



SCOTIAN SHELF REGIONAL GEOLOGY AND GEOPHYSICS 1 MAGNETIC ANOMALY

K. G. Shih, R. Macnab, S. D. Dods, and J. Woodside

Recommended citation: Shih, K. G., Macnab, R., Dods, S. D., and Woodside, J., 1991: Regional geology and geophysics 1: magnetic anomaly; in East Coast Basin Atlas Series: Scotian Shelf, Atlantic Geoscience Centre, Geological Survey of Canada, p. 9.

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 MAGNÉTIQUE

K. G. Shih, R. Macnab, S. D. Dods, et J. Woodside

Notation bibliographique conseillée: Shih, K. G., Macnab, R., Dods, S. D., et Woodside, J., 1991: Géologie et géophysique régionales: anomalie magnétique; dans Série des atlas des bassins de la côte Est: plate-forme Néo-Écossaise; Centre géoscientifique de l'Atlantique, Commission géologique du Canada, p. 9.

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

The Earth's magnetic field exhibits considerable spatial variability that is caused by differences in the magnetic properties of the materials that constitute the planet's crust, mantle, and core. An analysis of these magnetic field variations can yield important clues on the nature and distribution of rock types, and their mechanisms of emplacement.

The magnetic field also exhibits temporal variability at different rates, which must be corrected before interpretation of the spatial variations. Diurnal variations are caused by vertical excursions of the ionosphere; corrections are usually derived from stationary base magnetometer observations. Longer term secular variations arise from fluid motions in the Earth's central core; these cannot be observed directly and so must be accounted for in a theoretical fashion. This is facilitated with a mathematical model which expresses the magnetic field as a function of time and geographic position. Known as the International Geomagnetic Reference Field (IGRF; IAGA Division 1, Working Group 1, 1986), the model provides a value for the total magnetic field of the Earth at the specific time and location of measurement. The difference between the observed value and the theoretical IGRF value is the magnetic anomaly, which in principle is independent of long term temporal variations.

DATA ACQUISITION

This map sheet displays aeromagnetic data on land, and a combination of aeromagnetic and marine magnetic data in offshore areas (see Fig. 1).

Aeromagnetic data over Canadian territory and offshore areas were obtained from 1950 to 1985 by the Geological Survey of Canada (GSC) or by companies contracted under the technical direction of the Contract Surveys Group of the GSC (Dods et al., 1985). Areas mapped include all land regions, the Laurentian Channel north of 45°N, the southern Gulf of St. Lawrence, the Gulf of Maine, and the region of the Scotian Shelf south of western Nova Scotia. A terrain clearance of ~300 m was maintained over land, which is similar to that over water.

Marine data have been collected since 1963 by the Atlantic Geoscience Centre (AGC) of the GSC, mostly on systematic mapping cruises carried out with the Canadian Hydrographic Service (Verhoef and Macnab, 1988).

DATA REDUCTION AND COMPILATION

The data sets collected during onshore and offshore surveys were processed in standard fashion to remove errors and to calculate the magnetic anomaly field (Dods et al., 1985; Verhoef and Macnab, 1988).

The data were assembled and gridded in two complementary compilations. Aeromagnetic data over land areas of Canada and the United States of America, as well as the southern Gulf of St. Lawrence, were compiled by the Geophysical Data Processing Section of the GSC for the Magnetic Anomaly Map of Canada (Geological Survey of Canada, 1987) and the Decade of North American Geology (DNAG) Magnetic Anomaly Map of North America (Committee for the Magnetic Anomaly Map of North America, 1987).

Aeromagnetic and marine data from the offshore were compiled by the AGC for the entire continental margin of Canada (Geological Survey of Canada, 1988; Verhoef and Macnab, 1988) and for the Gulf of Maine (Macnab et al., 1990). For the marine data, an analysis of discrepancies at 53,361 track crossover points yielded a mean value of -1 nT and a standard deviation of 70 nT.

