assez allongées. La roche ressemble à une véritable éponge. Longues de 15 à 30 cm et larges de 5 à 10 cm, ces alvéoles sont toujours per-

pendiculaires au rivage. Nous n'avons su interpréter la raison de cette orientation. Peut-être faut-il y voir un effet du pendage qui est de même direction ?

— enfin, sur quelques mètres, une zone à petits pitons de calcite, saillants de 10 à 25 cm de hauteur dont l'origine est à mettre en relation avec de multiples recoupements d'alvéoles et de cupules. Ceux-ci n'ont pu entamer les secteurs où la proportion de calcite était forte, ainsi qu'ils l'ont fait pour les parties intermédiaires plus gréseuses et plus tendres.

Au niveau de micro-synclinaux, les échancrures ne montrent plus, dans leur fond, que des secteurs à pitons de recoupement. Il faut voir là une action plus efficace de la mer, pénétrant plus profondément vers la terre grâce aux micro-synclinaux : les trois premières zones, très attaquées, ont disparu et la zone à pitons est le dernier témoin de l'existence de l'ancien banc gréseux.

La formation des grès de plage est généralement associée aux climats chauds, à longues saisons sèches, des régions tropicales et subtropicales. Nous avons pu faire une observation intéressante qui est susceptible de contribuer à éclaircir l'origine de la formation de ces grès : les remontées locales du banc se traduisent très souvent par une recrudescence des suintements et des écoulements superficiels des eaux d'origine karstique. Il semble bien, qu'exception faite des zones fracturées (Grande Source), les bancs soient plus ou moins imperméables dans leur masse et agissent sur le niveau de sortie des eaux souterraines.

Nous croyons donc que l'origine de ces grès est à mettre en relation étroite avec l'affleurement même de la nappe phréatique à une époque où les sources coïncidaient avec le niveau marin.

Les bancs observés correspondraient soit à des alignements dunaires grésifiés et séparés par des sillons interdunaires parallèles à la direction générale du rivage, soit à d'anciennes plages. Le pendage mesuré est toujours inférieur à 10° , soit sensiblement une inclinaison correspondant à celle de la plage ; cela semble signifier que chaque banc correspondrait à un profil ancien de plage ou de dune littorale.

Les eaux karstiques sont ici souvent magnésiennes, plus ou moins tièdes (autour de 25°), et chargées de carbonate de chaux en proportion variable. Dans un premier temps, ces eaux chargées auraient précipité et entraîné un début de consolidation ; puis, par la suite, les eaux, restant encore suffisamment agressives, auraient dissous les éléments calcaires du sable de plage, particulièrement nombreux en raison de la présence de débris de coquilles. Au contact de l'eau marine, ils se seraient précipités sous forme de microscopiques aiguilles d'aragonite qui constituent le ciment calcaire soudant les grains de sable, centres de cristallisation, après transformation en calcite. La grésification s'effectuerait ainsi.

L'épaisseur des bancs serait directement liée aux variations du marnage (les fortes épaisseurs correspondant aux fortes amplitudes de marées) et à l'ampleur des infiltrations de la nappe phréatique.

Mais on peut aussi admettre une explication physico-chimique. L'évaporation de l'eau chargée en sels est particulièrement forte dans la région de Tulear, surtout à marée basse. Elle provoque une sursaturation de la partie superficielle des sables et des eaux. Cette action, les différences de températures pouvant exister entre eaux marines et eaux continentales, ainsi que

d'importantes actions biologiques joueraient conjointement : la décomposition du calcaire associé à des composantes organiques libérerait du calcaire pur qui précipiterait sous l'influence de phénomènes bactériens et d'algues microscopiques (lithothamniées), importants au voisinage de récifs coralliens. L'induration de la plage partirait de la ligne de basse mer de vives-eaux jusqu'à environ 2 m au-dessus de la ligne des plus hautes mers.

Tout en donnant la priorité à la première hypothèse dans le cas particulier de la région de Tulear, en raison de la coïncidence systématique entre sources magnésiennes et bancs de grès, nous n'excluons nullement la seconde qui peut au contraire très bien concourir avec la première.

Dans le cas qui nous intéresse nous avançons l'hypothèse selon laquelle la mise en place se serait faite en quatre temps :

— tout d'abord la nappe phréatique sort à peu près au niveau de la plage et des cordons dunaires du littoral. Le mélange avec l'eau de mer se fait soit directement lors des marées hautes soit par imprégnation des sables. Quoiqu'il en soit le processus de la grésification décrit précédemment entre en jeu.

— puis, sans doute sous l'effet d'une légère fluctuation négative du niveau de la mer, la précipitation du calcaire s'intensifie car le niveau de base étant plus bas, l'écoulement par infiltration se généralise. Les bancs gréseux s'épaississent.

— de nouveau, une légère remontée du niveau de base et probablement aussi une légère subsidence d'ensemble ont fait que les grès sont peu à peu inondés, déformés et démantelés par l'érosion marine, sauf dans les cas où ceux-ci sont protégés par l'envasement (Anse de Sarodrano).

— enfin, la légère régression dunkerquienne fait affleurer de vastes surfaces qui sont alors soumises à l'érosion et à l'abrasion marine.

Nous aboutissons à la situation actuelle (cf. croquis N° 3) où nous voyons que les bancs gréseux, imperméables dans leur masse, obstruent les anciennes sorties des eaux souterraines en formant un véritable barrage karstique qui force les eaux à remonter.

