

TOTAL INTENSITY CHART OF CANADA 1990

CARTE DE L'INTENSITÉ TOTALE AU CANADA POUR 1990

Descriptive Notes
by
L.R. Newitt and G.V. Haines

Notes Descriptives
par
L.R. Newitt et G.V. Haines

INTRODUCTION
It was not until the early nineteenth century that a technique was developed to measure the magnitude of the magnetic field vector (total intensity). These force measurements were made primarily by explorers with scientific training and interests. Among these were Edward Sabine, James Ross, John Franklin, and John Henry Lefroy. Their measurements were essential to the scientists of the day, who were trying to determine the basic structure of the Earth's magnetic field. Today, total force measurements are of great importance in mineral exploration. By subtracting the broad-scale magnetic field values, such as shown on this chart, from detailed total force observations, a pattern of magnetic anomalies is discernible, which may delineate geological structures or areas of mineralization.

INTRODUCTION
Ce n'est qu'au début du XIX^e siècle qu'une technique a été mise au point pour mesurer la magnitude du vecteur champ magnétique (intensité totale). Ces mesures de la force magnétique ont surtout été faites par des explorateurs dont les intérêts et la formation étaient axés sur le domaine scientifique. Il s'agissait, notamment, d'Edward Sabine, James Ross, John Franklin et John Henry Lefroy. Leurs mesures se sont avérées indispensables aux scientifiques de l'époque qui essayaient de déterminer la structure de base du champ magnétique terrestre. Aujourd'hui, les mesures de la force totale revêtent une grande importance pour la prospection minière. En soustrayant les valeurs de grande échelle du champ magnétique, comme celles qui figurent sur la présente carte, à partir d'observations détaillées de la force totale, il est possible de reconnaître la configuration des anomalies magnétiques qui peuvent délimiter les structures géologiques ou les zones de minéralisation.

In the late nineteenth century, various agencies of the Canadian Government, such as the Topographical Survey, Hydrographic Survey, the Meteorological Service and the Dominion Observatory began to conduct magnetic surveys of the country in a systematic manner (Dawson and Newitt, 1960). Although the emphasis was on magnetic declination, many observations of total intensity were also made, especially by the Dominion Observatory. However, it was not until the Dominion Observatory instated high-level (10 to 5 km above sea level) vector airborne magnetic surveys in 1953 that uniform coverage of the entire country was achieved. Airborne surveys carried out between 1953 and 1976 by the Dominion Observatory and its successor, the Earth Physics Branch, covered the country twice (Haines, 1983). These data form the basis of recent charts and models of total intensity and the other elements of the magnetic field.

À la fin du XIX^e siècle, divers organismes du gouvernement canadien, comme les services de levés topographiques, de levés hydrographiques, de service météorologique et celui de l'Observatoire fédéral, ont commencé à mener de façon systématique des levés magnétiques du pays (Dawson et Newitt, 1960). Des observations de l'intensité totale ont été faites, principalement par l'Observatoire fédéral, mais l'accent portait surtout sur la déclinaison magnétique. Cependant, il a fallu attendre 1953, date à laquelle l'Observatoire fédéral a été remplacé par la Direction de la physique du globe, pour que l'ensemble du pays soit couvert de façon uniforme de données de l'intensité totale et de ses autres éléments du champ magnétique.

The magnitude of the magnetic field vector is not a constant quantity. In fact, all elements of the magnetic field are slowly changing in a non-uniform and somewhat unpredictable fashion (Newitt and Dawson, 1964). This process is referred to as secular variation. For this reason, magnetic charts must be revised periodically. Since it is not feasible to resurvey the entire country before each revision, the secular variation of the magnetic field must be continually monitored. In Canada, a network of 60 magnetic repeat stations and 13 permanent magnetic observatories is maintained primarily for this purpose. Observations from this network allow the adjustment of magnetic survey data to the epoch of the chart.

La magnitude du vecteur champ magnétique n'est pas une quantité constante. En fait, tous les éléments du champ magnétique changent lentement de façon non uniforme et quelque peu imprévisible (Newitt et Dawson, 1964). Ce processus s'appelle la variation séculaire. C'est pour cette raison qu'il faut réviser périodiquement les cartes magnétiques. Étant donné qu'il n'est pas possible de refaire les levés de l'ensemble du pays avant chaque révision, la variation séculaire du champ magnétique doit faire l'objet d'une surveillance continue. Au Canada, un réseau de 60 stations magnétiques de répétition et de 13 observatoires magnétiques permanents contribue essentiellement à cet objectif. Les observations de ce réseau permettent de rajuster les données des levés magnétiques en fonction de l'époque représentée par la carte.