MAGNETIC ANOMALY MAP

Most of the oceanic region in the southeastern third of the map shows very little magnetic variation because it lies within the Jurassic Magnetic Quiet Zone. Seafloor spreading anomaly M21, however, is observed distinctly in the southeast corner of the area. Toward the northwest, other magnetic lineations are more poorly resolved. The oldest seafloor spreading anomaly identified in this area is M25 (about 156 Ma). These identifications are

based on an examination of magnetic anomalies over a more extensive region than this map (Klitgord and Schouten, 1986).

A large positive and sinuous anomaly, known as the East Coast Magnetic Anomaly (ECMA), lies at or near the foot of the slope and marks the western limit of the low magnetic variation of the oceanic domain. The ECMA may also mark the position of the boundary between oceanic and continental crusts. In the south, the Anomaly is roughly parallel to the continental slope contours but, towards the north, it diverges into the Scotian Basin and terminates. The commencement of seafloor spreading in this part of the Atlantic is believed to be mid-Jurassic, based on an age of about 175 Ma for the ECMA (Klitgord and Schouten, *ibid.*).

An initial phase of rifting between Nova Scotia and Africa in Late Triassic to Early Jurassic time caused faulting and volcanism around the Bay of Fundy. Some of the large magnetic anomalies observed around the Bay have resulted from this activity. The long linear positive anomaly running northeast through southern New Brunswick and western Prince Edward Island is associated with major faulting (e.g. Belle Isle Fault) and Early Carboniferous volcanic rocks. These volcanic rocks also occur along the Cobequid-Chedabucto Fault system extending east from the northern Bay of Fundy across north-central Nova Scotia.

ACKNOWLEDGMENTS

Reviewers J. Verhoef and S. Srivastava of the AGC made helpful criticisms concerning the compilation of data and the production of this map, as did the staff of the Geophysics Division of the GSC (J. Halpenny, B. Hearty, K. McConnell, W. Miles and D. Teskey). K. Klitgord of the United States Geological Survey and W. Bothner of the University of New Hampshire provided additional sets of data in and around the Gulf of Maine, U.S.A.

REFERENCES

- Committee for the Magnetic Anomaly Map of North America
1987: Magnetic anomaly map of North America; Geological Society of America, Boulder, Colorado, U.S.A., scale 1:5 000 000, 4 sheets.
- Dods, S. D., Teskey, D. J., and Hood, P. J.
1985: The new series of 1:1 000 000-scale magnetic anomaly maps of the Geological Survey of Canada: compilation techniques and interpretation; in *The Utility of Regional Gravity and Magnetic Anomaly Maps*, (ed.) W. J. Hinze; Society of Exploration Geophysicists, Tulsa, Oklahoma, U.S.A.
- Geological Survey of Canada
1987: Magnetic anomaly map of Canada (5th edition); Geological Survey of Canada, Map 1255A, scale 1:5 000 000.
1988: Magnetic anomaly map of the continental margin of Eastern Canada; Geological Survey of Canada, Map 1709A, scale 1:5 000 000.
- IAGA Division 1, Working Group 1
1986: International Geomagnetic Reference Field revision 1985; Eos, Transactions of the American Geophysical Union, v. 67, p. 523-524.
- Klitgord, K. D. and Schouten, H.
1986: Plate kinematics of the central Atlantic; in *The Geology of North America, Volume M, The Western North Atlantic Region*, (ed.) P. R. Vogt and B. E. Tucholke; Geological Society of America, p. 351-378.
- Macnab, R., Shih, K. G., Bothner, W. A., Brooks, J., Delorey, C., and Klitgord, K.
1990: Magnetic data over Gulf of Maine and adjacent land areas: preparation of a data base for construction of a 1:500 000 magnetic anomaly map; Geological Survey of Canada, Open File 2295, 17 p.
- Verhoef, J. and Macnab, R.
1988: Magnetic data over the continental margin of Eastern Canada: preparation of a data base and construction of a 1:5 million magnetic anomaly map; Geological Survey of Canada, Open File 1504, 95 p.

INTRODUCTION

Le champ magnétique terrestre varie considérablement dans l'espace en raison des propriétés magnétiques différentes que possèdent les matériaux qui constituent la croûte, le manteau et le noyau de la planète. Une analyse des variations du champ magnétique peut fournir d'importants indices sur la nature et la répartition des roches et sur les mécanismes de leur mise en place.

