

This airborne geophysical survey and the production of this map were funded by the Saskatchewan Ministry of Energy and Resources and the GEM-Energy Program of the Earth Sciences Sector, Natural Resources Canada.

Ce levé géophysique aéroporté et la production de cette carte ont été financés par le ministère de l'Énergie et des Ressources de la Saskatchewan et le programme GEM-Énergie du Secteur des sciences de la Terre, Ressources naturelles Canada.

GSC OPEN FILE 6818 / DOSSIER PUBLIC 6818 DE LA CGC  
SMER OPEN FILE 2011-53

GEOPHYSICAL SERIES / SÉRIE DES CARTES GÉOPHYSIQUES

AIRBORNE GEOPHYSICAL SURVEY OF THE NORTHWESTERN ATHABASCA BASIN, SASKATCHEWAN  
LEVÉ GÉOPHYSIQUE AÉROPORTÉ DE LA PARTIE NORD-OUEST DU BASSIN ATHABASCA, SASKATCHEWAN

NTS 74 P Stony Rapids / SNRC 74 P Stony Rapids

URANIUM / THORIUM

Scale 1:250 000 - Échelle 1/250 000

kilometres 0 5 10 15 20 kilometres  
NAD 83 UTM zone 13N



Authors: Fortin, R., Coyle, M., Buckle, J.,  
Hefford, S.W. and Delaney, G.

Data acquisition, compilation and map production by Goldak Airborne  
Surveys, Saskatoon, Saskatchewan. Contract and project management  
by the Geological Survey of Canada, Ottawa, Ontario.

Auteurs : Fortin, R., Coyle, M., Buckle, J.,  
Hefford, S.W. et Delaney, G.

L'acquisition, la compilation des données ainsi que la production  
des cartes furent effectuées par Goldak Airborne Surveys, Saskatoon,  
Saskatchewan. La gestion et la supervision du projet furent effectuées  
par la Commission géologique du Canada, Ottawa, Ontario.

Universal Transverse Mercator Projection  
North American Datum 1983  
Other Mapping the Queen in Right of Canada 2011

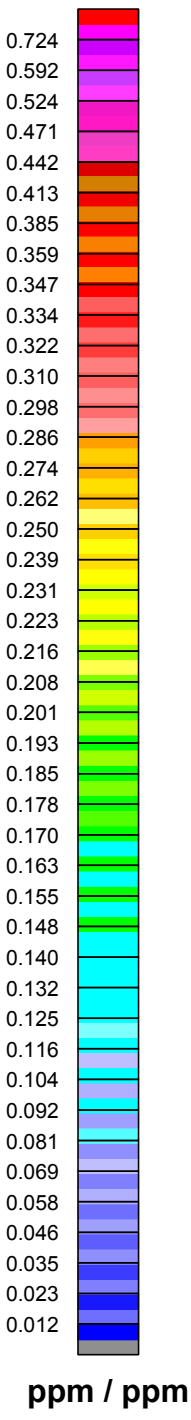
Projection transversale universelle de Mercator  
Système de référence géodésique nord-américain 1983  
CSC Mapping la Reine en Right of Canada 2011

Digital topographic data provided by Geomatics Canada, Natural Resources Canada  
Données topographiques numériques de Geomatics Canada, Ressources naturelles Canada

GEM  
Canada



Saskatchewan  
Ministry of  
Energy and  
Resources



A quantitative gamma-ray spectrometric and aeromagnetic airborne geophysical survey of the Northwestern Athabasca Basin, Saskatchewan, was completed by Goldak Airborne Surveys. The survey was flown from June 24th to September 21st, 2010 using two Piper PA-31 Navajo aircraft (C-GJBA, C-GJBB) and one Cessna Caravan (C-GLDX). The nominal traverse and control line spacings were, respectively, 400 m and 2400 m, and the aircraft flew at a nominal terrain clearance of 125 m at an air speed between 200 and 270 km/h. Traverse lines were oriented 135° with orthogonal control lines. The flight path was recovered following post-flight differential corrections to raw data recorded by a Global Positioning System.

#### Gamma-ray Spectrometric Data

The airborne gamma-ray measurements were made with Radiation Solutions RS-500 gamma-ray spectrometers using fourteen 102 x 102 x 406 mm NaI (Tl) crystals. The main detector array consisted of twelve crystals (total volume 50.4 litres). Two crystals (total volume 8.4 litres), shielded by the main array, were used to detect variations in background radiation caused by atmospheric radon. The system constantly monitored the natural thorium peak for each crystal, and using a Gaussian least squares algorithm, adjusted the gain for each crystal.

Potassium is measured directly from the 1460 keV gamma-ray photons emitted by K-40, whereas uranium and thorium are measured indirectly from gamma-ray photons emitted by daughter products (Bi-214 for uranium and Th-208 for thorium). Although these daughters are far down their respective decay chains, they are assumed to be in equilibrium with their parents; thus gamma-ray spectrometric measurements of uranium and thorium are referred to as equivalent uranium and equivalent thorium, i.e. eU and eTh. The energy windows used to measure potassium, uranium and thorium are, respectively, 1370–1570 keV, 1660–1860 keV, and 2410–2810 keV.

