



This geophysical map of the Athabasca Basin Region is one of a set of ten 1:750 000 regional compilation maps that include four measured variables potassium (K), equivalent uranium (eU), equivalent thorium (eTh) and the total magnetic field, and six derived products. The derived products include the residual air absorbed dose rate calculated from a linear combination of K, eU and eTh; the ratios eU/eTh, eU/eK and eTh/eK; the ternary radioactive element map (Brome et al., 1987) and the first vertical derivative of the magnetic field (contoured at 100 m). This set of maps was produced using data from the digital archives of Natural Resources Canada's Geoscience Data Repository for Geophysical and Geochemical Data (<http://gdr.nrcan.gc.ca>) from airborne surveys conducted between 1974 and 2010. The surveys were flown by the Geological Survey of Canada (GSC) and contracted aircraft, using federal, provincial and joint federal-provincial government funding. Most data were originally published as 1:1 000 000 colour interval maps (Carson et al., 2002a, 2002b, 2002c) and as 1:250 000 or 1:50 000 line contour or colour interval maps and stacked profiles, as GSC and Saskatchewan Ministry of Energy and Resources (SMER) Open File or Geophysical Series Maps.

Data were collected using 50 litres of sodium iodide detectors and a split-beam cesium vacuum magnetometer (sensitivity = 0.005 nT) rigidly mounted to the aircraft at a nominal terrain clearance of 120 metres along flight lines spaced at between 400 and 5000 metre intervals. Those surveys flown with flight lines spaced at 500 metre intervals or less exhibit a higher frequency colour texture, see the index map (Figure 1) for an outline and Table 1 for a list of the high resolution surveys. The closer line spacing allows increased spatial resolution of geophysical signatures, supporting more detailed interpretation.

Potassium is measured directly from the 1460 keV gamma ray photons emitted by  $K^{40}$ . Uranium and thorium, however, are determined indirectly from gamma ray photons emitted by daughter products  $B^{214}$  and  $T^{232}$ , respectively, assuming equilibrium between daughter and parent isotopes. For this reason, gamma ray spectrometry measurements of uranium and thorium are referred to as equivalent uranium (eU) and equivalent thorium (eTh).

Standard energy windows were used to record the gamma ray counts. These are 1370-1570 keV for potassium, 1660-1860 keV for uranium, 2410-2810 keV for thorium. Several corrections are applied to the raw window counts prior to conversion to standard concentration units, including scatter, 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 lithological terranes surveyed, the geochemical information provided by variations in potassium, uranium and thorium concentrations presented in a coloured contour format supports mapping of bedrock and surficial geology and mineral exploration, 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 Geological Survey of Canada's Geoscience Data Repository for Geophysical and Geochemical Data (<http://gdr.nrcan.gc.ca>).

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 thick ice and/or glaciolacustrine, 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.

The magnetic field was sampled 10 times per second using a split-beam cesium vacuum magnetometer (sensitivity = 0.005 nT) rigidly mounted to the aircraft. Differences in magnetic values at the intersections of control and traverse lines were computer-analysed to obtain a mutually levelled set of flight-line magnetic data. The levelled values were then interpolated to a 100 m grid. The International Geomagnetic Reference Field (IGRF) defined at the average GPS altitude and year of the survey was then removed. Removal of the IGRF, representing the magnetic field of the Earth's core, produces a residual component related essentially to magnetization within the Earth's crust.

The first vertical derivative of the magnetic field is the rate of change of the magnetic field in the vertical direction. Computation of the first vertical derivative removes long wavelength features of the magnetic field and significantly improves the resolution of closely spaced and superposed anomalies. A property of first vertical derivative maps is the coincidence of the zero-value contour with vertical contacts of magnetic units at high magnetic latitudes (Hood, 1965).