Le champ magnétique varie également dans le temps à des taux différents qu'il faut corriger avant d'interpréter les variations spatiales. Les variations diurnes sont causées par des excursions verticales de l'ionosphère; les corrections sont habituellement établies à partir d'observations d'un magnétomètre d'une station de base fixe. Les variations séculaires, à plus long terme, sont dues aux mouvements de fluide dans le noyau central de la Terre; comme ils ne peuvent pas être observés directement, ils doivent être déterminés de façon théorique. On a pour cela recours à un modèle mathématique qui exprime le champ magnétique en fonction du temps et de la position géographique. Ce modèle, appelé Champ géomagnétique international de référence (IGRF; IAGA Division 1, Working Group 1, 1986), fournit une valeur pour le champ magnétique total de la Terre en fonction du temps et du lieu. La différence entre la valeur observée et la valeur théorique du CGIR est l'anomalie magnétique qui ne dépend pas en principe des variations temporelles à long terme.

ACQUISITION DES DONNÉES

Cette carte présente des données aéromagnétiques recueillies sur le continent et une combinaison de données aéromagnétiques et magnétiques marines recueillies dans les régions extracôtières.

Les données aéromagnétiques couvrant le territoire canadien et les régions extracôtières ont été recueillies entre 1950 et 1985 par la Commission géologique du Canada (CGC) ou par des sociétés engagées sous contrat dirigées sur le plan technique par la Section des levés par contrat de la CGC (Dods et al., 1985). Les régions couvertes par les levés comprennent toutes les régions continentales, le chenal Laurentien au nord de 45°N, le sud du golfe du Saint-Laurent, le golfe du Maine et la région de la plate-forme Néo-Écossaise au sud de la Nouvelle-Écosse occidentale. Comme pour les régions marines, la hauteur de vol a été maintenue à environ 300 m au-dessus des terres.

Depuis 1963, les données marines ont été recueillies par le Centre géoscientifique de l'Atlantique de la CGC, pour la plupart dans le cadre d'expéditions de cartographie systématique réalisées conjointement avec le Service hydrographique du Canada (Verhoef et Macnab, 1988).

CORRECTION ET COMPILATION DES DONNÉES

Les ensembles de données recueillis sur le continent et dans la zone extracôtière ont été traités de façon uniformisée pour éliminer les erreurs et pour calculer le champ d'anomalie magnétique (Dods et al., 1985; Verhoef et Macnab, 1988).

Les données ont été assemblées et reportées sur quadrillage pour donner deux compilations complémentaires. Les données aéromagnétiques des zones continentales du Canada et des États-Unis ainsi que du sud du golfe Saint-Laurent ont été compilées par le Centre de données géophysiques de la CGC pour la carte des anomalies magnétiques du Canada (Commission géologique du Canada, 1987) et pour la carte des anomalies magnétiques de l'Amérique du Nord de la Décennie de la géologie nord-américaine (Committee for the Magnetic Anomaly Map of North America, 1987).

Les données marines de toute la zone extracôtière de la marge continentale du Canada (Commission géologique du Canada, 1988; Verhoef et Macnab, 1988) et du golfe du Maine (Shih et al., 1988) ont été compilées par le CGA. En ce qui concerne les données marines, une analyse des divergences entre les valeurs à 53 361 points de croisement de lignes de levés a permis d'établir une valeur moyenne de -1 nT et un écart type de 70 nT.

CARTE DES ANOMALIES MAGNÉTIQUES

La plus grande partie de la région marine dans le tiers sud-est de la carte affiche une variation magnétique très faible étant donné qu'elle s'étend au sein de la zone de calme magnétique du Jurassique. L'anomalie de l'expansion du fond océanique M21, cependant, s'observe nettement dans le coin sud-est de la région. Vers le nord-ouest, on relève d'autres bandes magnétiques dont la résolution est cependant plus faible. La plus

ancienne anomalie de l'expansion du fond océanique relevée dans cette région est l'anomalie M25 (environ 156 Ma). Ces déterminations sont basées sur une analyse des anomalies magnétiques dans une région plus étendue que celle de la présente carte (Klitgord et Schouten, 1986).

