FIRST VERTICAL DERIVATIVE OF THE MAGNETIC ANOMALIES

ANOMALIES DE LA DÉRIVÉE PREMIÈRE VERTICALE DU CHAMP MAGNÉTIQUE

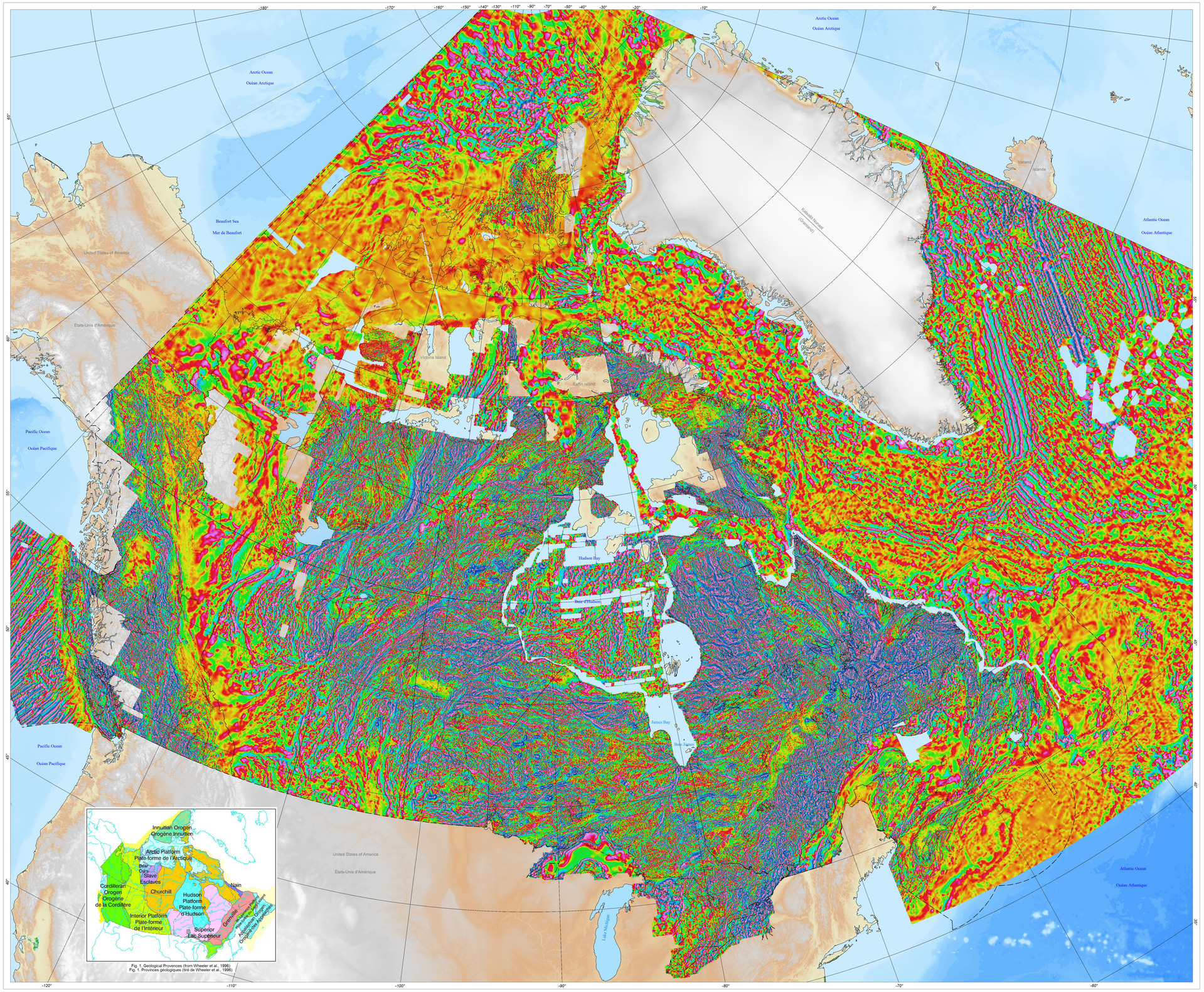


Fig. 1. Geological Provences (from Wheeler et al., 1996)
Fig. 1. Provinces géologiques (tiré de Wheeler et al., 1996)

