

Geoph.

MÉMOIRES DE L'INSTITUT SCIENTIFIQUE DE MADAGASCAR

Série D — Tome VI — 1954

INTERPRÉTATION TECTONIQUE DE LA GRAVIMÉTRIE DE MADAGASCAR

par le

R. P. Louis CATTALA

Nous avons dessiné en juin 1953 une carte provisoire des anomalies de BOUGUER à Madagascar (1). Les mois suivants de saison sèche ont été consacrés aux mesures sur le terrain dans la région de Majunga. Sans attendre que ces dernières mesures soient calculées nous voudrions tenter une interprétation des résultats déjà acquis dans le Sud et l'Ouest de la grande île.

Nous ne saurions trop insister sur le caractère provisoire de cette interprétation ; en effet, nous n'avons pas eu encore les moyens d'effectuer les corrections topographiques de nos mesures, et, quand nous parlons ici d'anomalie de BOUGUER, il s'agit uniquement de la correction de plateau indéfini ; on sait ce qu'elle a d'approximatif.

Comme l'avait fait E. C. BULLARD dans son étude de l'Est Africain (2), nous avons porté les valeurs de l'anomalie ainsi calculée sur un graphique en prenant pour coordonnées, en abscisses les altitudes, en ordonnées les anomalies de BOUGUER (fig. 1) ; le côté négatif des abscisses représente les profondeurs océaniques.

S'il n'y avait aucune compensation isostatique et que la densité des roches soit partout 2,67, valeur avec laquelle nous avons calculé la correction de BOUGUER, tous les points viendraient se placer sur l'axe des abscisses. Si, au contraire, la densité étant toujours 2,67, la compensation isostatique était parfaite en tout lieu de Madagascar, tous les points viendraient se placer sur la droite passant par l'origine :

$$y = 0,1118 x$$

Ceci aux corrections topographiques près, puisque nous ne les avons pas faites.

Les quelques observations océaniques de VENING MEINESZ, qui sont à

(1) CATTALA (R. P. Louis), 1954. — Etude de la gravité à Madagascar. — *Mém. Inst. sci. Madag.*, D, VI, p. 1-33.

(2) BULLARD (E. C.). — Gravity measurements in East Africa. — *Philos. Trans. r. Soc. London*, A, vol. 235, n° 757, pp. 445-531.

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

5 FEV. 1959

Collection de Références

n° / 2916

proximité du Sud de Madagascar, si on calcule leur anomalie par la même méthode du plateau indéfini en prenant 1,027 pour densité de l'eau de mer, devraient venir se pointer sur une autre droite, passant par l'origine et de pente légèrement différente

$$y = - 0,0688 x$$

et sur la gauche du graphique, vers les altitudes négatives.

Au lieu de cela, nous voyons que la grande majorité des points viennent se placer au-dessus de la droite théorique. Si l'on voulait tracer une droite moyenne à travers le nuage des points, elle aurait sensiblement la même pente que la ligne théorique mais serait décalée vers le haut. Ce qui signifie, d'une part, que la densité moyenne de Madagascar, qui détermine la pente, est voisine de la densité admise pour l'écorce terrestre, 2,67 ; mais, d'autre part, que l'ensemble de l'île est plus élevé que ne le comporterait un parfait équilibre isostatique. Le décalage étant d'une quarantaine de milligals, il y a une épaisseur de roches correspondante à cette attraction qui n'a pas de compensation, soit, avec la densité 2,67, environ 360 m. Pour que cette surélévation de 360 m se maintienne, on doit faire appel à des forces de compression latérale, ce qu'indique d'ailleurs l'ensemble de la géologie de Madagascar, par les grandes cassures orientées selon le grand axe de l'île.

Puisque les corrections topographiques sont toujours positives, tous les points ne pourront être décalés que vers le haut quand on appliquera cette correction ; la surélévation est donc réelle.

Mais, au lieu de regarder le graphique après y avoir porté tous les points, prenons la liste des stations de gravité (3) et portons les points un à un, en suivant sur la carte un des itinéraires des mesures. Nous voyons d'abord les points successifs s'aligner grossièrement sur un segment de droite, puis, brusquement, il se produit un décalage et les points suivants viennent s'aligner autour d'un autre segment de pente voisine, mais ayant subi une translation vers le haut ou vers le bas. Chaque segment de droite représente un équilibre différent ; on peut donc admettre que Madagascar est divisé en grands compartiments géologiques présentant chacun son propre état d'équilibre de forces isostatiques et de forces latérales.

