

LE 12 AVR 1972

N° 2605

SUR LA BATHYMÉTRIE ET LA SÉDIMENTOLOGIE D'UNE PORTION DE PLATEAU CONTINENTAL DE LA CÔTE NORD-OUEST DE MADAGASCAR : DE NOSY-MITSIO A NOSY-FALY

(PLANCHE N° 2)

PAR

J. DANIEL, J. DUPONT et C. JOUANNIC

(ORSTOM, Nossi-Bé)

RÉSUMÉ

Le plateau continental, à la latitude des îles Mitsio, possède une pente faible et régulière. Il existe toutefois, au nord de la baie d'Ambaro, une zone dépressionnaire allongée suivant un axe Sud-Est-Nord-Ouest, qui peut correspondre à une ancienne vallée fluviale creusée par les fleuves Ifasy et Mahavavy lors de l'époque de la régression antéflandrienne, mais qui peut également résulter d'une fracture en relation avec une zone de faiblesse tectonique : ces deux hypothèses ne sont d'ailleurs pas incompatibles.

Du point de vue sédimentologique, seuls les matériaux fins récemment à actuellement apportés par les fleuves côtiers se déposent au-delà de la zone littorale : ils forment ainsi une sorte de ceinture vaseuse périlittorale, toutefois encore discontinue, qui vient recouvrir en partie des sables quartzes plus anciens, auxquels s'associent en plus ou moins grande quantité des apports organogènes essentiellement formés de tests et de débris calcaires.

★

Limitée au Nord-Ouest par les îles Mitsio, à l'Est par les plaines de la Mahavavy et de l'Ifasy, au Sud-Est par la chaîne gréseuse du Galoka, au Sud-Ouest par la presqu'île d'Ambato et Nosy-Faly, la région qui fait l'objet de cette étude est située approximativement entre 48° 30' et 49° Est-Greenwich en longitude, 12° 50' et 13° 25' Sud en lati-

tude : d'une quarantaine de milles (1) du Nord au Sud, sur une vingtaine d'Ouest en Est, il s'agit là de la moitié interne du plateau continental malgache à cette latitude. S'y jettent les fleuves Ifasy, Mahavavy et Mananjeba, qui prennent tous trois leur source dans le Massif du Tsaratanana.

Les travaux en mer ont été effectués à bord de l'*Ambariaka*, par échosondages et prélèvements à la benne ou au carottier léger (1,50 m maximum). Le point a été réalisé au cercle hydrographique, et compte tenu de la morphologie de la côte (celle-ci est basse, à palétuviers, l'arrière-pays est montagneux), sa précision moyenne est estimée à 1/4 de mille.

LA BATHYMÉTRIE

Les profils d'enregistrement par échosondages ont permis de mettre en évidence, dans un paysage par ailleurs monotone, une zone dépressionnaire allongée Nord-Ouest-Sud-Est.

La pente moyenne du plateau continental est faible (elle varie de 1 à 3 pour mille). Le relief est peu accidenté : il est formé d'une succession d'ondulations irrégulièrement agencées, et d'une hauteur ne dépassant jamais 10 mètres.

(1) 1 mille marin = 1.852 mètres.

14 AVR. 1972

C.R. Sem. Géol. Madagascar 1970

O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence
n° 5378 Géol.

Cette pente reste perpendiculaire à la ligne de rivage : elle donne ainsi à la topographie de la moitié sud du secteur l'allure générale d'une cuvette, évasée vers le Nord-Ouest. Le centre de cette cuvette est occupé par une zone dépressionnaire, qui s'individualise par l'augmentation sensible de la pente aux environs de l'isobathe de 30 mètres : allongée suivant un axe Sud-Est-Nord-Ouest, elle atteint 56 mètres de profondeur, et communique vers la partie externe du plateau continental (donc au NW) par des fonds d'une trentaine de mètres.

L'existence d'une telle zone dépressionnaire peut être attribuée à une ancienne vallée fluviale, qu'auraient emprunté à l'époque de la régression antéflandrienne l'Ifasy, et même la Mahavavy, à une époque où le cours de ce dernier fleuve était beaucoup plus Sud qu'actuellement. (l'étendue de son delta rend l'hypothèse plausible). Une telle vallée fluviale submergée serait alors à rapprocher de celles décrites plus au Sud par BERTHOIS et CROSNIER (1966) à propos de la Betsiboka, par HERVIEU (1968) à propos de la Mahajamba et de la Tsiribihina, par BARRISTINI (1960) puis par DUPONT et JOUANNIC (1967) à propos du Sambirano.