ABSTRACT

The first vertical derivative of magnetic anomalies map of Canada shows small variations in the magnetic field. The derivative is calculated from the residual magnetic field and enhances the short wavelength component of the field. The magnetic character of a rock depends on its composition and its deformational and metamorphic history. To map these variations, the Geological Survey of Canada has been acquiring aeromagnetic data since 1947. Over the years, more than 500 surveys have been carried out, generally with a flight-line spacing of 800 m and an altitude of 305 m above the ground. These aeromagnetic surveys have been levelled to each other to correct for arbitrary datums, slow variations of Earth's magnetic field over time, and differing survey specifications. The dominant structural trends of geological provinces, truncation of those trends at structural boundaries, and the characteristic patterns of suture zones can be recognized on the magnetic anomaly map. The magnetic signature of Precambrian basement rocks can be seen through the Phanerozoic sedimentary basin cover. Major dyke swarms can be traced over hundreds of kilometres from their radiating linear magnetic pattern. Oceanic crust has a characteristic striped magnetic pattern that is due to changes in the polarity of Earth's magnetic field, which occur over intervals of millions of years.

INTRODUCTION

This map presents an enhancement of small variations in the magnetic field over Canada, called the 'first vertical derivative magnetic anomalies'. These variations are largely due to variations in the magnetic properties of Earth's crust. The data are derived from the holdings of the Canadian Airborne Geophysical Data Base maintained by the Geological Survey of Canada (GSC) and have been collected as part of an ongoing program to map the intensity of Earth's magnetic field over the Canadian landmass and adjacent offshore areas. Aeromagnetic maps are produced at a variety of scales; they are useful for geological mapping and have applications in mineral, oil, and gas exploration.

RESIDUAL TOTAL MAGNETIC FIELD

A magnetic field is produced by the flow of an electrical current. Orbitals of electrons in atoms create magnetic dipole moments. Molecules may also be magnetic dipoles. These can be aligned by an external field by the process of magnetic induction. The ancillary field produced by aligned dipoles, M, augments the magnetizing field, H. The ancillary field M is proportional to and aligned with H for low, external magnetic fields according to the formula M = kH, where k is the magnetic susceptibility. Thus, the magnetic susceptibility of a body measures how magnetized that body can become in the presence of an external field. The unit of magnetic induction is the nanotesla (nT).

Earth's magnetic field is largely produced by three main sources: the geomagnetic or core field, the induced field, and the remanent field. The core field is generated by the dynamo effect of electric currents flowing in Earth's liquid core. It varies slowly with time, a change that is called 'secular variation'. The induced magnetic field is the product of the intensity of the geomagnetic field and the magnetic susceptibility of the underlying rocks. Magnetic susceptibility is a physical property of a material that reflects the material's magnetic mineral content and character. Magnetite is the principal mineral phase responsible for ferrimagnetic susceptibility, although pyrrhotite and some members of the titanohematite series may be locally important. Remanent magnetization is also a property of crustal rocks and produces a magnetic field even in the absence of an ambient field. Remanent magnetization records the direction of the geomagnetic field at the time the minerals were magnetized, for example by cooling to a temperature lower than the Curie temperature. The intensity of the remanent magnetization of a rock body depends on the proportion of ferromagnetic minerals present, the strength of the geomagnetic field at the time of origin of the remanence, and the geological history of the rock (Sharma, 1978). Because of unstable remanence, which over time realigns with the induced field, and the general heterogeneity of the remanent magnetization, induced magnetization is usually dominant. When interpreting magnetic anomalies over land, the effect of remanent magnetization is usually ignored. For oceanic regions, remanent magnetization is the most important factor because, in geological terms, ocean crust is young (younger than 200 million years) and has a relatively simple cooling and deformation history.

The residual total magnetic field is computed from the observed total field by subtracting the International Geomagnetic Reference Field model of the core field, which includes the secular variation and therefore varies slightly from year to year. The result isolates the component of the total field that is dominated by the magnetic effects of the crustal rock units. The residual total magnetic field map is a useful bedrock mapping tool because it reflects variations in a physical property of the rocks of the crust.

DATA ACQUISITION

Airborne magnetic surveys are conducted with constant flight-line orientations, usually perpendicular to the regional geological strike, and with constant line spacing. The GSC has been acquiring aeromagnetic data since 1947 and current holdings comprise over 11 million line kilometres of data. Most aeromagnetic data were acquired at an altitude of 305 m mean terrain clearance, although over mountainous areas some surveys were flown at a constant barometric altitude, i.e. at a constant level above the highest peak in the survey area. The standard flight-line spacing for regional surveys is 800 m. In areas of deep sedimentary basins, the flight-line spacing was generally increased to 1600 m. In some areas of Canada, particularly in the Western Canada Basin and the Arctic, data were provided by oil and gas exploration companies and other non-GSC sources. In these areas, the flight-line spacing may exceed 6 km. Detailed, high-resolution surveys are also acquired, with flight-line spacings between 150 m and 400 m. However, coincident regional data were generally used in the production of this map.