CANADIAN GEOMAGNETIC REFERENCE FIELD 1990

LE CHAMP GÉOMAGNÉTIQUE CANADIEN DE RÉFÉRENCE POUR 1990

Total intensity charts of Canada have been produced on a regular basis since 1955. Early charts were produced by hand-contouring the observed data, updated to the epoch of the chart in some manner. Since 1970, the procedure has been first to produce a mathematical model of the magnetic field and then to produce a chart based on the model.

Des cartes de l'intensité totale au Canada sont produites périodiquement depuis 1955. Les premières cartes étaient produites en traçant à la main les données observées mise à jour d'une certaine façon en fonction de l'époque représentée par la carte. Depuis 1970, la procédure consiste tout d'abord à produire un modèle mathématique du champ magnétique, puis à produire une carte basée sur le modèle.

A major innovation in regional modelling techniques was the development of spherical cap harmonic analysis by Haines (1985a). The development permitted, for the first time, a regional model which recognized that electrical charges and currents are negligible near the Earth's surface. Constraining them to be zero also resulted in a tractable and greatly simplified mathematical model. The method of spherical cap harmonic analysis was originally applied to modelling the secular variation over Canada (Haines, 1985b) and to the production of the 1985 and 1987.5 versions of the Canadian Geomagnetic Reference Field (Haines and Newitt, 1986; Newitt and Haines, 1989).

Une innovation majeure des techniques de modélisation régionale a été la mise au point, par Haines (1985a), de l'analyse harmonique d'une calotte sphérique. Cette innovation a permis, pour la première fois, d'élaborer un modèle régional qui reconnaissait l'effet négligeable des charges et courants électriques près de la surface de la Terre. En les réduisant à zéro, on obtient aussi un modèle mathématique tractable et grandement simplifié. La méthode de l'analyse harmonique d'une calotte sphérique a initialement été appliquée à la modélisation de la variation séculaire sur le Canada (Haines, 1985b) et à la production des versions de 1985 et 1987.5 du Champ géomagnétique canadien de référence (Haines et Newitt, 1986; Newitt et Haines, 1989).

Mathematical models have replaced charts as primary sources of information for many applications since they allow the quick and automatic determination of precise values of the magnetic field elements at any point and time. However, a chart presents an overall picture of the magnetic field pattern not obtainable from a model and provides sufficient precision for many uses.

Les modèles mathématiques ont remplacé les cartes en tant que sources primaires d'information pour de nombreuses applications, étant donné qu'ils permettent de déterminer rapidement et automatiquement les valeurs précises des éléments du champ magnétique en fonction de n'importe quel endroit ou n'importe quel moment. Cependant, une carte présente, au contraire d'un modèle, une vue d'ensemble de la configuration du champ magnétique et assure une précision suffisante pour de nombreuses utilisations.

The total intensity chart of Canada for 1990 is derived from the Canadian Geomagnetic Reference Field for 1990 (CGRF 1990). The CGRF is a spherical cap harmonic model which approximates all other elements of the magnetic field, anywhere in Canada and the surrounding regions. The model was produced from the vector airborne magnetic observations over Canada gathered between 1965 and 1976 by the Earth Physics Branch and from vector satellite (MAGSAT) observations gathered in late 1979 and early 1980 by the U.S. National Aeronautics and Space Administration (NASA). The airborne data were averaged in cells 127 km square, whereas the satellite data were variably decimated to give a uniform distribution over the chart area. A total of 4350 airborne and 5622 satellite component-observations were obtained in the area analyzed.

La carte de l'intensité totale au Canada pour 1990 est dérivée du Champ géomagnétique canadien de référence pour 1990 (CGRF 1990). Le CGRF est un modèle harmonique d'une calotte sphérique qui donne des valeurs approximatives de l'intensité totale ainsi que de tous les autres éléments du champ magnétique, partout au Canada et dans les régions avoisinantes. Le modèle a été produit à partir d'observations aéromagnétiques à trois composantes recueillies au-dessus du Canada entre 1965 et 1976 par la Direction de la physique du globe et de 1979 et le début de 1980 par la National Aeronautics and Space Administration (NASA) des États-Unis. Les données aéromagnétiques ont été groupées en carrés de 127 km de côté, et leur moyenne déterminée, tandis que les données obtenues par satellite ont été choisies au besoin afin d'obtenir une répartition uniforme à l'intérieur de la région cartographiée. La superficie analysée a donné 4350 observations des composantes, dans le cas des données recueillies par avion, et à 5622, pour les données recueillies par satellite.

