

Bull. Soc. géol. France, 1976, (7), t. XVIII, n° 4, p. 937-939.

Interprétation gravimétrique des zones de fractures¹

par JEAN-CLAUDE SIBUET * et BERNARD VEYRAT-PEINEY *

Résumé. — Un modèle gravimétrique simple est établi à partir d'une distribution verticale des températures dans la lithosphère. On montre qu'il explique bien l'anomalie gravimétrique observée au passage des zones de fractures océaniques. Les reliefs associés aux zones de fractures ne sont pas compensés en domaine transformant actif mais le deviennent progressivement en domaine fossile. Après 10 à 20 Ma. ces reliefs sont totalement compensés.

Abstract. — A vertical distribution of temperatures in the lithosphere allows us to generate a simple gravimetric model which closely matches the observed free-air anomaly across oceanic fracture zones. Topographic highs associated with fracture zones are not compensated in the active transform part but become progressively compensated in the fossil part. At distances corresponding to a period of 10 to 20 m.y., compensation is complete.

La gravimétrie peut fournir des indications sur la structure profonde de la lithosphère lorsqu'il y a juxtaposition de deux structures ayant des distributions de densités différentes. Sibuet *et al.* [1974] ont montré qu'une structure en densité de la lithosphère, déduite d'une relation établie par Sclater et Francheteau [1970] donnant la température de la lithosphère en régime permanent, expliquait bien l'anomalie gravimétrique observée perpendiculairement à la zone de fractures de Mendocino, dans l'océan Pacifique Est. Cette zone de fractures caractérisée par son grand rejet horizontal met en contact des lithosphères dont l'âge diffère de 30 Ma.

Dans l'Océan Atlantique équatorial de nombreuses zones de fractures, très rapprochées les unes des autres, présentent des rejets importants pouvant atteindre 1 000 km. Quelques profils gravimétriques permettent donc d'échantillonner les parties actives et fossiles de différentes zones de fractures qui décalent la dorsale d'une longueur variant de 100 à 1 000 km.

Le modèle gravimétrique est établi de la façon suivante : la structure en densité du manteau est déduite de la distribution verticale des températures donnée par Sclater et Francheteau [1970] en fonction de l'âge et du taux d'ouverture. Les valeurs des constantes utilisées sont celles de Sclater et Francheteau [1970], à l'exception de la température de l'asthénosphère (1 300° C) et de la densité du manteau à 0° C (3,4 g/cm³). Les densités de la lithosphère sont calculées en supposant que le sommet de la lithosphère, à température 0° C, correspond au fond de la mer [Sibuet *et al.*, 1974]. Cependant, la partie supérieure de la lithosphère est remplacée par

les couches de la croûte océanique dont les épaisseurs sont définies statistiquement à partir des mesures de sismique réfraction obtenues dans le Pacifique [Goslin *et al.*, 1972 ; Le Pichon *et al.*, 1973]. La partie inférieure de la lithosphère est divisée en couches de densité constante variant de 0,03 g/cm³ de l'une à l'autre. L'équilibre isostatique est calculé arbitrairement en appliquant aux colonnes les plus âgées une faible contraction d'épaisseur proportionnelle à la différence de densité entre celle d'une couche donnée et celle de l'asthénosphère. La figure 1 montre un tel modèle à symétrie cylindrique et la bonne correspondance qui existe entre le champ calculé et le champ régional observé. Un modèle classique de compensation isostatique, Airy 30 par exemple, ne refléterait que la moitié de l'amplitude des variations régionales et, puisque la profondeur de compensation en domaine océanique est de l'ordre de 12 km, n'expliquerait pas les interactions du champ gravimétrique d'une zone de fractures à l'autre (200 km entre les zones de fractures Chain et Romanche sur figure 1).

Le modèle très simple proposé ne tient pas compte des phénomènes de conduction latérale. En effet, les échanges de chaleur, de part et d'autre de la zone de fractures, diminuent lorsque l'on s'éloigne des

* Centre Océanologique de Bretagne, B. P. 337, 29273 Brest.

Note présentée le 28 novembre 1975 ; manuscrit définitif reçu le 11 février 1976.