Most offshore magnetic surveying is done aboard ships, with a magnetometer towed at a sufficient distance from the ship to make the ship's magnetic effect negligible. The ship-track spacing and orientation depend on the purpose of the survey and possibly also on other geophysical measurements that are usually done at the same time (e.g. gravity, depth sounding); spacing is typically in the order of 5 to 10 km over deep water and less over the continental shelves.

DATA PROCESSING

Aeromagnetic surveys over Canada must be levelled to a common datum and to each other to account for secular variations in the orientation and strength of the geomagnetic field, arbitrary magnetometer datums in older surveys, differences in flight-line spacing and orientation, and differences in flying height and data quality.

Most data acquired before the advent of digital data recording (late 1970s) were in the form of analogue profiles and compiled as 1:63 360 or 1:50 000 scale contour maps. These maps have been digitized along the flight lines and at intersections with contour lines, gridded to an interval of 812.8 m, and levelled to adjacent surveys. This project began in the late 1970s and lasted about 10 years. The levelling of individual surveys was performed by first subtracting the International Geomagnetic Reference Field for the date and altitude of the survey for each grid. The difference at the boundary of adjacent surveys was removed using a low order polynomial. The remaining errors were locally smoothed out where required (Teskey et al., 1982). The unlevelled line data were archived on a survey-by-survey basis and this accumulated data resulted in the creation of the Canadian Airborne Geophysical Data Base.

The levelling of Canadian aeromagnetic survey profile data was initiated in 1989 by the Ontario Geological Survey in co-operation with the GSC. The project involved making a single master aeromagnetic grid for the province of Ontario at a uniform grid spacing of 200 m (Reford et al., 1990). This required the regridding of the digitized line data to a finer grid cell size and the subsequent transfer of the levelling adjustment that had been applied to the regional grid in the first phase of the project. The existing 812.8 m cell size grid was regridded to match the unlevelled 200 m grid. The grid of the level adjustments was then subtracted from the original, unlevelled, total field grid. The line data for the digitized surveys were extracted by interpolation from the 200 m levelled grid. The levelling adjustments for the digitally acquired surveys were calculated from the adjustment grid and applied directly to the line data. Subsequently, a similar procedure was applied to aeromagnetic survey data from the Atlantic provinces, Manitoba, and Saskatchewan. The procedure was modified slightly for the processing of surveys from Quebec and the Northwest Territories. For these surveys, the levelling adjustment was calculated systematically from the adjustment grid. The adjustment was then applied to the line data, thus avoiding the regeneration of profile data from the levelled grid.

Constant barometric altitude surveys have been flown over the mountainous areas of Western Canada and northern Baffin Island. Linking of the drape-flown, levelled, aeromagnetic data to the constant-altitude, aeromagnetic survey data has been performed by computational draping of the constant-altitude surveys to an idealized 305 m altitude surface. The method used for draping is based on a Taylor series expansion of the magnetic field on the measurement surface (Pilkington and Roest, 1992). The computationally-draped data and the unlevelled, drape-flown data for Manitoba, Saskatchewan, British Columbia, and Yukon were levelled in-house to the national datum and stored as profile data in the Canadian Airborne Geophysical Data Base. The resulting levelled residual total field data are shown on the map.

The map presented here is the first vertical derivative of the residual total magnetic field intensity. It quantifies the rate of change in the magnetic field in the vertical direction and is equivalent to measuring the field with two vertically separated magnetometers and dividing the difference in field strength by the separation distance. A 1 km grid of the magnetic data was converted to the frequency domain using a fast Fourier transform. The vertical derivative transform function was applied to the frequency domain data enhancing higher frequencies. The data were then returned to the spatial domain using an inverse fast Fourier transform. The filter removes the long wavelength component and helps resolve closely spaced, even superposed anomalies. The derivative operation also enhances noise in the data which limits the utility of higher order derivatives. The vertical derivative is often used to trace contacts between large scale magnetic domains, as it has a value of zero over vertical contacts (Hood, 1965).