En continuant à suivre sur la carte tous les itinéraires, en même temps que l'on pointe les observations sur le graphique, on peut déterminer entre quelles stations passent les limites des compartiments et tracer presque complètement ces limites.

Ce travail, nous l'avons d'abord fait sans regarder la carte géologique. Ensuite, en collaboration avec H. BESAIRIE, Chef du Service géologique de Madagascar, nous avons confronté la carte ainsi obtenue avec sa carte géologique au 1/1.000.000^e et sa carte tectonique. Les limites des unités géologiques connues passent entre les mêmes stations de gravité que les

(3) Voir pages 6 à 33.

limites obtenues par notre méthode gravimétrique, et, nous n'avons eu que très peu de retouches de détail à faire à la première carte établie, dans les régions où l'absence de stations de gravité laissait des incertitudes, pour faire coïncider les tracés.

Il n'est donc pas imprudent d'étendre aussi notre méthode aux cas où les couvertures de surface cachent aux géologues les accidents sous-jacents, à condition de le faire avec discernement et d'être prêt à tenir compte des données géologiques qui pourront se révéler à l'avenir.

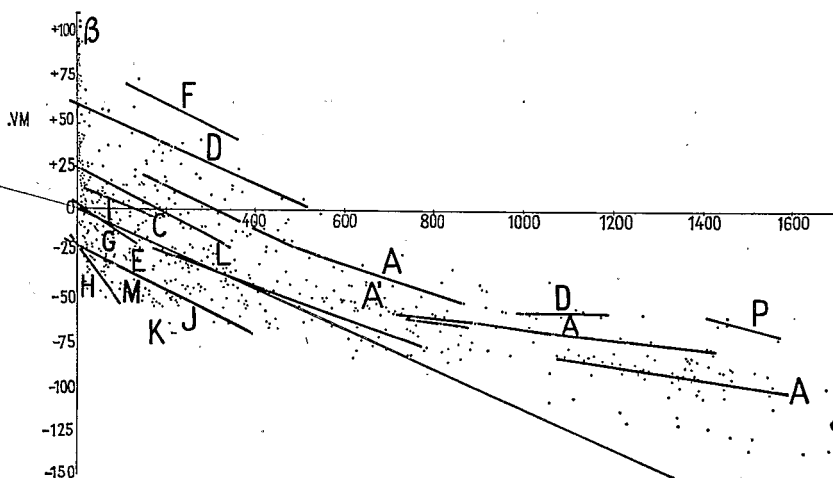


FIG. 1.

Nous avons donc indiqué sur la carte ci-jointe par des traits distincts les limites des unités géologiques données par la gravimétrie seule et celles qui sont données à la fois par la géologie et la gravimétrie.

Les limites du compartiment L' ont été tracées en collaboration avec A. EMBERGER, qui a fait récemment une étude géologique de cette région.

Si nous regardons maintenant l'ensemble de la carte, nous retrouvons, comme sur la carte tectonique de H. BESAIKIE, deux grandes directions principales : l'une à peu près parallèle à la côte Est, l'autre qui aurait une direction voisine de la droite joignant Maintirano à Fort-Dauphin.

Sur le graphique de la fig. 1, l'ensemble des segments de droites qui sont en gros au-dessous de l'altitude de 800 m ont une pente voisine de la pente théorique ; tandis que ceux des altitudes plus élevées sont plus près de l'horizontale. Ceci nous suggère que les compartiments cristallins, correspondants aux hautes altitudes, ont une plus grande rigidité et qu'on doit leur appliquer la notion de « compensation régionale » de VENING MEINESZ sur une assez vaste étendue, tandis que les autres compartiments, moins rigides, ont une

compensation plus localisée. Il serait en effet absurde d'expliquer la faible pente des droites correspondant à des compartiments cristallins par une faible densité de ces compartiments, car cela entraînerait des valeurs beaucoup trop faibles pour la densité.

Parmi les stations océaniques de VÉNING MEINESZ proches de Madagascar, la station n° 684, qui est sur le plateau continental, montre que cette région prolonge le compartiment A de notre carte ; tandis que les stations n° 683, 685, 686 se placent exactement sur la droite théorique de pente — 0,0688. La station n° 682 se place environ 25 milligals au-dessus de cette droite et la station n° 687 environ 25 milligals au-dessous.

Les limites étant ainsi tracées sur la carte, quel sens leur donner ?