Une deuxième hypothèse peut toutefois être avancée : dans sa thèse sur le Nord malgache, de SAINT-OURS (1960) voyait une importante zone de faiblesse tectonique, de direction générale Sud-Est-Nord-Ouest, dans la région s'étendant de la baie d'Ampasindava sur la côte Nord-Ouest à la baie d'Antongil sur la côte Est : selon lui, la région marine comprise entre les presqu'îles d'Ampasindava et d'Ambato se serait affaissée récemment, et appartiendrait à cette zone d'effondrement. Il n'est pas impossible alors que la zone dépressionnaire, ici décrite, en raison de sa direction d'ensemble identique et de sa proximité géographique (6 milles au nord-est de Nosy-Faly), soit en relation avec cette zone d'effondrement.

Ces deux hypothèses ne sont d'ailleurs pas incompatibles : l'Ifasy, voire la Mahavavy, peuvent lors de la régression antéflandrienne avoir emprunté comme parcours cette éventuelle zone de fracture.

LA SÉDIMENTOLOGIE

L'étude sédimentologique conduit à distinguer trois types fondamentaux de sédiments : les dépôts organogènes : sables coquilliers, à Foraminifères, ou coralliens, les sables quartzeux, enfin les vases terrigènes. Les premiers, constitués essentiellement de matériaux calcaires, s'associent en quantité variable aux deux autres types sédimentaires.

Aussi, de l'analyse des prélèvements, les deux critères retenus pour la réalisation de la carte sédimentologique ont-ils été : le *pourcentage en fraction fine* ($< 40 \mu$) de l'échantillon brut, qui permet la définition des vases (plus de 70 p. 100 de fins), des vases sableuses (de 40 à 70 p. 100 de fins) et des sables (moins de 40 p. 100 de fins) et la *teneur en $CaCO_3$* , qui permet d'apprécier l'importance respective des fractions organogène et terrigène en chaque point.

Compte tenu de ces associations terrigène-organogène, il y a lieu finalement de considérer deux grands ensembles, ce que tente de faire ressortir la carte sédimentologique : les formations vaseuses et vaseuses d'une part, les formations sableuses d'autre part.

a. *Les formations vaseuses et vase-sableuses.* — Caractérisées par l'importance de leur fraction fine (40 p. 100 au moins, mais souvent plus de 85 p. 100), elles se répartissent en trois zones plus ou moins larges, disposées essentiellement le long du littoral. Deux d'entre elles se situent à proximité des zones d'apports fluviaux, devant les embouchures de la Mahavavy et de la Mananjeba d'une part, devant celle de l'Ifasy d'autre part. Elles représentent le terme extrême d'un dépôt par granoclassement : on trouve en effet successivement, depuis ces embouchures vers le large, des sables quartzeux grossiers, des vases sableuses micacées, enfin des vases. Essentiellement terrigènes, dans la plus grande partie de leur étendue (moins de 10 p. 100 de $CaCO_3$), celles-ci s'enrichissent en organismes marins sur leur bordure Ouest et passent alors progressivement à des vases sableuses moyennement riches en calcaires. La pauvreté de la faune macrobenthique à la surface de ces sédiments s'explique, selon R. PLANTE, par l'intervention de facteurs abiotiques : la forte turbidité de l'eau, les baisses importantes de la salinité, la diminution de la concentration en oxygène au niveau du fond durant les périodes de fortes pluies.

La troisième zone vaseuse, large d'environ trois milles, borde l'est et le nord de Nosy-Faly. Elle est en relation avec la vaseuse du nord de la baie de Tsimipaika (baie située entre Nosy-Faly et Nosy-Be). Elle se distingue des deux précédentes par sa richesse relative en calcaire : 30 p. 100 en moyenne. Elle aussi se charge en organismes marins vers le centre de la cuvette, et est donc également bordée par des vases sableuses moyennement calcaires.

b. *Les formations sableuses.* — Les faciès sableux sont caractérisés par la prédominance de leur fraction grossière ($> 40 \mu$) : de 60 à 100 p. 100. Ils se répartissent en deux zones, reliées entre elles

par deux couloirs au travers des vases périlittorales : une frange littorale de sables quartzeux, large d'environ 1 mille, formant l'estran, et une vaste étendue de sables quartzo-coquilliers à Foraminifères, qui recouvrent plus de la moitié nord-ouest du secteur.

L'importance des dépôts organogènes dans ces formations sableuses croît au fur et à mesure que l'on se dirige vers le large, pour devenir maximum (voisine de 100 p. 100) dans les zones récifales des îles Mitsio. Celles-ci constituent en effet un milieu générateur de grande importance. Des récifs frangeants se sont largement développés autour de ces îles et aussi de Nosy-Faly, en raison de bonnes conditions écologiques locales : exposition aux houles de talio (W) et des alizés (NE), faible turbidité de l'eau, conditions de température et de salinité favorables. Les zones récifales et périrécifales sont très riches en algues calcaires (*Halimeda*), en Foraminifères variés, dont le plus caractéristique est *Cycloclpeus*, en Bryozoaires et en Lithotamniées, enfin en débris coquilliers de toute sorte.

