



SCOTIAN SHELF REGIONAL GEOLOGY AND GEOPHYSICS 2 GRAVITY ANOMALY

K. G. Shih, R. Macnab, R. K. McConnell, D. B. Hearty, J. F. Halpenny, and J. Woodside

Recommended citation: Shih, K. G., Macnab, R., McConnell, R. K., Hearty, D. B., Halpenny, J. F., and Woodside, J., 1991: Regional geology and geophysics 2: gravity anomaly; in East Coast Basin Atlas Series: Scotian Shelf; Atlantic Geoscience Centre, Geological Survey of Canada, p. 11.

Additional copies of this map may be obtained from the Geological Survey of Canada, Atlantic Geoscience Centre, P. O. Box 1006, Dartmouth, Nova Scotia B2Y 4A2 Canada (Ph: 902-426-2773; FAX: 902-426-4266).

PLATE-FORME NÉO-ÉCOSSAISE GÉOLOGIE ET GÉOPHYSIQUE RÉGIONALES ANOMALIE GRAVIMÉTRIQUE

K. G. Shih, R. Macnab, R. K. McConnell, D. B. Hearty, J. F. Halpenny, et J. Woodside

Notation bibliographique conseillée: Shih, K. G., Macnab, R., McConnell, R. K., Hearty, D. B., Halpenny, J. F., and Woodside, J., 1991: Géologie et géophysique régionales 2: anomalie gravimétrique; dans Série des atlas des bassins de la côte Est: plate-forme Néo-Écossaise; Centre géoscientifique de l'Atlantique, Commission géologique du Canada, p. 11.

Des copies supplémentaires de la carte peuvent être obtenues auprès de la Commission géologique du Canada, Centre géoscientifique de l'Atlantique, case postale 1006, Dartmouth (Nouvelle-Écosse) B2Y 4A2 Canada tél (902) 426-2773, facsimilé (902) 426-4266.

INTRODUCTION

As the Earth's density is non-homogeneous, small changes in the attraction of gravity exist from one location to another. These inhomogeneities can be quantified and their geological significance determined from an analysis of the magnitude and extent of the gravity variations or anomalies.

The free-air anomaly is the difference between the observed and theoretical value of gravity at the sea surface. (Theoretical gravity is the variation in gravitational attraction over the surface of a homogeneous spheroid of revolution which is used to approximate the shape and density of the Earth.) Correcting the free-air anomaly for the known gravitational effect of topographic variations of the seafloor or land surface produces the Bouguer anomaly, which better reflects subsurface geologic variations.

DATA COMPILATION

The basic information used to plot the map was the six kilometre gridded data set produced for the Decade of North American Geology (DNAG) Gravity Anomaly Map of North America (Committee for the Gravity Anomaly Map of North America, 1987; see Fig. 1). Minor modifications to the grid were made in a small area over the Scotian Shelf to reflect the results of surveys carried out by the Atlantic Geoscience Centre (AGC), of the Geological Survey of Canada (GSC), in 1988. To satisfy constraints of locally available plotting software, the DNAG grid was re-interpolated to a latitude-longitude grid of three minutes by three minutes.

All data on this map were reduced using theoretical gravity computed on the Geodetic Reference System 1967; observed gravity was referred to the International Gravity Standardization Net 1971. The free-air correction was 0.3086 mGal/m and the Bouguer correction was 0.1119 mGal/m based on an assumed crustal density of 2670 kg/m³.

The estimated overall accuracy of the land data shown on the map is ± 2 mGal. Marine data have an estimated accuracy of ± 2.5 mGal (Earth Physics Branch, 1986).

PRINCIPAL FEATURES OF THE GRAVITY MAP

A large positive anomaly along the shelf edge dominates the map. South of Sable Island, values as high as 110 mGal are observed over the Sable Subbasin. The amplitude of this anomaly appears to be related to sediment thickness and depth of the underlying sedimentary basins. Parallel negative anomalies on either side are an indication of crustal flexure which is not fully compensated locally; in this case, the lithosphere flexes broadly downward beneath the sedimentary load within the basins, with part of the flexure occurring to the sides of the main load which causes it (e.g. Beaumont et al., 1982; Karner and Watts, 1982).

The shelf-edge anomaly obliquely divides the map into a northern (continental) and southern (oceanic) portions.