Elles ne peuvent s'expliquer uniquement par les variations de densité d'un compartiment à l'autre, puisque les segments de droites représentatifs ont des pentes assez voisines, quoique présentant des translations considérables. Il est logique, d'après les lois de l'isostasie, d'admettre qu'une translation vers les anomalies positives correspond à une élévation du compartiment et un effondrement à une translation vers les anomalies négatives. D'autant que cela confirme des hypothèses géologiques connues, sur plus d'un point de Madagascar.

D'après cette hypothèse nous avons tracé trois coupes :

l'une de Tuléar à Ihosy et Sahasinaka (fig. 2) ;

l'autre de Tsitondroina à Betafo (fig. 3) ;

la troisième près de la Sakoa (fig. 4).

Dans la première coupe nous avons assimilé le compartiment de la côte Est à un compartiment A, malgré sa forte anomalie positive, parce qu'on y connaît de grandes coulées de basalte dont la densité est forte ; aussi l'avons-nous noté $A\beta$. Comme tous les points de ce compartiment sont à basse altitude on ne peut voir se dessiner sur le graphique de la figure 1 la pente du segment de droite qui correspondrait à ce compartiment.

De même le compartiment de Morondava, qui présente le même équilibre que le compartiment D, contient certainement à faible profondeur des intrusions de roches lourdes ; les anomalies magnétiques trouvées antérieurement en cet endroit par H. BESAIKIE le laissent déjà prévoir. Rien de ces roches n'est visible en surface.

Dans les compartiments sédimentaires il faut aussi laisser un rôle aux variations de densité. Mais, dans des compartiments tels que L, où la partie supérieure, au-dessus de l'écorce, est formée des séries sédimentaires de la Sakoa, de la Sakamena et de l'Isalo, la densité des sédiments, d'après les géologues, ne saurait être très différente de celle du cristallin, étant donné leur composition. Comme il n'est pas possible de séparer la part d'anomalie gravifique revenant à l'effondrement de celle due à la densité, il n'est pas non plus possible de calculer l'épaisseur des sédiments. Il nous semble cependant, puisque l'altitude topographique du compartiment L à l'Ouest de