En dehors des zones récifales s'associent aux sables quartzeux en quantité très variable (de 10 à 80 p. 100) les débris coquilliers et les Foraminifères. Les premiers sont constitués essentiellement de coquilles de Lamellibranches et de Gastéropodes de tailles diverses, et dans une moindre mesure de débris d'Echinodermes et de Crustacés. Les Foraminifères les plus représentés sont des Orbitolidés (*Marginopora*) et des Nummulitidés (*Operculina*, *Amphistegina*) ; sont également fréquents les Miliolidés, les Textulariidés et les Alvéolinidés.

La zone littorale est caractérisée par sa pauvreté en organismes marins, tout au plus représentés par quelques Lamellibranches et Gastéropodes.

L'étude de la fraction terrigène, dont la partie grossière est essentiellement quartzeuse, est basée sur l'analyse granulométrique des échantillons décalcifiés. Elle montre que l'on se trouve en présence d'un mélange hétérogène de grossiers et de fins, que la fraction fine devient négligeable à partir d'une certaine distance de la côte et enfin que les médianes des fractions grossières ont des valeurs très dispersées : la fraction quartzeuse ne fait pas l'objet d'un granoclassement suivant une direction donnée.

c. *Interprétation.* — Si la sédimentation organogène semble simple et dépendre essentiellement des facteurs écologiques, le mode de mise en place de la fraction terrigène apparaît plus complexe : il est possible a priori d'avancer au moins deux hypothèses.

Première hypothèse. — L'ensemble des sédiments superficiels sont actuels à subactuels, et sont apportés par le système fluvial Mananjeba, Mahavavy et Ifasy. Les matériaux se déposent par granoclassement à l'embouchure de ces fleuves ; les sables d'abord, formant ainsi l'estran, puis les vases sableuses, enfin les vases. Les sables sont repris par une dérive littorale Nord-Sud dominante, dus à la houle de Nord-Est des alizés, et sont entraînés jusque dans le fond de la baie d'Ambaro, où ils s'accumulent.

Ils sont alors repris par de forts courants Sud-Nord dans le fond de la baie d'Ambaro et Est-Ouest devant le delta de la Mahavavy, et s'échappent ainsi par deux couloirs traversant les vases périlittorales pour se disperser sur tout le plateau au sud et à l'est des Mitsio.

Deuxième hypothèse. — Sur une formation sableuse, qui aurait acquis les traits essentiels de sa morphologie lors de la grande régression antéflandrienne, se constitue, d'une manière d'ailleurs incomplète, un remblaiement de dépôts récents, essentiellement fins, apportés par le système fluvial actuel. Les matériaux grossiers charriés par ces fleuves ne dépassent pas la zone littorale.

Cette hypothèse est soutenue par BERTHOIS, dans une étude comparable sur l'estuaire de la Betsiboka, et par HERVIEU dans une étude sur la côte Ouest malgache.

L'ensemble des observations sédimentologiques et structurales sont en fait nettement favorables à la seconde hypothèse. Les arguments en faveur de celle-ci ou à l'encontre de la première sont en effet nombreux :

— les mesures de courantométrie faites en baie d'Ambaro, en particulier au-dessus de deux zones d'échappatoire supposées pour les sables, n'ont pas révélé de courants exceptionnels sur le fond (maximum de l'ordre de 0,5 nœud), qui soient capables de transporter une telle masse de sédiments ;

— l'extension géographique des sables quartzeux est considérable : on les rencontre jusque dans le nord de Nosy-Bé et dans l'ouest des Mitsio. Une telle extension, si elle était actuelle, serait d'autant plus étonnante que celle des sédiments fins, pourtant plus facilement transportés, est relativement faible ;

— on observe l'absence d'un granoclassement parmi les sables quartzeux : on devrait s'attendre

au contraire, dans le cas de la première hypothèse, à un granoclassement bien marqué de la côte vers le large ;

— les mélanges hétérogènes de fins et de grossiers, révélés par l'analyse granulométrique, interdisent de penser que les dépôts de fins et de grossiers se sont faits en même temps ;

— enfin et surtout des structures d'enneolement et de remplissage sont très visibles sur les échogrammes : on peut en effet voir souvent les formations sableuses plonger sous les formations vaseuses.