1. Contribution n° 454 du Dépt scientifique, Centre Océanologique de Bretagne.

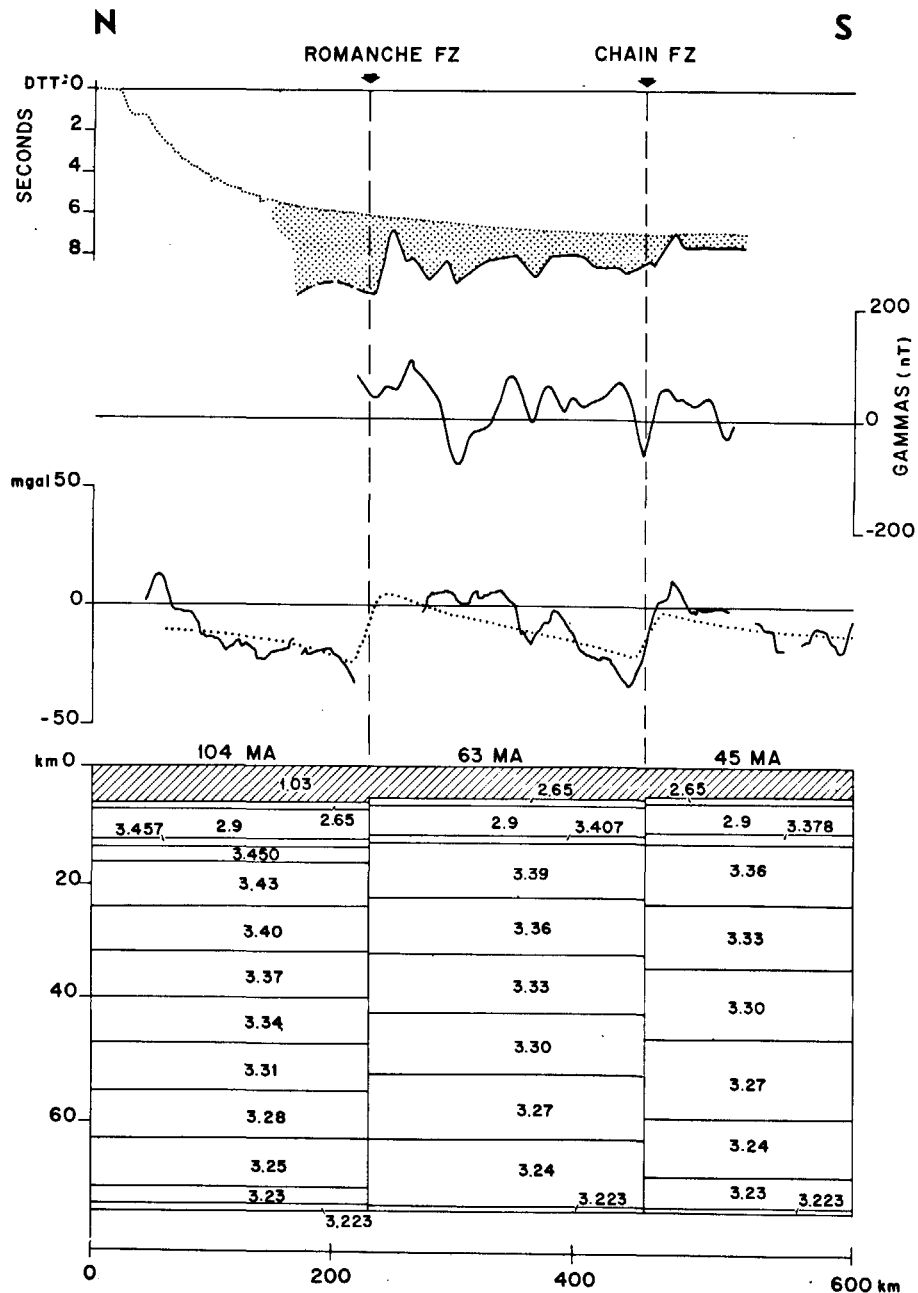


FIG. 1. — Profil géophysique dans le golfe de Guinée, au large de la Côte d'Ivoire. Les couches sédimentaires reposant sur le substratum sont figurées en hachuré. Voir les explications du texte pour la constitution du modèle gravimétrique. Les densités sont exprimées en g/cm^3 . L'attraction gravimétrique calculée est figurée en pointillés et correspond au champ régional de l'anomalie à l'air libre.

dorsales mais sont d'autant plus importants que la différence d'âge des lithosphères est plus grande. Les phénomènes de conduction latérale seraient à l'origine, d'après Loudon et Forsyth [1975], d'une diminution de l'amplitude de l'effet de bord théorique, pouvant atteindre 50 % après 5 Ma. Il n'existerait plus d'effet détectable dû à la conduction latérale

après 20 Ma. Or, sur les profils recoupant les zones de fractures fossiles près de l'axe des dorsales, on constate que l'amplitude de l'effet de bord observé est effectivement plus faible que celle calculée d'après le modèle. L'interprétation gravimétrique proposée des zones de fractures rend donc bien compte des anomalies observées, les phénomènes de conduction latérale

INTERPRÉTATION GRAVIMÉTRIQUE DES ZONES DE FRACTURES

n'intervenant que dans un domaine proche des dorsales.