**COMPLIATION GÉOPHYSIQUE, NORD DE LA SASKATCHEWAN**

La carte géophysique de la région du bassin d'Athabasca fait partie d'un ensemble de dix cartes régionales de compilation à l'échelle de 1:750 000 qui comprennent quatre variables mesurées (potassium (K), équivalent uranium (eU) et équivalent thorium (eTh)), champ magnétique total) et six produits dérivés. Les produits dérivés comprennent le débit de dose résiduelle dans l'air ambiant calculé d'après une combinaison linéaire de K, eU et eTh; les rapports eU/eTh, eU/eK et eTh/eK; la carte ternaire des éléments radioactifs (Brome et coll., 1987) et la dérivée première verticale du champ magnétique (prolongée vers le haut de 100 m). Cet ensemble de cartes a été produit à l'aide de données provenant des archives numériques de l'Entrepôt de données géoscientifiques pour les données géophysiques et géochimiques des Ressources naturelles Canada (<http://gdr.nrcan.gc.ca>), acquises lors de levés aériens effectués entre 1974 et 2010. Les levés aériens ont été réalisés par la Commission géologique du Canada (GSC) au moyen d'un avion fédéral sous contrat, grâce à un financement du gouvernement provincial ainsi qu'à un financement conjoint des gouvernements fédéral et provincial. Initialement, la plupart des données ont été publiées sous forme de cartes d'intervalle couleur à l'échelle de 1:1 000 000 (Carson et coll., 2002a, 2002b, 2002c) et sous forme de cartes d'intervalle couleur ou d'intervalle contour aux échelles de 1:250 000 ou 1:50 000 et de profils cumulatifs, dans des dossiers publics ou des cartes de la série géophysique de la GSC et du SIR.

Les données ont été recueillies au moyen de détecteurs à cristaux d'iode de sodium (volume de 50 litres) et d'un magnétomètre au césium à faisceau partagé (sensibilité = 0,005 nT) rigidement fixé à l'aéronef, à une altitude nominale au-dessus du sol de 120 mètres et à un espacement entre 400 et 5000 mètres. Les levés dont l'espacement entre les lignes de vol était de 500 mètres ou moins présentent une plus grande fréquence des plages de couleur; la carte-index (figure 1) indique la délimitation des levés à haute résolution. Le rapprochement des lignes de vol permet d'augmenter la résolution spatiale des signatures géophysiques, permettant une interprétation plus détaillée.

Le potassium est mesuré directement d'après les photons gamma de 1460 keV émis par  $K^{40}$ , tandis que l'uranium et le thorium sont déterminés indirectement d'après les photons gamma émis par les produits de filiation  $B^{214}$  et  $T^{232}$ , respectivement, en présumant qu'il existe un équilibre entre les radionucléides de filiation et leur radionucléide-père. Ainsi, les mesures spectrométriques du rayonnement gamma de l'uranium et du thorium sont désignées comme des équivalents d'uranium (eU) et des équivalents de thorium (eTh).

Des plages d'énergie types 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 et de 2410 à 2810 keV pour le thorium. Plusieurs corrections ont été apportées aux comptes bruts pour ces niveaux d'énergie avant la conversion en unités de concentration type, notamment pour tenir compte du temps mort, du rayonnement de fond dû au rayonnement cosmique, de la radioactivité de l'aéronef et des 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 supérieures de la surface de la Terre. L'influence des étendues variées 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 dans le substratum rocheux sous-jacent.

Pour l'ensemble des divers terranes lithotectoniques qui ont fait l'objet de levés, l'information géochimique fournie par les variations des concentrations en potassium, uranium et thorium, présentées sous forme d'intervalle en couleur, soutient la cartographie de la géologie du substratum rocheux et des dépôts meubles, ainsi que l'exploration minière, à des échelles régionales et locales (Shives et coll., 1995). Une interprétation plus détaillée est favorisée par l'utilisation des données (fichiers originaux, diffusés par l'Entrepôt de données géoscientifiques pour les données géophysiques et géochimiques de la Commission géologique du Canada (<http://gdr.nrcan.gc.ca>)).

