DESCRIPTIVE NOTES

This map is one of eight 1:5 000 000 scale national thematic Open File maps which depict the surface concentrations of three measured radioactive elements: potassium (K, %), equivalent uranium (eU, ppm), and equivalent thorium (eTh, ppm); as well as five derived products: natural air absorbed dose rate (NADR, nGy/h) calculated from a linear combination of potassium, equivalent uranium, and equivalent thorium; the ratios eU/eTh, eU/K, and eTh/K; and the ternary map which uses false colour to illustrate the co-variation of the three measured elements (Broome et al., 1987).

Digital images of each Open File are maintained at Natural Resources Canada's GEOSCAN Database and are available at http://geoscan.ess.nrcan.gc.ca/geoscan-index.html. The grid and line data are maintained in the digital archives of the Geoscience Data Repository of the Earth Sciences Sector, Natural Resources Canada, and are available at http://geoapps.nrcan.gc.ca/applications/c2/all_tout. Most of the data portrayed in this series of maps have been previously released as larger scale maps. This new series of national-scale maps supersedes Geological Survey of Canada (GSC) Open Files 4756 through to 4763.

The grid used for this map was compiled using georeferenced data acquired from surveys flown by the GSC and Canadian geophysical contractors between 1969 and 2011. Most of these data were acquired with a flight-line spacing of 5000 metres. However, substantial portions were acquired with other flight-line spacings, as indicated on the Index Map. Wide-line-spacing data require more filtering prior to grid interpolation than data with smaller line spacing. This results in a smoother appearance for the wider line-spacing portions of the grid.

Most of the data depicted were acquired using 50 litres of Sodium Iodide (NaI) detectors flown at a planned terrain clearance of 120 metres. A portion of the data was obtained using smaller detector volumes flown at terrain clearances more suitable to local conditions. All airborne spectrometric systems used were calibrated by the GSC to ensure data quality and inter-comparability. Earlier surveys were flown, and their data compiled, to standards required for the Canadian Federal-Provincial Uranium Reconnaissance Program (URP), described in Darnley et al. (1975). More recent surveys were flown to international standards described in Technical Report 323 of the International Atomic Energy Agency (1991) and Grasty and Minty (1995). Minor post-survey levelling of some of the data has been carried out to improve the quality of the final database.

Potassium is measured directly from the 1460 keV gamma-ray photons emitted by ^{40}K. Uranium and thorium, however, are determined indirectly from gamma-ray photons emitted by daughter products ^{214}Bi and ^{208}Tl, respectively, assuming equilibrium between daughter and parent isotopes. For this reason, gamma-ray spectrometric measurements of uranium and thorium refer to as equivalent uranium (eU) and equivalent thorium (eTh).

Standard energy windows were used to record the gamma-ray counts: 1370-1570 keV for potassium, 1660-1860 keV for uranium, 2410-2810 keV for thorium, and 400-2810 keV for total radioactivity. Several corrections were applied to the raw window counts prior to conversion to standard concentration units, including system dead time; background activity from cosmic radiation, the aircraft and atmospheric radon decay products; spectral scattering in the ground, air and detectors; deviations of altitude from the planned terrain clearance; and temperature and pressure variations.

These maps depict radioactivity originating from the upper 30 cm of the Earth's surface. The influence of varying amounts of outcrop, overburden, vegetation, soil moisture and surface water results in measured concentrations that are usually lower than underlying bedrock concentrations.

Throughout the diverse lithotectonic terranes surveyed, the geochemical information provided by variations in potassium, uranium and thorium concentrations, as presented in this coloured contour format, supports mapping of bedrock and surficial geology, mineral exploration, environmental-radiation monitoring and land-use planning at regional and local scales (Shives et al., 1995). More detailed interpretation is encouraged through the use of the original line data, available from the GSC.

In areas with thin or discontinuous drift cover, the radioactive-element patterns provide direct assistance to bedrock geological mapping, depicting both macroscopic lithological variations and cryptic compositional variations (Shives et al., 1995). In areas covered by thicker till and/or glaciofluvial, glaciolacustrine or other reworked glacial deposits, the radioactive-element patterns may delineate the types of surficial materials but will reflect local bedrock compositions to a lesser degree, or not at all. Shives et al. (1995, 1997) have shown that radioactive-element patterns offer valuable direct and indirect exploration guides for a variety of mineral commodities. Direct applications include the search for radioactive mineral deposits where uranium and thorium are the primary targets, or where one or more of the radioactive elements are present as an associated trace element. Gamma-ray spectrometry can also provide valuable indirect applications for mineral exploration when one or more of the radioactive elements is either enriched or depleted as a result of alteration associated with mineralization.