The oceanic part shows much less variability than the continental part as the sources of the anomalies are deeper there, and also because there is less geologic variability in the oceanic crust.

The two principal anomalies in the oceanic portion are positive lobes extending southeast from the continental rise off southwestern and northeastern Nova Scotia. The northeastern anomaly can be explained by the accumulation of sediment on the seafloor at the mouth of the Laurentian Channel. A similar explanation might be used also for the smaller southwestern anomaly, lying near the mouth of the channel between Georges and Browns Banks.

Over the land mass, direct correlation exists between gravity anomalies and the continental geology. Low gravity, in central Nova Scotia and extending southwestwards across the southern tip of the province, is associated with large Paleozoic granitic plutons. The Magdalen Basin and the Sydney Basin are indicated by lows to the north and northeast of Cape Breton, respectively. South of Cape Breton, the sediment-filled Orpheus Graben is a long linear basin of over 10 km depth extending eastward across the shelf, as shown by its gravity low. High gravity values flank the Orpheus Graben over ridge structures are continuous with highs through northern Nova Scotia along the Cobequid Mountains and Cape Breton Highlands. Around the margins of the Bay of Fundy, the gravity highs are correlated with the Mesozoic volcanic rocks which accompanied an early rifting episode prior to the opening of the North Atlantic.

ACKNOWLEDGMENTS

Reviewers J. Verhoef and S. Srivastava of the Atlantic Geoscience Centre made helpful criticisms concerning the preparation of data and the production of this map.

REFERENCES

- Beaumont, C., Keen, C. E., and Boutillier, R.
1982: On the evolution of rifted continental margins: comparison of models and observations for the Nova Scotian margin; *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society*, v. 70, no. 3, p. 667-716.
- Committee for the Gravity Anomaly Map of North America
1987: Gravity anomaly map of North America; Geological Society of America, Boulder, Colorado, scale 1:5,000,000, 5 sheets.
- Earth Physics Branch
1986: Integration of the Atlantic Geoscience Centre marine gravity data into the National Gravity Data Base; Earth Physics Branch, Open File 85-32, Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa, 54 p. (also Geological Survey of Canada, Open File 1232).
- Karner G. D. and Watts, A. B.
1982: On isostasy at Atlantic-type continental margins; *Journal of Geophysical Research*, v. 87, no. B4, p. 2923-2948.

INTRODUCTION

Comme la densité de la Terre n'est pas homogène, l'attraction gravitationnelle varie légèrement d'un endroit à l'autre. Ces inégalités peuvent être quantifiées et leur signification géologique déterminée à partir d'une analyse de l'importance et de l'étendue des variations de la gravité ou anomalies.

L'anomalie à l'air libre est la différence entre la valeur observée et la valeur théorique de la gravité mesurées à la surface de la mer. (La gravité théorique est la variation de l'attraction gravitationnelle à la surface d'un sphéroïde de révolution homogène qui sert à représenter approximativement la forme et la densité de la Terre.) En corrigeant l'anomalie à l'air libre pour tenir compte de l'effet gravitationnel connu des variations topographiques du fond océanique ou de la surface des continents, on obtient l'anomalie de Bouguer qui donne une meilleure représentation des variations géologiques souterraines.

COMPILATION DES DONNÉES

Pour dresser la carte, on a utilisé comme information de base l'ensemble de données reportées sur un quadrillage aux mailles de six kilomètres produit pour la carte des anomalies gravimétriques de l'Amérique du Nord de la Décennie de la géologie nord-américaine (Committee for the Gravity Anomaly Map of North America, 1987; voir la fig. 1). De légères modifications ont été apportées au quadrillage dans une petite zone de la plate-forme Néo-Écossaise pour refléter les résultats de levés réalisés en 1988 par le Centre géoscientifique de l'Atlantique (CGA) de la Commission géologique du Canada (CGC). Pour tenir compte des contraintes du logiciel de traçage disponible, le quadrillage de la DGNA a été interpolé à nouveau en fonction d'un quadrillage aux mailles de 3' de latitude et de longitude.

Toutes les données de cette carte ont été corrigées en utilisant la gravité théorique calculée en fonction du Système de référence géodésique de 1967; la gravité observée a été rattachée au Réseau international de normalisation gravimétrique de 1971. La correction à l'air libre était de 0,3086 mGal/m et la correction de Bouguer de 0,1119 mGal/m, basées sur une masse volumique présumée de la croûte de 2 670 kg/m³.