DESCRIPTION OF MAJOR FEATURES

The vertical derivative of magnetic anomalies highlights the variation of magnetic properties in the rocks of Earth's crust, and therefore provides an indication of the composition and the deformational and metamorphic history of the underlying rocks. Compared to the total magnetic intensity, the vertical derivative reflects sources closer to the surface. Higher vertical derivatives are generally associated with highly magnetic rocks (for example, iron-rich volcanic rocks). Lower derivatives are generally associated with essentially nonmagnetic rocks (for example, some types of granites).

The dominant east-west structural trend of the Superior Province (Fig. 1, from Wheeler et al., 1996), known from geological mapping, is reflected in the magnetic pattern over this part of the Canadian Shield. The truncation of the trends to the east by a northeast-trending, broad, magnetic low marks the Grenville Front. The truncation of the trends to the west marks the unexposed boundary of the Churchill and Superior provinces. The boundary between the Trans-Hudson Orogen and the Superior Province is marked by curvilinear magnetic highs corresponding to magmatic arcs. The magnetic signature of the exposed Canadian Shield can be traced under the Western Canada Sedimentary Basin. Since the magnetic signal is attenuated with increasing distance to the source, the magnetic anomalies over sedimentary basins have longer wavelengths and lower amplitudes than those over exposed basement. Both the Mackenzie and Matachewan dyke swarms can be clearly traced from their linear, radiating, magnetic patterns. The striped magnetic pattern over oceans is the result of remanent magnetization in the oceanic crust and reflects reversals in the polarity of Earth's core field over time.

This publication is available for free download through GEOSCAN (http://geoscan.nrcan.gc.ca/). Corresponding digital profile and gridded data are available from Natural Resources Canada's Geoscience Data Repository for Geophysical Data at: http://gdr.agg.nrcan.gc.ca/gdrdap/dap/search-eng.php. The same products are also available, for a fee, from the Geophysical Data Centre, Geological Survey of Canada, 615 Booth Street, Ottawa, Ontario K1A 0E9. Telephone: 613-995-5326, email: infogdc@nrcan.gc.ca.

REFERENCES / RÉFÉRENCES

Hood, P.J., 1965. Gradient measurements in aeromagnetic surveying; Geophysics, v. 30, p. 891-902.

Pilkington, M. and Roest, W.R., 1992. Draping aeromagnetic data in areas of rugged topography; Journal of Applied Geophysics, v. 29, p. 135-142.

Reford, S.W., Gupta, V.K., Paterson, N.R., Kwan, K.C.H., and MacLeod, I.N., 1990. Ontario master aeromagnetic grid: a blueprint for detailed compilation of magnetic data on a regional scale; *in* 60th Annual International Meeting, Expanded Abstracts; Society of Exploration Geophysicists, Tulsa, Oklahoma, p. 617-619.

Sharma, P.V., 1978. Geophysical Methods in Geology; Elsevier North-Holland Inc., New York, 407 p.

Teskey, D.J., Dods, S.D., and Hood, P.J. 1982. Compilation techniques for the 1:1 million magnetic anomaly map series; *in* Current Research, Part A; Geological Survey of Canada, Paper 82-1A, p. 351–358.

Wheeler, J.O., Hoffman, P.F., Card, K.D., Davidson, A., Sanford, B.V., Okulitch, A.V., and Roest, W.R., 1996. Geological Map of Canada; Geological Survey of Canada, Map D1860A, scale 1:5 000 000.

GSC OPEN FILE 7878 / DOSSIER PUBLIC 7878 DE LA CGC

FIRST VERTICAL DERIVATIVE OF MAGNETIC ANOMALIES MAP
CARTE DES ANOMALIES DE LA DÉRIVÉE PREMIÈRE VERTICALE DU CHAMP MAGNÉTIQUE
CANADA

Scale 1:7 500 000 - Échelle 1/7 500 000

Kilometres 100 0 100 200 300 400 500 600 kilometres

NAD83 / Lambert (CM-96°C=-92 SP40=49 SP49=77 LAT0=63)

Lambert Conic Conformal Projection
North American Datum,1983
© Her Majesty the Queen in Right of Canada,
as represented by the Minister of Natural Resources Canada, 2016

Projection conique conforme de Lambert
Système de référence géodésique nord-américain, 1983
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada,
représentée par le ministre de Ressources naturelles Canada, 2016

Topographic data from Natural Resources Canada and NASA SRTM
Données topographiques de Ressources naturelles Canada et NASA SRTM

Authors: W. Miles and D. Oneschuk
Data compilation and map production by the Geological Survey of Canada, Ottawa, Ontario.