En domaine actif et près de l'axe des dorsales, on constate que, si le modèle explique bien l'existence du champ régional observé, en revanche, les anomalies de faible longueur d'onde (quelques kilomètres ou quelques dizaines de kilomètres) sont partiellement ou non compensées en profondeur. Cette observation nous conduit à considérer les reliefs bidimensionnels des zones de fractures Romanche et 8° N (tels que des chaînes d'une trentaine de km de largeur). Sur la figure 2 sont portés, en fonction des distances à

l'axe de la dorsale, les rapports entre l'anomalie observée (différence entre l'anomalie à l'air libre et le champ régional) et l'anomalie due à ces reliefs.

On constate que, en domaine actif, ces chaînes d'une pseudo-longueur d'onde de l'ordre de 30 km, ne sont pas compensées puisque la valeur du rapport est de l'ordre de 1. En domaine fossile, les valeurs de ce rapport diminuent avec les distances croissantes à la dorsale et atteindraient une valeur asymptotique qui correspond à l'attraction d'une chaîne compensée en profondeur (suivant un modèle Airy 30 par exemple). Compte tenu du taux d'ouverture moyen [2,1 cm/an Le Pichon et Hayes, 1971] le temps de relaxation serait de 10 à 20 Ma. Ce résultat complète les données de Hawaï dans un autre domaine de longueur d'onde et pour des âges différents de lithosphère. En effet, la réponse de la lithosphère à une surcharge volcanique est la même, que l'âge des volcans soit de 80 Ma. ou de 1 Ma. Par conséquent le temps de relaxation correspondant au réajustement isostatique des chaînes de formation des chaînes volcaniques de Hawaï sur la lithosphère est inférieur ou de l'ordre de 1 Ma. [Walcott, 1970]. Ces résultats peuvent donc donner des informations sur les variations de la viscosité de la lithosphère en fonction de l'âge [Foucher et Sibuet, en préparation].

Un modèle gravimétrique simple fondé sur la distribution des températures dans la lithosphère explique bien les anomalies gravimétriques régionales observées perpendiculairement aux zones de fractures. Les reliefs directement associés aux zones de fractures ne sont pas compensés en domaine actif mais le deviennent progressivement en domaine fossile après 10 à 20 Ma.

Remerciements.

Nous tenons à remercier J. P. Foucher et J. Francheteau pour leurs suggestions et critiques lors de l'élaboration et de la rédaction de ce travail.

Références

- GOSLIN J., BEUZART P., FRANCHETEAU J. et LE PICHON X. (1972). — Thickening of the oceanic layer in the Pacific ocean. *Marine Geophys. Res.*, 1, p. 418-427.
- LE PICHON X. et HAYES D. E. (1971). — Marginal offsets, fracture zones and the early opening of the south Atlantic. *J. Geophys. Res.*, 76, p. 6283-6296.
- LE PICHON X., FRANCHETEAU J. et BONNIN J. (1973). — Plate tectonics, Elsevier, Amsterdam, 300 p.
- LOUDEN K. et FORSYTH D. (1975). — The effect of horizontal conduction of heat on the gravitational edge effect across fracture zones. *EOS*, 56, 12, p. 1069.

- SCLATER J. G. et FRANCHETEAU J. (1970). — The implications of terrestrial heat flow observations on current tectonic and geochemical models of the crust and upper mantle of the Earth. *Royal Astron. Soc. Geophys. Jour.*, 20, p. 509-542.
- SIBUET J. C., LE PICHON X. et GOSLIN J. (1974). — Thickness of lithosphere deduced from gravity edge effects across the Mendocino fault. *Nature*, 252, 5485, p. 676-679.
- WALCOTT R. I. (1970). — Flexural rigidity, thickness, and viscosity of the lithosphere. *J. Geophys. Res.*, 75, p. 3941-3954.