NOTES DESCRIPTIVES

Cette carte fait partie d'un ensemble de huit cartes thématiques nationales à l'échelle de 1/5 000 000, diffusées sous forme de dossiers publics, qui représentent les concentrations mesurées en surface pour trois radioéléments : potassium (K, %), équivalent uranium (eU, ppm) et équivalent thorium (eTh, ppm); ainsi que cinq produits dérivés: le taux d'absorption naturel des rayons gamma dans l'air (nGy/h), calculé d'après une combinaison linéaire de potassium, d'équivalent uranium et d'équivalent thorium; les rapports eU/eTh, eU/K et eTh/K et la carte ternaire qui utilise de fausses couleurs pour illustrer la covariation des trois éléments mesurés (Broome et al., 1987).

Des images numériques de chaque dossier public sont conservées dans la base de données GEOSCAN de Ressources naturelles Canada et sont disponibles à l'adresse http://geoscan.ess.nrcan.gc.ca/geoscan-index.html. La grille et les données linéaires sont conservées dans les archives numériques de l'Entrepôt de données géoscientifiques du Secteur des sciences de la Terre de Ressources naturelles Canada, et sont disponibles à l'adresse http://geoapps.nrcan.gc.ca/f/applications/c2/all_tout. La plupart des données représentées dans cette série de cartes ont déjà été publiées sous forme de cartes à plus grande échelle. La nouvelle série de cartes à l'échelle nationale remplace les dossiers publics 4756 à 4763 de la Commission géologique du Canada (CGC).

La grille utilisée pour la carte a été compilée au moyen de données géoréférencées acquises au cours de levés aériens effectués entre 1969 et 2011 par la CGC et des entrepreneurs canadiens en géophysique. La plupart de ces données ont été acquises suivant une distance de 5000 m entre les lignes de vol. Cependant, de grands secteurs ont été survolés en maintenant d'autres distances entre les lignes de vol, comme l'indique la carte-index. Dans le cas de lignes de vol distantes, les données acquises nécessitent plus de filtrage avant l'interpolation de la grille que les données obtenues avec des lignes de vol plus rapprochées. Les résultats présentent un aspect plus lisse pour les parties de la grille où les lignes de vol sont plus espacées.

La majeure partie des données représentées ont été acquises au moyen de détecteurs à cristal NaI de 50 l en maintenant une garde au sol de 120 m. Une partie des données a été obtenue en utilisant des détecteurs de moindre volume, selon une garde au sol mieux adaptée aux conditions locales. La CGC a étalonné tous les systèmes spectrométriques aéroportés afin d'assurer la qualité et la comparabilité des données. Les levés aériens antérieurs et la compilation des données obtenues ont été effectués conformément aux normes requises pour le Programme fédéral-provincial de recherche préliminaire de l'uranium du Canada, décrites dans Darnley et al. (1975). Les levés aériens plus récents ont été effectués selon les normes internationales décrites dans le rapport technique n° 323 de l'Agence internationale de l'énergie atomique (International Atomic Energy Agency, 1991), ainsi que dans Grasty et Minty (1995). À la suite des levés, certaines données ont fait l'objet d'un nivellement mineur afin d'améliorer la qualité de la base de données finale.

Le potassium est mesuré directement d'après les photons gamma de 1460 keV émis par le ^{40}K, tandis que l'uranium et le thorium sont déterminés indirectement d'après les photons gamma émis par les produits de filiation ^{214}Bi et ^{208}Tl, respectivement, en présumant qu'il existe un équilibre entre les isotopes de filiation et leur isotope père. Ainsi, les mesures spectrométriques du rayonnement gamma de l'uranium et du thorium sont désignées comme des équivalents d'uranium (éU) et des équivalents de thorium (éTh).

Des plages d'énergie typiques ont été utilisées pour enregistrer les comptes de rayons gamma, soit de 1370 à 1570 keV pour le potassium, de 1660 à 1860 keV pour l'uranium, de 2410 à 2810 keV pour le thorium, et de 400 à 2810 keV pour la radioactivité totale. Plusieurs corrections ont été apportées aux comptes bruts pour ces niveaux d'énergie avant leur conversion en unités de concentration, notamment pour tenir compte du temps mort; du rayonnement de fond dû au rayonnement cosmique, à la radioactivité de l'aéronef et aux produits de désintégration du radon atmosphérique; de la diffusion spectrale dans le sol, l'air et les capteurs; des écarts à la hauteur de vol prévue; et des variations de température et de pression.