Une vaste anomalie positive et sinuose, appelée «anomalie magnétique de la côte Est (AMCE)» s'étend à la base ou près de la base du talus et marque la limite occidentale de la zone de faible variation magnétique du domaine océanique. L'AMCE pourrait également marquer la position de la limite entre les croûtes océanique et continentale. Au sud, l'anomalie est à peu près parallèle au contour du talus continental mais, vers le nord, elle diverge vers le bassin Néo-Écossais avant de disparaître. Le début de l'expansion du fond océanique dans cette partie de l'Atlantique daterait du Jurassique moyen si l'on se fonde sur un âge d'environ 175 Ma établi pour l'AMCE (Klitgord et Schouten, 1986).

Une phase initiale de rifting entre la Nouvelle-Écosse et l'Afrique, du Trias tardif au Jurassique précoce, a causé la formation de failles et une activité volcanique autour de la baie de Fundy. Certaines anomalies magnétiques importantes observées autour de la baie sont le résultat de ces processus. La longue anomalie positive linéaire de direction nord-est qui traverse le sud du Nouveau-Brunswick et l'ouest de l'île du Prince-Édouard est associée à la formation de failles majeures (par ex. la faille Belle Isle) et à des roches volcaniques du Carbonifère précoce. Ces roches volcaniques sont également présentes le long de la faille Cobequid-Chedabucto qui s'étend à l'est de la rive nord de la Baie de Fundy à travers le centre-nord de la Nouvelle-Écosse.

REMERCIEMENTS

Les réviseurs J. Verhoef et S. Srivastava du CGA ont formulé des critiques utiles concernant la compilation des données et la production de cette carte. Il en va de même du personnel de la Division de la géophysique de la CGC (J. Halpenny, B. Hearty, K. McConnell, W. Miles et D. Teskey). K. Klitgord de la United States Geological Survey et W. Bothner de l'Université du New Hampshire ont fourni des ensembles de données supplémentaires sur le golfe du Maine (É.-U.) et de son voisinage.

RÉFÉRENCES

- Commission géologique du Canada
1987: Magnetic anomaly map of Canada (5th edition); Geological Survey of Canada, Map 1255A, scale 1:5 000 000.
1988: Magnetic anomaly map of the continental margin of Eastern Canada; Geological Survey of Canada, Map 1709A, scale 1:5 000 000.
- Committee for the Magnetic Anomaly Map of North America
1987: Magnetic anomaly map of North America; Geological Society of America, Boulder, Colorado, U.S.A., scale 1:5 000 000, 4 sheets.
- Dods, S. D., Teskey, D. J., et Hood, P. J.
1985: The new series of 1:1 000 000-scale magnetic anomaly maps of the Geological Survey of Canada: compilation techniques and interpretation; in *The Utility of Regional Gravity and Magnetic Anomaly Maps*, (ed.) W. J. Hinze; Society of Exploration Geophysicists, Tulsa, Oklahoma, U.S.A.
- IAGA Division 1, Working Group 1
1986: International Geomagnetic Reference Field revision 1985; Eos, Transactions of the American Geophysical Union, v. 67, p. 523-524.
- Klitgord, K. D. et Schouten, H.
1986: Plate kinematics of the central Atlantic; in *The Geology of North America, Volume M, The Western North Atlantic Region*, (ed.) P. R. Vogt and B. E. Tucholke; Geological Society of America, p. 351-378.
- Macnab, R., Shih, K. G., Bothner, W. A., Brooks, J., Delorey, C., et Klitgord, K.
1990: Magnetic data over Gulf of Maine and adjacent land areas: preparation of a data base for construction of a 1:500 000 magnetic anomaly map; Geological Survey of Canada, Open File 2295, 17 p.
- Verhoef, J. et Macnab, R.
1988: Magnetic data over the continental margin of Eastern Canada: preparation of a data base and construction of a 1:5 million magnetic anomaly map; Geological Survey of Canada, Open File 1504, 95 p.

Publication de la Commission géologique du Canada également disponible en français