Le degré d'exactitude global des données continentales figurées sur la carte est de ± 2 mGal. Les données marines ont un degré d'exactitude estimé à $\pm 2,5$ mGal (Direction de la physique du globe, 1986).

PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DE LA CARTE GRAVIMÉTRIQUE

Une vaste anomalie positive tout le long de la bordure de la plate-forme continentale caractérise la carte. Au sud de l'île de Sable, on a observé des valeurs atteignant 110 mGal au-dessus du sous-bassin de Sable. Cette forte valeur semble être liée à l'épaisseur des sédiments et à la profondeur des bassins sédimentaires sous-jacents. Les anomalies négatives parallèles de chaque côté reflètent une flexure crustale qui n'est pas totalement compensée localement; dans ce cas, la lithosphère subit une vaste flexure vers le bas exercée par la charge sédimentaire au sein des bassins, et une partie de la flexure est localisée sur les côtés de la charge principale qui en est la cause (par ex. Beaumont et al., 1982; Karner et Watts, 1982).

L'anomalie de la bordure de la plate-forme continentale divise obliquement la carte en une partie

septentrionale (continentale) et méridionale (océanique). La partie océanique présente des valeurs beaucoup moins variables que la partie continentale étant donné que les sources des anomalies sont plus profondes à cet endroit et, qu'en outre, la géologie de la croûte océanique est moins variable.

Les deux principales anomalies dans la partie océanique sont des lobes positifs qui s'étendent vers le sud-est à partir du glacis continental au large des parties sud-ouest et nord-est de la Nouvelle-Écosse. L'anomalie du nord-est peut s'expliquer par l'accumulation de sédiments sur le plancher océanique à l'embouchure du chenal Laurentien. On peut donner la même explication pour l'anomalie du sud-ouest comparativement plus restreinte, qui s'étend près de l'embouchure du chenal entre les bancs de Georges et de Brown.

Au-dessus de la masse continentale, il existe une corrélation directe entre les anomalies gravimétriques et la géologie continentale. Le creux gravimétrique observé dans le centre de la Nouvelle-Écosse et se prolongeant vers le sud-ouest à travers l'extrémité méridionale de la province, est associé à de vastes plutons granitiques du Paléozoïque. Le bassin de la Madeleine et le bassin de Sydney correspondent respectivement à des creux gravimétriques au nord et au nord-est du Cap-Breton. Au sud du Cap-Breton, le graben Orpheus, comblé de sédiments, est un long bassin linéaire de plus de 10 km de profondeur qui s'étend vers l'est à travers la plate-forme continentale, comme en témoigne le creux gravimétrique qui lui est associé. Les valeurs gravimétriques positives qui flanquent le graben Orpheus au-dessus de crêtes sont continues jusqu'à travers le nord de la Nouvelle-Écosse, le long des monts Cobequid et les hautes terres du Cap-Breton. Autour de la baie de Fundy, les crêtes gravimétriques sont corrélées aux roches volcaniques du Mésozoïque dont la mise en place a coïncidé avec un épisode de rifting précoce précédant l'ouverture de l'Atlantique Nord.

REMERCIEMENTS

Les réviseurs J. Verhoef et S. Srivastava du CGA ont formulé des critiques utiles concernant la préparation des données et la production de cette carte.

RÉFÉRENCES

- Beaumont, C., Keen, C. E., et Boutillier, R.
1982: On the evolution of rifted continental margins: comparison of models and observations for the Nova Scotian margin; *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society*, v. 70, no. 3, p. 667-716.
- Committee for the Gravity Anomaly Map of North America
1987: Gravity anomaly map of North America; Geological Society of America, Boulder, Colorado, scale 1:5,000,000, 5 sheets.
- Direction de la physique du globe
1986: Integration of the Atlantic Geoscience Centre marine gravity data into the National Gravity Data Base; Earth Physics Branch, Open File 85-32, Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa, 54 p. (also Geological Survey of Canada, Open File 1232).
- Karner G. D. et Watts, A. B.
1982: On isostasy at Atlantic-type continental margins; *Journal of Geophysical Research*, v. 87, no. B4, p. 2923-2948.