Ces cartes représentent la radioactivité provenant des 30 cm supérieurs de la surface de la Terre. L'influence des étendues variables des affleurements, des morts-terrains, de la couverture végétale, de l'humidité du sol et de l'eau de surface a pour effet que les concentrations mesurées sont habituellement plus faibles que les concentrations du substratum rocheux sous-jacent.

Pour l'ensemble des divers terrains lithotectoniques qui ont fait l'objet de levés, l'information géochimique fournie par les variations des concentrations en potassium, uranium et thorium, telles que présentées sous cette forme d'intervalles en couleur, appuie la cartographie géologique du substratum rocheux et des dépôts meubles, l'exploration minérale, la surveillance du rayonnement dans l'environnement et l'aménagement du territoire à des échelles régionales et locales (Shives et al., 1995). Une interprétation plus détaillée peut être faite en utilisant les données linéaires originales, disponibles auprès de la CGC.

Dans les régions où la couverture glaciosédimentaire est mince ou discontinue, la configuration des concentrations de radioéléments appuie directement la cartographie géologique du substratum rocheux, représentant à la fois les variations lithologiques macroscopiques et les variations de composition cryptiques (Shives et al., 1995). Dans les régions couvertes de till plus épais et/ou de dépôts fluvioglaciaires, glaciolacustres ou d'autres dépôts glaciaires remaniés, la configuration des concentrations de radioéléments peut servir à délimiter les types de matériaux superficiels, mais ne reflète les compositions du substratum rocheux à l'échelle locale qu'à un degré moindre, voire pas du tout. Shives et al. (1995, 1997) ont montré que les configurations des concentrations de radioéléments représentent de précieux guides directs et indirects pour l'exploration à la recherche de divers minéraux métallifères. Les applications directes comprennent la recherche de gisements de minéraux radioactifs, ayant pour cibles principales soit l'uranium et le thorium, ou bien d'autres éléments auxquels les éléments radioactifs sont associés comme éléments traces. La spectrométrie gamma peut également favoriser des applications indirectes utiles pour l'exploration minérale quand un ou plusieurs radioéléments sont soit enrichis, soit appauvris à la suite d'une altération associée à la minéralisation.

REFERENCES / RÉFÉRENCES

Darnley, A.G., Cameron, E.M. and Richardson, K.A. (1975), The Federal-Provincial Uranium Reconnaissance Program; Geological Survey of Canada, Paper 75-26, p. 49-71.