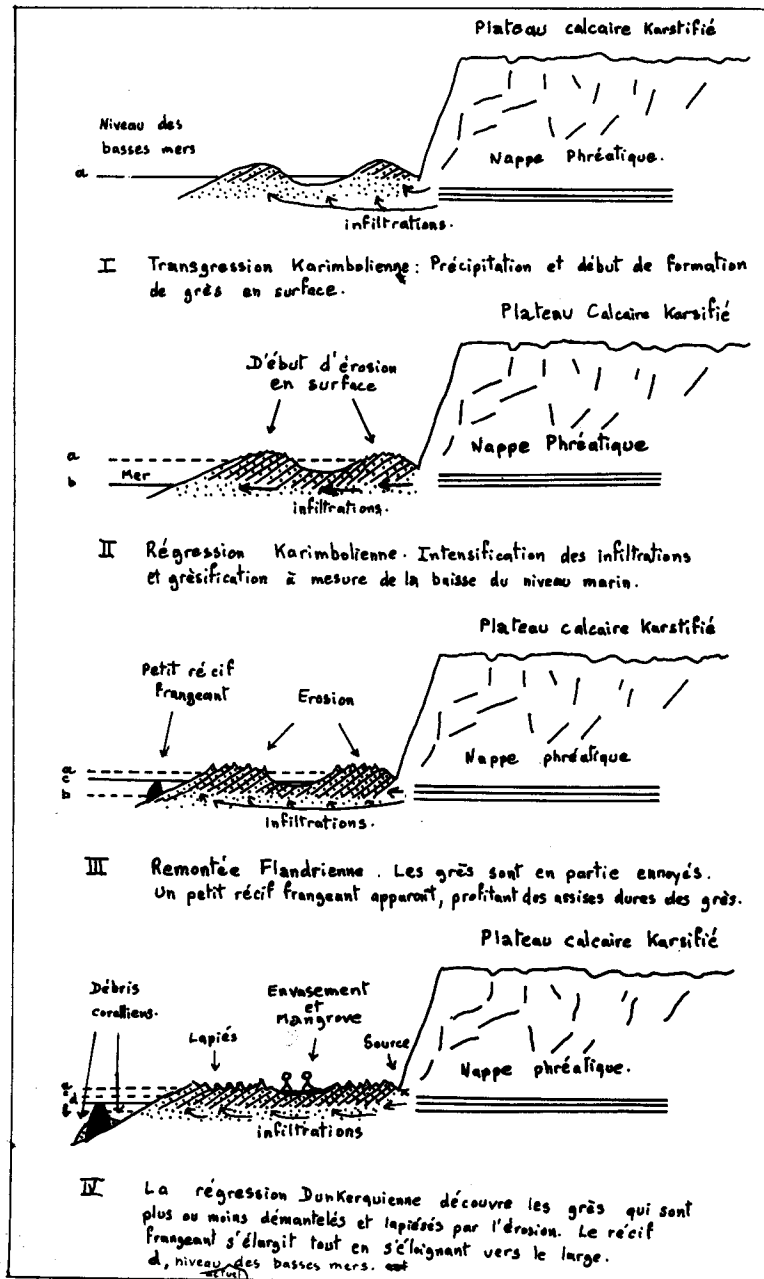
Celles-ci sourdent de trois façons :

- au-dessus du banc par pression (Grotte de Sarodrano) ;
- dans le banc lorsqu'il est fracturé (Grande Source) ;
- sous le banc, parfois en mer, profitant de ses faiblesses, en jaillissant par pression.

L'écoulement se fait donc essentiellement sous pression et se trouve facilité par la présence de la faille, perpendiculaire à l'écoulement souterrain. Les sources d'eau douce ou saumâtre qui jaillissent en mer sont à l'origine d'un spectacle pour le moins singulier : les zébus n'hésitent pas à patauger dans la mer pour s'abreuver aux endroits où l'eau douce fait surface.

Profitant des assises dures des grès, des îlots de récifs frangeants ont pu se constituer sur l'extérieur de la formation.

Le rôle géomorphologique des grès de plage est variable. Il est nul dans le fond de la baie de Sarodrano puisque envasé en grande partie derrière et sous la mangrove littorale. Il est beaucoup plus efficace vers Ifaty où il joue un rôle de brise-lame : la côte déjà bien protégée par les récifs-barrières n'est plus attaquée même lors des houles fortes. L'érosion ne peut s'exercer que là où



Croquis N° 3 — La morphogenèse des grès de plage de Sarodrano.

les bancs sont interrompus (cas des micro-synclinaux). Par contre, leur présence peut servir d'ancrage à la sédimentation comme c'est le cas sur le front deltaïque du Fiherenana au nord de la plage de la Batterie.

Enfin, si l'on admet l'hypothèse d'une ancienne ligne de rivage grésifiée, nous avons là un repère pratique de la morphogenèse littorale. Lorsque les bancs sont décollés du rivage, cela témoigne d'un recul de la côte sous l'action de la mer. Au contraire, lorsque ceux-ci sont envasés, cela signifie que la sédimentation l'emporte.

De l'analyse de ces bancs sur plus de 50 km, on retire l'impression d'une évolution morphologique très rapide et sans aucun doute encore active de nos jours.

Jean-Noël SALOMON

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

BATTISTINI (R.) 1964 — « L'Extrême-Sud de Madagascar ». Thèse, Tome II, le littoral, *Etudes Malgaches*, XI.

GUILCHER (A.) 1961 — Le « Beach-rock » ou grès de plage. *Ann. de Géogr.*, LXX, pp. 113-125.

PLANTE (R.) 1964 — Contribution à l'étude des peuplements de hauts niveaux sur substrats solides non-récifaux dans la région de Tulear. *Thèse*, 103 p., Recueil des travaux de la Station marine d'Endoume.