All data were updated to 1990 using a spherical cap harmonic model of the secular variation over Canada derived from first differences at 33 magnetic observatories and 151 repeat stations in Canada, the United States, Greenland and Iceland. A spherical cap harmonic model was then produced (Newitt and Haines, 1989) from equally weighted airborne and satellite data after subtraction of the 1985 International Geomagnetic Reference Field (IGRF) extrapolated to 1990 (AGA Division 1 Working Group 1, 1986). The total intensity is obtained by summing values of the IGRF and the spherical cap harmonic model. The annual change is the value of intensity at 1991 minus the value at 1990.

Toutes les données ont été rajustées en fonction de l'époque 1990 à l'aide d'un modèle harmonique d'une calotte sphérique de la variation séculaire pour le Canada dérivée des différences premières constatées à 33 observatoires magnétiques et 151 stations de répétition au Canada, aux États-Unis, au Groenland et en Islande. Un modèle harmonique d'une calotte sphérique a ensuite été produit à partir de données, également pondérées, obtenues par avion et par satellite après avoir soustrait le Champ géomagnétique international de référence (IGRF) de 1985, extrapolé jusqu'à l'époque 1990 (AGA Division 1 Working Group 1, 1986). L'intensité totale s'obtient en additionnant les valeurs de l'IGRF et du modèle harmonique de la calotte sphérique. La variation annuelle est la valeur de l'intensité à l'époque 1991 moins la valeur pour 1990.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIE

Dawson, E. and Newitt, L.R.
1960: Canada charts its magnetic field 1843-1960. Geos. Summ., p.13-16.
Haines, G.V.
1983: F.P.B. aeromagnetic data (1963-1976). In Proceedings, Aeromagnetic Data Workshop November 16-18, 1982, Boulder Colorado, Workshop Proceedings, v.1, p.5-19, National Geophysical Data Centre, Boulder, Colorado.
1985a: Spherical cap harmonic analysis. Journal of Geophysical Research, v.90, p.2583-2591.
1985b: Spherical cap harmonic analysis of geomagnetic secular variation over Canada 1960-1985. Journal of Geophysical Research, v.90, p.12563-12574.
Haines, G.V. and Newitt, L.R.
1986: Canadian geomagnetic reference field 1985. Journal of Geomagnetism and Geoelectricity, v.38, p.695-921.

Haines, G.V.
1983: F.P.B. aeromagnetic data (1963-1976). dans Proceedings, Aeromagnetic Data Workshop November 16-18, 1982, Boulder Colorado, Workshop Proceedings, v.1, p.5-19, National Geophysical Data Centre, Boulder, Colorado.
1985a: Spherical cap harmonic analysis. Journal of Geophysical Research, v.90, p.2583-2591.
1985b: Spherical cap harmonic analysis of geomagnetic secular variation over Canada 1960-1985. Journal of Geophysical Research, v.90, p.12563-12574.
Haines, G.V. et Newitt, L.R.
1986: Canadian géomagnétique de référence 1985. Journal of Geomagnetism and Geoelectricity, v.38, p.695-921.

AGA Division 1 Working Group 1

International geomagnetic reference field revision 1985; Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society, v.85, p.217-220.

Newitt, L.R. and Dawson, E.
1984: Secular variation in North America during historical times. Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society, v.78, p.277-289.

Newitt, L.R. et Dawson, E.
1984: Variation séculaire en Amérique du Nord pendant les temps historiques. Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society, v.78, p.277-289.

Newitt, L.R. and Haines, G.V.
1989: Canadian geomagnetic reference field for epoch 1987.5. Journal of Geomagnetism and Geoelectricity, v.41, p.249-261.

Newitt, L.R. et Haines, G.V.
1989: Canadian géomagnétique de référence pour l'époque 1987.5. Journal of Geomagnetism and Geoelectricity, v.41, p.249-261.

AGA Division 1 Working Group 1

International geomagnetic reference field revision 1985; Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society, v.85, p.217-220.

Newitt, L.R. et Dawson, E.
1984: Secular variation in North America during historical times. Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society, v.78, p.277-289.

Newitt, L.R. et Dawson, E.
1984: Variation séculaire en Amérique du Nord pendant les temps historiques. Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society, v.78, p.277-289.

Newitt, L.R. and Haines, G.V.
1989: Canadian geomagnetic reference field for epoch 1987.5. Journal of Geomagnetism and Geoelectricity, v.41, p.249-261.

Newitt, L.R. et Haines, G.V.
1989: Canadian géomagnétique de référence pour l'époque 1987.5. Journal of Geomagnetism and Geoelectricity, v.41, p.249-261.