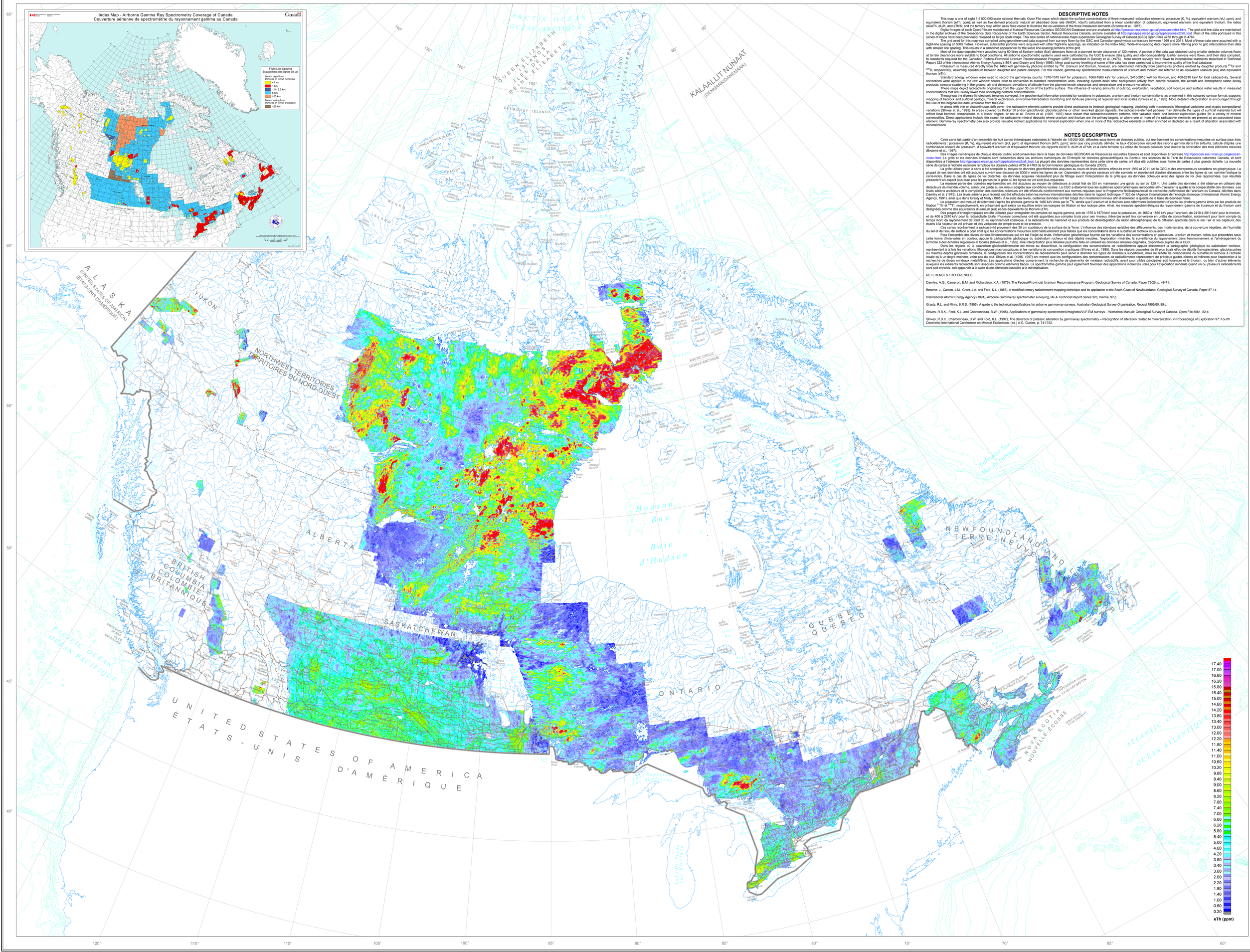
Broome, J., Carson, J.M., Grant, J.A. and Ford, K.L. (1987), A modified ternary radioelement mapping technique and its application to the South Coast of Newfoundland; Geological Survey of Canada, Paper 87-14.

International Atomic Energy Agency (1991), Airborne Gamma-ray spectrometer surveying, IAEA Technical Report Series 323, Vienna, 97 p.

Grasty, R.L. and Minty, B.R.S. (1995), A guide to the technical specifications for airborne gamma-ray surveys, Australian Geological Survey Organisation, Record 1995/60, 89 p.

Shives, R.B.K., Ford, K.L. and Charbonneau, B.W. (1995), Applications of gamma-ray spectrometric/magnetic/VLF-EM surveys – Workshop Manual; Geological Survey of Canada, Open File 3061, 82 p.

Shives, R.B.K., Charbonneau, B.W. and Ford, K.L. (1997), The detection of potassic alteration by gamma-ray spectrometry – Recognition of alteration related to mineralization, in Proceedings of Exploration 97: Fourth Decennial International Conference on Mineral Exploration, (ed.) A.G. Gubins, p. 741-752.



GSC OPEN FILE 7401 / DOSSIER PUBLIC 7401 DE LA CGC

RADIOACTIVITY MAP OF CANADA
CARTE DE LA RADIOACTIVITÉ AU CANADA

Authors: Buckle, J.L., Carson, J.M., Ford, K.L., Fortin, R. and Miles, W.F.

Auteurs: Buckle, J.L., Carson, J.M., Ford, K.L., Fortin, R. et Miles, W.F.

THORIUM

250 125 0 250 500 750 1,000 Kilometres / Kilomètres

Scale 1:5 000 000 - Échelle 1/5 000 000

Lambert Conformal Conic Projection, Standard Parallels at 49°N and 77°N
North American Datum, 1983
Projection conforme conique de Lambert. Parallèles d'échelle conservée : 49°N et 77°N
Système de référence géodésique nord-américain,1983

© Her Majesty the Queen in Right of Canada 2014
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada 2014

Recommended citation
Buckle, J.L., Carson, J.M., Ford, K.L., Fortin, R. and Miles, W.F., 2014.
Radioactivity Map of Canada, Thorium;
Geological Survey of Canada, Open File 7401,
scale 1:5 000 000.

Notation bibliographique conseillée
Buckle, J.L., Carson, J.M., Ford, K.L., Fortin, R. et Miles, W.F., 2014.
Carte de la radioactivité au Canada, Thorium;
Commission géologique du Canada, Dossier public 7401,
échelle 1/5 000 000.

OPEN FILE
DOSSIER PUBLIC
7401
GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA
COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA
2014

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.