doi:10.4095/297338

RÉSUMÉ

La carte des anomalies de la dérivée première verticale du champ magnétique du Canada illustre les petites variations du champ magnétique de la Terre. La dérivée est calculée à partir de la composante résiduelle du champ magnétique et rehausse la composante de courte longueur d'onde de celui-ci. Le caractère magnétique d'une roche dépend de sa composition, ainsi que de son évolution structurale et métamorphique. Afin d'illustrer graphiquement ces variations, la Commission géologique du Canada recueille des données aéromagnétiques depuis 1947. Avec le temps, plus de 500 levés aéromagnétiques ont été effectués, généralement suivant des lignes de vol espacées de 800 m et à une hauteur de 305 m au-dessus du sol. Tous ces levés aéromagnétiques ont été ramenés à un niveau de référence commun afin de tenir compte des écarts attribuables à des niveaux de référence arbitraires et à des spécifications de levés différentes, ainsi que pour minimiser les effets des lentes variations du champ magnétique terrestre avec le temps. Sur la carte des anomalies magnétiques, il est possible de reconnaître les principales directions structurales des provinces géologiques, la terminaison abrupte des anomalies associées aux limites tectoniques des provinces et les configurations caractéristiques des zones de suture. Il est également possible de distinguer la signature magnétique des roches du socle précambrien qui transparaît au travers des bassins sédimentaires de couverture du Phanérozoïque. De grands essaims de dykes mafiques peuvent être suivis sur des centaines de kilomètres grâce à leur configuration magnétique formée de segments linéaires agencés en un motif radial. La croûte océanique présente une configuration rayée caractéristique reflétant les changements dans la polarité du champ magnétique terrestre qui se produisent à des intervalles de quelques millions d'années.

INTRODUCTION

Cette carte accentue les petites variations du champ magnétique à l'intérieur du Canada, appelées «anomalies de la dérivée première verticale du champ magnétique». Ces variations sont en grande partie attribuables aux variations des propriétés magnétiques de la croûte terrestre. Les données sont tirées des archives de la Base de données géophysiques aéroportées du Canada que gère la Commission géologique du Canada (CGC), et elles ont été recueillies dans le cadre d'un programme permanent dont l'objet est de représenter graphiquement l'intensité du champ magnétique de la Terre à l'intérieur de la masse continentale du Canada et des régions extracôtières adjacentes. Les cartes aéromagnétiques sont produites à diverses échelles. Elles sont utiles pour la cartographie géologique et sont utilisées pour la recherche du pétrole, du gaz naturel et des ressources minérales.

COMPOSANTE RÉSIDUELLE DU CHAMP MAGNÉTIQUE TOTAL

Un champ magnétique est produit par la circulation d'un courant électrique. Les orbitales électroniques des atomes créent des moments dipolaires magnétiques. Les molécules peuvent également être des dipôles magnétiques. Un champ magnétique externe peut aligner ces dipôles grâce au processus d'induction magnétique. Le champ magnétique secondaire (M), créé par l'alignement des dipôles, accroît le champ magnétisant externe (H). Le champ magnétique secondaire (M) est proportionnel à H et est aligné sur lui dans le cas des champs magnétiques externes faibles, selon la formule M = kH, où k représente la susceptibilité magnétique. Donc, la susceptibilité d'un corps est une mesure du degré auquel le corps pourra devenir magnétisé en présence d'un champ externe. L'unité de mesure de l'induction magnétique est le nanotesla (nT).

Le champ magnétique de la Terre est attribuable à trois sources principales : le champ géomagnétique ou champ du noyau, le champ induit et le champ rémanent. Le champ géomagnétique est généré par l'effet de dynamo des courants électriques qui circulent dans le noyau liquide de la Terre. Il varie lentement au fil du temps, changement qui est appelé «variation séculaire». Le champ magnétique induit est la résultante de l'intensité du champ géomagnétique et de la susceptibilité magnétique des roches sous-jacentes. La susceptibilité magnétique est une propriété physique des matériaux qui reflète leur teneur en minéraux magnétiques et le caractère de ceux-ci. La magnétite est la principale phase minérale responsable de la susceptibilité ferromagnétique, bien que la pyrrhotine et quelques minéraux de la série des titano-hématites puissent être importants par endroits. L'aimantation rémanente est aussi une propriété des roches crustales et peut produire un champ magnétique, même en l'absence d'un champ ambiant. Elle enregistre la direction du champ géomagnétique au moment où les minéraux ont été magnétisés, par exemple lors d'un refroidissement ayant amené la température en-deçà du point de Curie. L'intensité de l'aimantation rémanente d'un corps rocheux dépend de la proportion de minéraux ferromagnétiques présents, de l'intensité du champ géomagnétique qui régnait lors de l'apparition de l'aimantation rémanente et de l'évolution géologique de la roche (Sharma, 1978). Généralement, l'aimantation induite est dominante, parce que la rémanence est instable, tendant avec le temps à se réaligner sur le champ induit, et que l'aimantation rémanente est hétérogène. Lors de l'interprétation des anomalies magnétiques dans les régions continentales, il est souvent fait abstraction des effets de l'aimantation rémanente. Dans les régions océaniques, c'est l'aimantation rémanente qui est le facteur le plus important parce que, en termes de temps géologique, la croûte océanique est jeune (moins de 200 millions d'années) et que son refroidissement et sa déformation se sont déroulés suivant un scénario relativement simple.