Dans les régions où la couverture glacio-sédimentaire est mince ou discontinue, la configuration des concentrations de radionucléides soutient directement la cartographie de la géologie du substratum rocheux, représentant à la fois les variations lithologiques macroscopiques et les variations sibyllines de la composition (Shives et coll., 1995). Dans les régions couvertes de dépôts épais de dépôts glaciolacustres, glaciolacustres ou autres dépôts glaciaires remaniés, la configuration des concentrations de radionucléides 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 coll. (1995, 1997) ont montré que ces configurations des concentrations de radionucléides représentent de précieux guides directs et indirects pour l'exploration à la recherche de divers minéraux métalliques. Les applications directes comprennent la recherche de minéraux radioactifs, où l'uranium et le thorium sont les cibles, ou encore d'éléments radioactifs comme éléments traces qui leur sont associés. La spectrométrie gamma peut également favoriser des applications indirectes utiles pour l'exploration minière quand un ou plusieurs radionucléides sont soit enrichis, soit appauvris à la suite d'une altération associée à la minéralisation.

Le champ magnétique a été échantillonné 10 fois par seconde à l'aide d'un magnétomètre au césium à faisceau partagé (sensibilité = 0,005 nT) rigidement fixé à l'aéronef. Les différences de valeur du champ magnétique aux intersections des lignes de contrôle et des lignes de levé ont été analysées par ordinateur afin d'obtenir un jeu de données sur le champ magnétique mutuellement nivelées sur les lignes de vol. Ces valeurs nivelées ont ensuite été interpolées suivant une grille à maille de 100 m. Le champ géomagnétique international de référence International Geomagnetic Reference Field (IGRF), défini à l'altitude moyenne au-dessus de la mer fournie par les données GPS pour l'année du levé, a été soustrait. La soustraction de l'IGRF, qui représente le champ magnétique du noyau terrestre, fournit une composante résiduelle essentiellement reliée à la magnétisation de l'écorce terrestre.

La dérivée première verticale du champ magnétique représente le taux auquel varie le champ magnétique suivant la verticale. Le calcul de la dérivée première verticale supprime les composantes de grande longueur d'onde du champ magnétique et améliore considérablement la résolution des anomalies rapprochées les unes des autres ou superposées. L'une des propriétés des cartes de la dérivée première verticale est la coïncidence de valeur zéro et des contacts verticaux aux hautes latitudes magnétiques (Hood, 1965).

**REFERENCES / RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

Brome, 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.

Carson, J.M., Holman, P.B., Ford, K.L., Grant, J.A. and Shives, R.B.K. (2002a) Airborne Gamma Ray Spectrometry Compilation Series, Lake Athabasca, Alberta - Saskatchewan; Geological Survey of Canada, Open File 4292, scale 1:1 000 000.

Carson, J.M., Holman, P.B., Ford, K.L., Grant, J.A. and Shives, R.B.K. (2002b) Airborne Gamma Ray Spectrometry Compilation Series, Wollaston Lake, Saskatchewan; Geological Survey of Canada, Open File 4293, scale 1:1 000 000.

Carson, J.M., Holman, P.B., Ford, K.L., Grant, J.A. and Shives, R.B.K. (2002c) Airborne Gamma Ray Spectrometry Compilation Series, Prince Albert, Saskatchewan; Geological Survey of Canada, Open File 4291, scale 1:1 000 000.

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

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 3081, 52p.

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; 741-752, in Proceedings of Exploration '97: Fourth Decennial International Conference on Mineral Exploration, edited by A.G. Gubins, 1068p.

Figure 1. High resolution (<500 metre line spacing) survey index map. Survey details shown in Table 1.

Figure 1. Carte-index des levés à haute résolution (espacement des lignes de vol <500m). Voir les détails des levés de Tableau 1.