Copies of this map may be obtained from the Geological Survey of Canada: 601 Booth Street, Ottawa, Ontario K1A 0E8 3303-33rd Street, N.W., Calgary, Alberta T2L 2A7

On peut obtenir des exemplaires de cette carte en s'adressant à la Commission géologique du Canada aux adresses suivantes: 601 rue Booth, Ottawa, Ontario K1A 0E8 3303-33rd Street, N.W., Calgary, Alberta T2L 2A7

Published 1990. Printed by the Cartographic Information and Distribution Centre

Imprimé par le Centre d'information et de distribution cartographique. Publiée en 1990

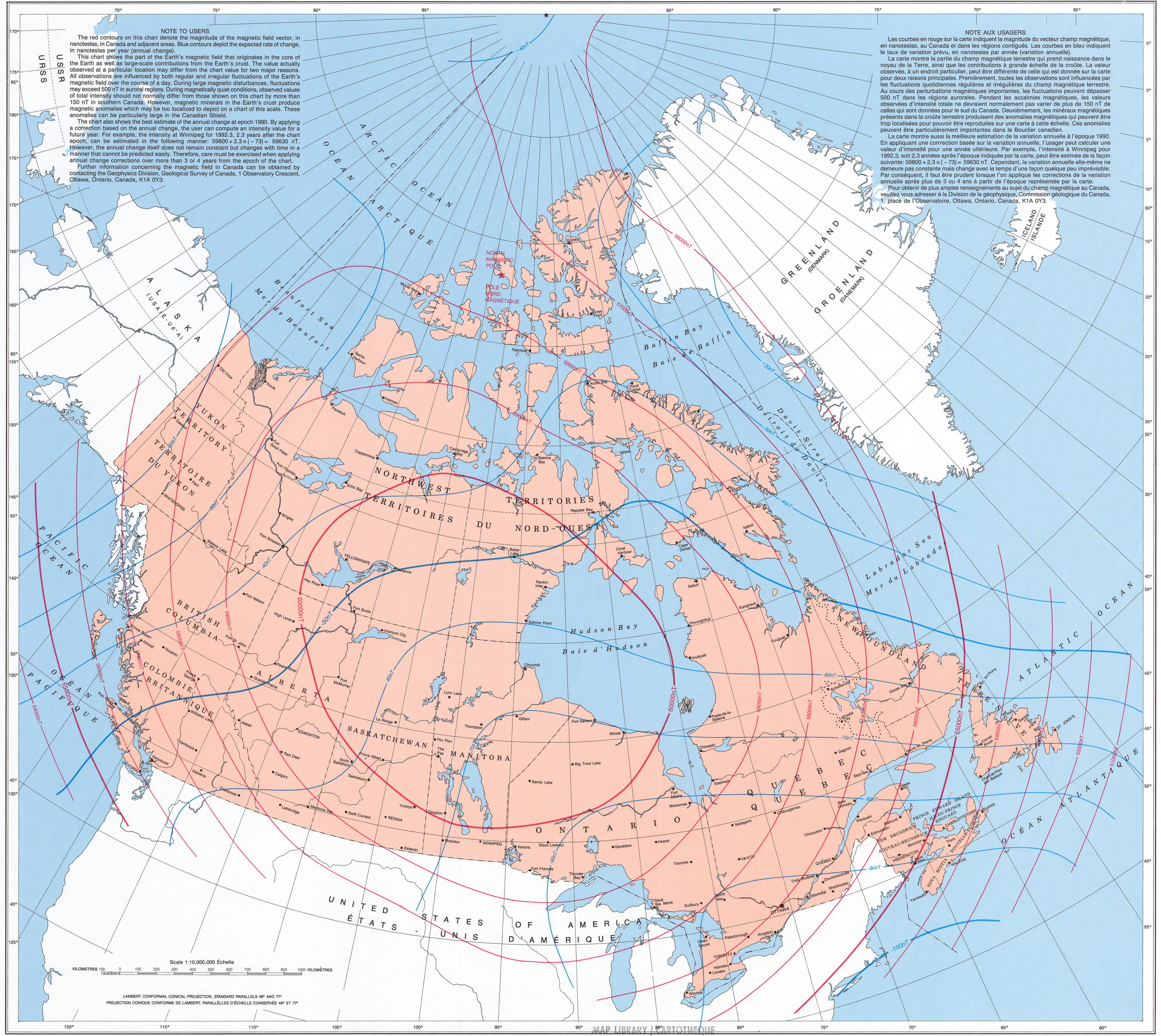
Recommended citation

Notation bibliographique conseillée:

L.R. Newitt and G.V. Haines
1990: Total Intensity Chart of Canada 1990.0, Geological Survey of Canada, Canadian Geophysical Atlas, Map 8, scale 1:10 000 000

L.R. Newitt et G.V. Haines
1990: Carte de l'intensité totale au Canada pour 1990.0, Commission géologique du Canada, Atlas géophysique du Canada, Carte 8, échelle 1/10 000 000

CANADIAN GEOPHYSICAL ATLAS - MAP 8



NOTE TO USERS
The red contours on this chart denote the magnitude of the magnetic field vector, in nanoteslas, in Canada and adjacent areas. Blue contours depict the expected rate of change, in nanoteslas per year (annual change).
This chart shows the part of the Earth's magnetic field that originates in the core of the Earth as well as large-scale contributions from the Earth's crust. The value actually observed at a particular location may differ from the chart value for two major reasons. All observations are influenced by both regular and irregular fluctuations of the Earth's magnetic field over the course of a day. During large magnetic disturbances, fluctuations may exceed 500 nT in auroral regions. During magnetically quiet conditions, observed values of total intensity should not normally differ from those shown on this chart by more than 150 nT in southern Canada. However, magnetic minerals in the Earth's crust produce magnetic anomalies which may be too localized to depict on a chart of this scale. These anomalies can be particularly large in the Canadian Shield.
The chart also shows the best estimate of the annual change at epoch 1990. By applying a correction based on the annual change, the user can compute an intensity value for a future year. For example, the intensity at Winnipeg for 1992.3, 2.3 years after the chart epoch, can be estimated in the following manner: 59600 + 2.3 x (-73) = 59530 nT. However, the annual change itself does not remain constant but changes with time in a manner that cannot be predicted easily. Therefore, care must be exercised when applying annual change corrections over more than 3 or 4 years from the epoch of the chart.
Further information concerning the magnetic field in Canada can be obtained by contacting the Geophysics Division, Geological Survey of Canada, 1 Observatory Crescent, Ottawa, Ontario, Canada, K1A 0Y3.

NOTE AUX USAGERS
Les courbes en rouge sur la carte indiquent la magnitude du vecteur champ magnétique, en nanoteslas, au Canada et dans les régions contiguës. Les courbes en bleu indiquent le taux de variation prévu, en nanoteslas par année (variation annuelle).
La carte montre la partie du champ magnétique terrestre qui prend naissance dans le noyau de la Terre, ainsi que les contributions à grande échelle de la croûte. La valeur observée, à un endroit particulier, peut être différente de celle qui est donnée sur la carte pour deux raisons principales. Premièrement, toutes les observations sont influencées par les fluctuations quotidiennes régulières et irrégulières du champ magnétique terrestre. Au cours des perturbations magnétiques importantes, les fluctuations peuvent dépasser 500 nT dans les régions aurorales. Pendant les accalmies magnétiques, les valeurs observées d'intensité totale ne devraient normalement pas varier de plus de 150 nT de celles qui sont données pour le sud du Canada. Deuxièmement, les minéraux magnétiques présents dans la croûte terrestre produisent des anomalies magnétiques qui peuvent être trop localisées pour pouvoir être représentées sur une carte à cette échelle. Ces anomalies peuvent être particulièrement importantes et de grande amplitude dans la région du bouclier canadien.
La carte montre aussi la meilleure estimation de la variation annuelle à l'époque 1990. En appliquant une correction basée sur la variation annuelle, l'utilisateur peut calculer une valeur d'intensité pour une année ultérieure. Par exemple, l'intensité à Winnipeg pour 1992.3, soit 2,3 années après l'époque indiquée par la carte, peut être estimée de la façon suivante: 59600 + 2,3 x (-73) = 59530 nT. Cependant, la variation annuelle elle-même ne demeure pas constante mais change avec le temps d'une façon quelque peu imprévisible. Par conséquent, il faut être prudent lorsqu'on applique les corrections de la variation annuelle après plus de 3 ou 4 ans à partir de l'époque représentée par la carte.
Pour obtenir de plus amples renseignements au sujet du champ magnétique au Canada, veuillez vous adresser à la Division de la géophysique, Commission géologique du Canada, 1, place de l'Observatoire, Ottawa, Ontario, Canada, K1A 0Y3.

Scale 1:10,000,000 Echelle
KILOMETRES 0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 KILOMÈTRES
LAMBERT CONFORMAL CONICAL PROJECTION, STANDARD PARALLELS 46° AND 77°
PROJECTION CONIQUE CONFORME DE LAMBERT, PARALLÈLES D'ÉCHELLE CONSERVÉE 46° ET 77°

G
3401
-C9
510000
G4
ommc