La composante résiduelle du champ magnétique total est calculée en soustrayant du champ magnétique total observé le Champ géomagnétique international de référence, un modèle du champ géomagnétique qui inclut la variation séculaire et qui varie donc quelque peu d'une année à l'autre. Le résultat obtenu représente la composante du champ total qui est dominée par les effets magnétiques attribuables aux unités lithologiques de la croûte. La carte des anomalies de la composante résiduelle du champ magnétique total est un outil utile pour la cartographie du substratum rocheux, parce qu'elle révèle les variations d'une des propriétés physiques des roches de la croûte.

ACQUISITION DES DONNÉES

Les levés magnétiques aériens sont effectués suivant des lignes de vol à espacement régulier et à orientation constante, le plus souvent perpendiculaire aux directions géologiques régionales. La CGC accumule des données aéromagnétiques depuis 1947 et possède actuellement des données couvrant plus de 11 millions de kilomètres de lignes de vol. La plus grande partie des données ont été acquises à une hauteur moyenne de 305 m au-dessus du sol, bien qu'en terrain montagneux certains levés aient été réalisés à une altitude barométrique constante (c.-à-d. à une hauteur constante au-dessus du sommet le plus élevé de la région survolée). L'espacement standard des lignes de vol est de 800 m. Dans les régions où il y a des bassins sédimentaires contenant des accumulations de grande épaisseur, l'espacement des lignes de vol est généralement porté à 1 600 m. Dans certaines régions du Canada, particulièrement dans le Bassin de l'Ouest du Canada et dans l'Arctique, les données ont été fournies par des sociétés d'exploration pétrolière et gazière ou par d'autres sources externes à la CGC. Dans ces régions, l'espacement des lignes de vol peut dépasser 6 km. En outre, des levés détaillés à haute résolution ont été réalisés suivant des lignes de vol espacées de 150 à 400 m. Toutefois, pour produire cette carte, les données utilisées proviennent surtout de levés régionaux adjacents.

Au large des côtes, les levés magnétiques sont effectués principalement à bord de navires. Dans ce cas, un magnétomètre est remorqué à une distance suffisante du navire pour que l'effet magnétique de celui-ci soit négligeable. La direction et l'espacement des lignes de levé varient selon les objectifs et peuvent varier également selon les autres mesures qui sont faites en même temps (p. ex. gravimétrie, bathymétrie), mais l'espacement est généralement de l'ordre de 5 à 10 km en eau profonde et moindre au-dessus des plates-formes continentales.

TRAITEMENT DES DONNÉES

Il est nécessaire de ramener tous les levés aéromagnétiques du Canada à un niveau de référence commun et de les faire correspondre afin de tenir compte des variations séculaires de l'orientation et de l'intensité du champ géomagnétique, des niveaux de référence arbitraires des magnétomètres utilisés autrefois, des variations dans l'espacement et l'orientation des lignes de vol, ainsi que des différences de hauteur de vol et de qualité des données.

La plupart des données acquises avant l'avènement des enregistreurs numériques (fin des années 1970) ont été recueillies sous la forme de profils analogiques et compilées sous la forme de cartes d'isolignes à des échelles de 1/63 360 ou 1/50 000. Une numérisation de ces cartes a été réalisée en sélectionnant comme points de données l'intersection des lignes de vol et des isolignes magnétiques, en attribuant les valeurs obtenues à une grille à maille de 812,8 m et en effectuant un nivellement avec les levés adjacents. Ce projet a commencé vers la fin des années 1970 et a duré presque 10 ans. La mise au même niveau des levés individuels a été faite en soustrayant d'abord la valeur du Champ géomagnétique international de référence pour la date et l'altitude du levé de chaque grille. Les limites des levés ont ensuite été ajustées les unes aux autres à l'aide d'une fonction polynomiale d'ordre inférieur. Les erreurs restantes ont été lissées là où c'était nécessaire (Teskey et al., 1982). Les données en format profil non nivelées ont été archivées levé par levé et l'accumulation de ces données a mené à la création de la Base de données géophysiques aéroportées du Canada.