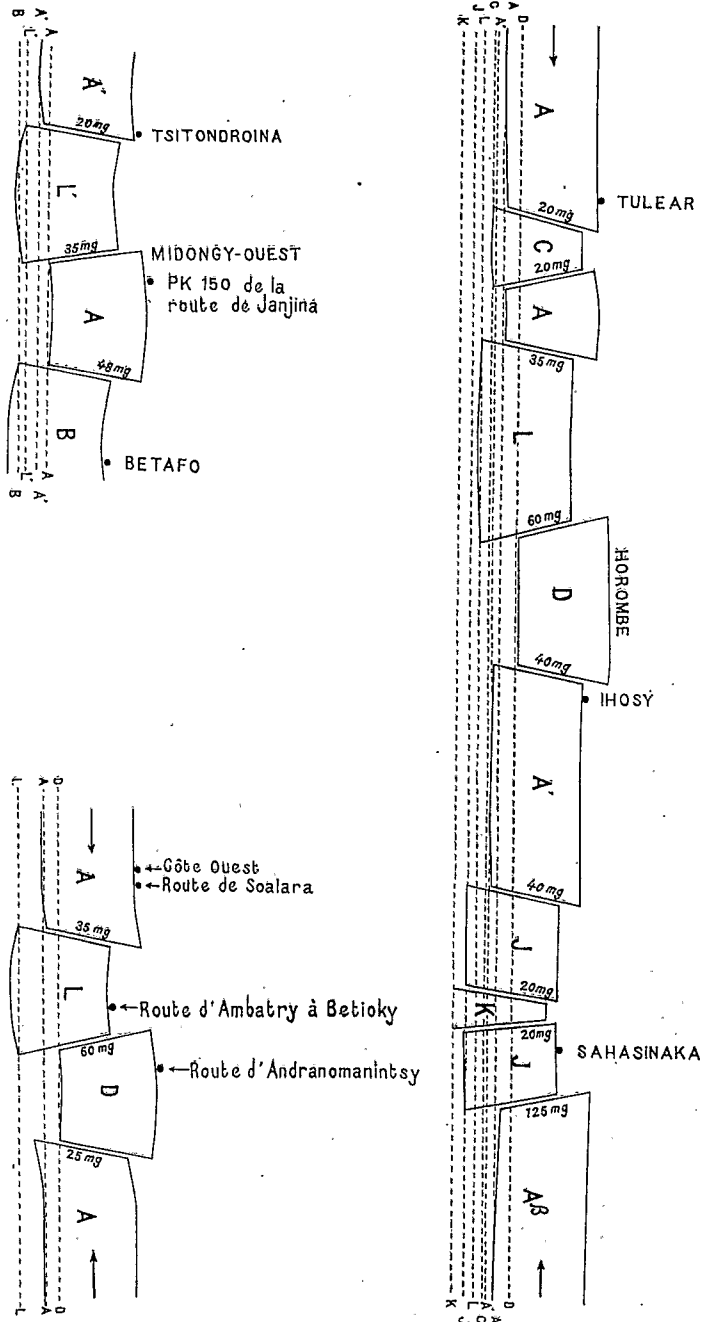


FIG. 2, 3 et 4. — A droite : figure 2 ; à gauche, de haut en bas : figures 3 et 4.

Ranohira n'est pas très différente de celle du compartiment D, à l'Est de la même localité, qu'un calcul d'ordre de grandeur permet de dire que des épaisseurs de 5 à 6.000 m (et davantage dans le compartiment E) ne sont pas invraisemblables. Cela concorde d'ailleurs avec les sondages de recherche du pétrole, l'un dans le compartiment E, un autre dans le compartiment L, un troisième au bord du compartiment D.

Nous devons souligner toutefois, qu'il n'est pas évident que toutes les limites marquées sur notre carte correspondent à des failles, nous inclinons cependant à le penser pour la plupart des cas. Ce qui paraît certain, c'est qu'elles correspondent toutes aux limites de grandes unités géologiques. Dans certains cas, le passage d'un segment de droite du graphique (fig. 1) à un autre segment est très brusque, dans d'autres cas il se trouve deux ou trois points intermédiaires ; la gravité seule ne peut pas trancher entre l'hypothèse d'une faille et celle d'une inclinaison du socle.

En conclusion il semble que notre méthode est valable pour l'interprétation géologique à grande échelle des mesures de gravité ; à condition de ne jamais oublier que le même champ gravifique peut résulter de structures géologiques différentes et, qu'en fin de compte, l'esprit de finesse de la géologie doit avoir le pas sur l'esprit géométrique des calculs de la géophysique.

ANNEXE

M. Jean GOGUEL, Directeur du Service de la Carte géologique de France, a bien voulu nous envoyer ses réflexions sur le travail ci-dessus et nous sommes heureux d'en tenir compte dans les lignes suivantes.

Pour les stations littorales, le voisinage de profondeurs relativement considérables entraînerait une correction isostatique sans doute assez notable, or nous n'avons pas encore les moyens de faire les corrections isostatiques ; c'est probablement pour cela que sur le diagramme tant de points d'altitudes faibles s'étirent le long de l'axe vertical.

A l'intérieur, la correction isostatique varie d'une façon beaucoup plus régulière que l'altitude, de sorte qu'il n'est pas certain qu'il soit nécessaire de faire appel à une régionalité plus étendue dans les compartiments d'altitude élevée.

Le défaut d'ajustement isostatique n'est pas la seule hypothèse possible ; il impliquerait une confiance dans la formule internationale qui n'est peut-être pas entièrement justifiée ; une différence régionale d'une ou deux dizaines de milligals peut provenir de quelque irrégularité du géoïde ; on pourrait chercher la cause d'une irrégularité qui se fait sentir sur 1.500 kilomètres dans des zones profondes du globe, en dessous de la surface de compensation.

Nous avons déjà signalé que le compartiment D de Morondava corres-

pond très probablement à une intrusion de roches lourdes ; il en est de même du compartiment F, nous aurions dû le laisser ouvert vers le Nord, car il est probable, en regardant la carte géologique, qu'il correspond au prolongement, sous la carapace sableuse, des roches lourdes du massif volcanique de la région de Tsivory. On peut se demander si dans d'autres cas encore la nature des roches n'est pas une cause plus essentielle d'anomalie que la structure.

On pourrait reprendre le diagramme en faisant à chaque station de gravité la seule correction à l'air libre et on trouverait des segments de droite horizontaux, et non plus parallèles à la droite de pente $-0,1118$; sur la carte, les différents compartiments se distingueraient alors par une valeur particulière de l'anomalie à l'air libre.

L'interprétation que nous présentons n'est pas entièrement indépendante des hypothèses émises par les géologues au sujet de la remontée du socle cristallin sous les côtes Ouest de Madagascar. Elle entre donc dans un ensemble cohérent d'hypothèses convergentes, mais ne constitue pas une preuve absolument indépendante de ces hypothèses.

18 juin 1954.