Quant aux dépôts fins qui entourent Nosy-Faly, ils occupent une surface relativement importante et ont une épaisseur suffisamment forte pour masquer sur les enregistrements les structures sous-jacentes. Il semble difficile de voir dans le seul lessivage de Nosy-Faly et du nord de la presqu'île d'Ambato, qui constituent un arrière-pays d'étendue restreinte, la source d'une telle sédimentation. Si ces sédiments vaseux, d'autre part, provenaient de l'Ifasy, on ne voit pas pourquoi ils seraient séparés aussi nettement des vases qui s'étendent devant l'embouchure de ce fleuve, par un couloir sableux relativement large (3 milles), en l'absence, on l'a vu, de courants notables.

Or cette ceinture vaseuse communique au Nord-Ouest avec une grande vasière qui recouvre tout le nord de la baie de Tsimipaika, entre Nosy-Faly et Nosy-Bé. On peut alors imaginer qu'à l'époque récente où le fleuve Sambirano se jetait dans cette baie, les sédiments fins charriés par celui-ci aient été suffisamment abondants pour déborder Nosy-Faly et venir se plaquer sur son flanc Est, sous l'influence conjuguée des houles d'Ouest et de Nord-Est. L'étendue vaseuse de la région de Nosy-Faly devrait donc être attribuée au Sambirano et serait ainsi fossile.

HERVIEU attribue les sables quartzeux précontinentaux au remaniement de sédiments continentaux pliocènes. A l'appui de cette thèse, il a été mis en évidence, dans le fond de la baie d'Ambaro, grâce à deux carottages, l'existence d'une formation sableuse, de couleur rouille, quartzreuse, contenant quelques blocs d'argile rouge indurée située au-dessous de 12 et 50 centimètres de dépôts fins. Le caractère continental de cette formation est accusé, et présente une analogie certaine avec le pédiment sablo-argileux qui s'étend au pied des chaînes gréseuses isaliennes, telles que celles du Galoka, et que les auteurs (de SAINT-OURS) attribuent à l'époque pliocène.

C.R. Sem. Géol. Madagascar 1970

CONCLUSION

Il s'agit ici de résultats partiels d'une étude plus vaste entreprise par le Laboratoire de Géologie du Centre ORSTOM de Nosy-Be, et qui est l'étude bathymétrique et sédimentologique du plateau continental et de la pente continentale qu'une zone allant de la presqu'île d'Ampasindava au Cap Saint-Sébastien.

Ces travaux rejoignent par leurs conclusions ceux qui ont été réalisés par le Laboratoire dans la région de Sambirano et des environs de Nosy-Be, dont ils constituent le prolongement vers le Nord-Est, ainsi que, on l'a vu, ceux effectués par BERTHOIS et CROSNIER (1966) sur la Betsiboka, et par HERVIEU (1968) sur l'ensemble du plateau continental de l'Ouest malgache : la sédimentation actuelle se limite à la formation de vasières devant l'embouchure des principaux fleuves côtiers, tels que la Mananjeba et la Mahavavy, l'Ifasy, le Sambirano..., les apports sableux fluviaux actuels ne dépassant pas la zone littorale. Cette sédimentation recouvre des formations sableuses, essentiellement quartzuses, dont la morphologie indiquerait qu'elles remontent au moins à l'époque de la régression antéflandrienne.

(Manuscrit remis le 1^{er} mai 1969).

BIBLIOGRAPHIE

- BATTISTINI R., 1960. — *Description géomorphologique de Nosy-Be, du delta du Sambirano et de la baie d'Ampasindava*, Mém. IRSM, Série F, tome III, 223 p.
- BERTHOIS L. et GUILCHER A., 1956. — *La plaine d'Ambilobe. Etude morphologique et sédimentologique*. Rev. Géomorph. dynam, mars-avril, pp. 33-52.
- BERTHOIS L. et CROSNIER A., 1966. — *Etude dynamique de la sédimentation au large de l'estuaire de la Betsiboka*. Cahiers ORSTOM, série océanographique, vol. IV, n° 2, pp. 49-130.
- BESAIHIE H., 1936. — *Recherches géologiques à Madagascar. La géologie du Nord-Ouest*. Mém. de l'Académie Malgache, fasc. XXI.
- DUPONT J. et JOUANNIC C., 1967. — *Bathymétrie et sédimentologie du plateau continental des environs de Nosy-Be*. Rapport ORSTOM, non publié.
- HERVIEU J., 1968. — *Contribution à l'étude de l'alluvionnement en milieu tropical*. Mém. ORSTOM n° 24, 463 p.
- PLANTE R. et PLANTE CUNY M.-R., 1969. — *Premiers résultats de l'étude des populations de Macrobenθος et des diatomées benthiques dans une baie en milieu tropical*. III^e Symposium européen de Biologie Marine, 2 juillet 1969. Sous presse.
- SAINT-OURS J. de, 1960. — *Etudes géologiques dans l'extrême-Nord et l'archipel des Comores*. Thèse. Serv. Géol., Tananarive.

48°40'

Longitude EST (Greenwich)

49°