Le nivellement des données en format profil des levés aéromagnétiques du Canada a été amorcé en 1989 par la Commission géologique de l'Ontario en collaboration avec la CGC. Le projet consistait à réaliser une seule grille maître de données aéromagnétiques à maille uniforme de 200 m pour toute la province de l'Ontario (Reford et al., 1990). Pour ce faire, il était nécessaire de générer à l'aide des données en format profil numérisées une nouvelle grille à maille plus serrée et de transférer par la suite la compensation de nivellement qui avait été précédemment appliquée à la grille régionale lors de la première phase du projet. En se servant de la grille existante à maille de 812,8 m, les données ont été traitées à nouveau afin de produire une nouvelle grille pouvant être mise en correspondance avec la grille de données non nivelées à maille de 200 m. Une fois ceci réalisé, la grille de données correspondant aux compensations de nivellement a été soustraite de la grille de données originales, non nivelées, du champ total. Les données en format profil des levés numérisés ont été obtenues par interpolation à partir de la grille nivelée à maille de 200 m. Les compensations de nivellement pour les levés à acquisition numérique des données ont été calculées à partir de la grille de compensation et appliquées directement aux données en format profil. Par la suite, une procédure similaire a été utilisée pour les données des levés aéromagnétiques des provinces de l'Atlantique, du Manitoba et de la Saskatchewan. La procédure a été modifiée quelque peu pour les levés couvrant le Québec et les Territoires du Nord-Ouest. Pour ces derniers, la compensation de nivellement a été calculée systématiquement à partir de la grille de compensation. La compensation a par la suite été appliquée directement aux données en profils, ce qui a évité de générer de nouveaux les données en format profil à partir de la grille nivelée.

Des levés à altitude barométrique constante ont été effectués au-dessus des régions montagneuses de l'Ouest canadien et du nord de l'île de Baffin. Afin de relier les données aéromagnétiques issues de ces levés aéromagnétiques effectués à altitude constante aux autres données nivelées provenant de levés à garde au sol constante, les données des levés à altitude constante ont été rapportées par calcul sur une surface moulant le relief à une hauteur de 305 m au-dessus du sol. La méthode utilisée pour rapporter les données sur la surface moulant le relief est basée sur une expansion en série de Taylor du champ magnétique sur la surface de mesure (Pilkington et Roest, 1992). Les données rapportées par calcul sur la surface moulant le relief et les données non nivelées des levés réalisés à garde au sol constante du Manitoba, de la Saskatchewan, de la Colombie-Britannique et du Yukon ont été nivelées à l'interne en utilisant le niveau de référence national et ont été enregistrées en format profil dans la Base de données géophysiques aéroportées du Canada. Les données nivelées de la composante résiduelle du champ magnétique total résultant de ce traitement sont montrées sur la carte.

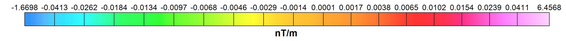
La carte présentée ici montre l'intensité de la dérivée première verticale de la composante résiduelle du champ magnétique total. Elle quantifie le taux de variation du champ magnétique suivant la verticale et est équivalente à ce que l'on obtiendrait en mesurant l'intensité du champ magnétique à l'aide de deux magnétomètres distincts séparés verticalement et en divisant la différence de lecture entre les deux instruments par la distance qui les sépare. Une grille de données magnétiques à maille de 1 km a été convertie dans le domaine des fréquences à l'aide d'une transformation de Fourier rapide. La fonction de transformation de la dérivée verticale a alors été appliquée aux données du domaine des fréquences afin d'accentuer les plus hautes fréquences. Les données ont par la suite été reconverties dans le domaine spatial en utilisant une transformation de Fourier rapide inverse. Ce filtre a pour effet d'éliminer la composante de grande longueur d'onde et de faciliter la résolution des anomalies rapprochées, voire superposées. Ces transformations amplifient également le bruit dans les données ce qui limite l'utilisation de dérivées d'ordre supérieur. La dérivée verticale est souvent employée pour tracer les contacts entre les domaines magnétiques à grande échelle, car sa valeur est de zéro à l'aplomb des contacts verticaux (Hood, 1965).