Survey Number	Survey Name	Year Published	Line Spacing	Flown By
1	Phage Lake/Étang Phage	2001	1000/500	Sander Geophysical Ltd.
2	Peter Lake/W-Étang Peter	2005	400	Fugro Airborne Surveys
3	Upper Foster Lake	2008	400	Fugro Airborne Surveys
4	One Lake	2007	400	Sander Geophysical Ltd.
5	One Lake South	2008	400	Sander Geophysical Ltd.
6	Southern Athabasca Basin	2009	400	Fugro Airborne Surveys
7	Eastern Athabasca Basin	2010	400	Goldak Airborne Surveys
8	Northwestern Athabasca Basin	2011	400	Goldak Airborne Surveys

**MAP SHEET SUMMARY / SOMMAIRE DES FEUILLETS**

GSC Sheet / CCG Feuille	MAP / CARTE
1. Natural Air Absorbed Dose Rate / Taux d'absorption naturel des rayons gamma dans l'air	1. Potassium
2. Potassium	2. Uranium
3. Uranium	3. Thorium
4. Thorium	4. Uranium / Potassium
5. Uranium / Potassium	5. Thorium / Potassium
6. Thorium / Potassium	6. Ternary Radioelement Map / Diagramme ternaire des radionucléides
7. Ternary Radioelement Map / Diagramme ternaire des radionucléides	7. Résiduel Four Magnet / Composite résiduelle du champ magnétique total
8. Résiduel Four Magnet / Composite résiduelle du champ magnétique total	8. First Vertical Derivative of the Magnetic Field / Dérivée première verticale du champ magnétique
9. Composite résiduelle du champ magnétique total	
10. First Vertical Derivative of the Magnetic Field / Dérivée première verticale du champ magnétique	

**OPEN FILE DOSSIER PUBLIC**

7039

GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA / COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA

2011 SHEET 4 OF 10 / FEUILLET 4 DE 10

**OPEN FILE 2011-58**

SASKATCHEWAN MINISTRY OF ENERGY AND RESOURCES

2011 SHEET 4 OF 10 / FEUILLET 4 DE 10

The acquisition of the geophysical data and production of these compilation maps were funded by the Saskatchewan Ministry of Industry and Resources and the GEM-Energy Program of the Earth Sciences Sector, Natural Resources Canada.

Les données géophysiques acquises et la production de cette carte ont été financées par le ministère de l'Énergie et des Ressources de la Saskatchewan et le programme GEM-Energie du Secteur des sciences de la Terre, Ressources naturelles Canada.

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

GSC OPEN FILE 7039 / DOSSIER PUBLIC 7039 DE LA CCG  
 SMER OPEN FILE 2011-58

**GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA / COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA**

**GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA / COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA**

**THORIUM**

Scale 1:750 000

10000 0 10000 20000 30000 40000 50000 60000

Projetion: Transverse universelle de Mercator / North American Datum, 1983 / O.S. Mapéris: le Nord du chef du Canada 2011 / Universal Transverse Mercator Projection / North American Datum, 1983 / O.S. Mapéris: le Nord du chef du Canada 2011

Données topographiques fournies par: Géomatics Canada, Ressources naturelles Canada / Digital Topographic Data provided by: Géomatics Canada, Natural Resources Canada

Recommended citation:  
 Buckle, J.L., Carson, J.M., Miles, W.F., Ford, K.L., Fortin, R. and Delaney, G., 2011. Geophysical Series, Geophysical Compilation Northern Saskatchewan; Geological Survey of Canada, Open File 7039. Geological Survey of Energy and Resources, Open File 2011-58; scale 1:750 000.

Natural Resources Canada / Ressources naturelles Canada  
 Authors: Buckle, J.L., Carson, J.M., Miles, W.F., Ford, K.L., Fortin, R. and Delaney, G., 2011. Série des cartes géophysiques, compilation géophysique, nord de la Saskatchewan; Commission géologique du Canada, Dossier public 7039. Ministère de l'Énergie et des Ressources de la Saskatchewan, Open File 2011-58; échelle 1:750 000.