DESCRIPTION DES ÉLÉMENTS IMPORTANTS

La carte des anomalies de la dérivée première verticale du champ magnétique fait ressortir la variation des propriétés magnétiques des roches de la croûte terrestre et donne donc une indication de la composition des roches, ainsi que de leur évolution tectonique et métamorphique. Par rapport à la carte de l'intensité du champ magnétique total, la carte de la dérivée verticale met en évidence les sources magnétiques plus proches de la surface. Des valeurs plus élevées de la dérivée verticale sont généralement associées à des roches très magnétiques (par exemple, des roches volcaniques riches en fer), alors que des valeurs plus faibles le sont le plus souvent à des roches essentiellement non magnétiques (par exemple, certains types de granites).

L'orientation structurale à dominante est-ouest de la Province du lac Supérieur (fig. 1, tirée de Wheeler et al., 1996), révélée par la cartographie géologique, est mise en évidence dans la configuration des anomalies magnétiques de cette partie du Bouclier canadien. À l'est, le recoupement des axes magnétiques est-ouest par un vaste creux magnétique de direction nord-est marque la position du front de Grenville. La terminaison de ces mêmes axes est-ouest à l'ouest indique la position de la limite cachée séparant les provinces de Churchill et du lac Supérieur. La limite entre l'orogène trans-hudsonien et la Province du lac Supérieur est marquée par des crêtes magnétiques curvilignes qui correspondent à des arcs magmatiques. La signature magnétique d'aspect caractéristique du Bouclier canadien peut être suivie sous le Bassin sédimentaire de l'Ouest du Canada. Puisque le signal magnétique s'atténue en s'éloignant de la source, les anomalies magnétiques relevées au-dessus des bassins sédimentaires ont de plus grandes longueurs d'onde et de plus faibles amplitudes que celles qui sont mesurées au-dessus du socle affleurant. Les essaims de dykes de Mackenzie et de Matachewan peuvent être distingués facilement grâce à leur configuration magnétique d'aspect caractéristique formée de segments linéaires agencés en un motif radial. La configuration rayée des anomalies magnétiques dans le domaine océanique est causée par l'aimantation rémanente dans la croûte océanique et révèle des changements de polarité du champ géomagnétique de la Terre avec le temps.

On peut télécharger cette publication gratuitement à partir du site Web de GEOSCAN (http://geoscan.nrcan.gc.ca/). Les données numériques correspondantes en formats profil et maille sont disponibles depuis l'Entrepôt de données géoscientifiques pour les données géophysiques de Ressources naturelles Canada à l'adresse Web http://gdr.agg.nrcan.gc.ca/gdrdap/dap/search-fra.php. On peut se procurer les mêmes produits, moyennant des frais, en s'adressant au Centre des données géophysiques de la Commission géologique du Canada, 615, rue Booth, Ottawa (Ontario) K1A 0E9. Téléphone : 613-995-5326, courriel : infogdc@nrcan.gc.ca.



FIRST VERTICAL DERIVATIVE OF MAGNETIC ANOMALIES MAP
CARTE DES ANOMALIES DE LA DÉRIVÉE PREMIÈRE VERTICALE DU CHAMP MAGNÉTIQUE
CANADA

Auteurs : W. Miles et D. Oneschuk
La compilation des données et la production de cette carte ont été effectuées par la Commission géologique du Canada, Ottawa (Ontario).

doi:10.4095/297338

OPEN FILE
DOSSIER PUBLIC
7878
GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA
COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA
2016

Publications in this series have not been edited; they are released as submitted by the author.

Les publications de cette série ne sont pas révisées; elles sont publiées telles que soumises par l'auteur.

Recommended citation:
Miles, W. and Oneschuk, D., 2016.
First Vertical Derivative of Magnetic Anomalies Map, Canada /
Carte des anomalies de la dérivée première verticale du champ magnétique, Canada;
Geological Survey of Canada, Open File 7878;
scale 1:7 500 000. doi:10.4095/297338

Notation bibliographique conseillée :
Miles, W. et Oneschuk, D., 2016.
Carte des anomalies de la dérivée première verticale du champ magnétique, Canada /
First Vertical Derivative of Magnetic Anomalies Map, Canada;
Commission géologique du Canada, Dossier public 7878;
échelle 1/7 500 000. doi:10.4095/297338