Gamma-ray spectra were recorded at one-second intervals. Data processing followed standard procedures as described in IAEA, 1991 and IAEA, 2003. During processing, the spectra were energy calibrated, and the counts were accumulated into the windows described above. Counts from the radon detectors were recorded in a 1660–1860 keV window and radiation at energies greater than 3000 keV was recorded in the cosmic window. The window counts were corrected for dead time, background activity from cosmic radiation, radioactivity of the aircraft and atmospheric radon decay products. The window data were then corrected for spectral scattering in the ground, air and detectors. Corrections for deviations from the planned terrain clearance and for variation of temperature and pressure were made prior to conversion to ground concentrations of potassium, uranium and thorium, using factors determined from flights over the Danielson, Saskatchewan calibration range. The factors for potassium, uranium, and thorium are listed in Table 1.

|                  | C-GJBA | C-GJBB | C-GLDX |
|------------------|--------|--------|--------|
| Potassium (cps%) | 85.27  | 82.05  | 96.73  |
| Uranium (cpsppm) | 10.48  | 10.96  | 10.93  |
| Thorium (cpsppm) | 5.61   | 5.45   | 6.57   |

Table 1 Gamma Ray Spectrometer Sensitivities for each aircraft

Corrected data were filtered and interpolated to a 100 m grid interval. The results of an airborne gamma-ray spectrometer survey represent the average surface concentrations that are influenced by varying amounts of outcrop, overburden, vegetation cover, soil moisture and surface water. As a result the measured concentrations are usually lower than the actual bedrock concentrations. The total air absorbed dose rate in nanograys per hour was produced from measured counts between 400 and 2810 keV.

#### Magnetic Data

The magnetic field was sampled 10 times per second using a split-beam cesium vapour 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 of 510 m for the year 2010.61 was then removed. Removal of the IGRF, representing the magnetic field of the Earth's core, produces a residual component related essentially to magnetizations 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 at high magnetic latitudes (Hood, 1965).

#### References

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

International Atomic Energy Agency, 1991. Airborne gamma ray spectrometer surveying. Technical Reports Series 323, IAEA, Vienna.

International Atomic Energy Agency, 2003. Guidelines for radioclement mapping using gamma ray spectrometry data. Technical Reports Series 1363, IAEA, Vienna.

#### LEVÉ GÉOPHYSIQUE DE LA PARTIE NORD-OUEST DU BASSIN ATHABASCA, SASKATCHEWAN

Un levé géophysique aérien combinant l'acquisition de données quantitatives de spectrométrie gamma et de données magnétiques a été réalisé dans la partie nord-ouest du bassin Athabasca en Saskatchewan par la société Goldak Airborne Surveys. Le levé a été effectué du 24 juin au 21 septembre 2010, à bord de deux avions Piper PA-31 Navajo (C-GJBA, C-GJBB) et un Cessna Caravan (C-GLDX). L'espacement nominal des lignes de vol était de 400 m et celui des lignes de contrôle de 2400 m, alors que l'altitude nominale de levé était de 125 m au-dessus du sol et que la vitesse était incluse entre 200 km/h et 270 km/h. Les lignes de vol étaient orientées à 135° et les lignes de contrôle leur étaient perpendiculaires. La trajectoire de vol a été restituée par l'application après le vol de corrections différentielles aux données brutes enregistrées avec un récepteur GPS.

#### Données de spectrométrie gamma

Les mesures du rayonnement gamma ont été effectuées à l'aide d'un spectromètre gamma Radiation Solutions RS-500 utilisant quatorze cristaux de NaI (Tl) de 102 x 102 x 406 mm. Le principal réseau de capteurs se composait de douze cristaux (volume total de 50,4 litres). Deux cristaux (volume total de 8,4 litres), protégés par le réseau principal, ont été utilisés pour détecter les variations du rayonnement naturel causées par le radon atmosphérique. Le dispositif permettait de faire un suivi constant des pics du thorium pour chacun des cristaux et, au moyen d'un algorithme d'ajustement gaussien par la méthode des moindres carrés, de compenser le gain pour chacun des cristaux.

Le potassium est mesuré directement d'après les photons gamma de 1 460 keV émis par le K-40, tandis que l'uranium et le thorium sont mesurés indirectement d'après les photons gamma émis par des produits de fission (Bi-214 pour l'uranium et Th-208 pour le thorium). Bien que ces radionucléides de fission se trouvent bien dans leur chaîne respective de désintégration, on présume qu'ils sont en équilibre avec leur radionucléide père; ainsi, les mesures spectrométriques du rayonnement gamma de l'uranium et du thorium sont désignées comme des équivalents d'uranium et des équivalents de thorium, soit eU et eTh. Les plages d'énergie utilisées pour mesurer le potassium, l'uranium et le thorium sont respectivement : de 1 370 à 1 570 keV, de 1 660 à 1 860 keV et de 2 410 à 2 810 keV.

Les spectres du rayonnement gamma ont été enregistrés pendant des intervalles d'une seconde. Le traitement des données a suivi les procédures standard décrites dans IAEA, 1991 et IAEA, 2003. Pendant le traitement, les spectres ont été soumis à un étalonnage énergétique et les coups ont été cumulés dans les plages décrites ci-dessus. Les coups obtenus à l'aide des capteurs de radon ont été enregistrés dans la plage de 1 660 à 1 860 keV et le rayonnement à des énergies supérieures à 3 000 keV a été enregistré dans la plage du rayonnement cosmique. Les coups enregistrés dans les plages ont été corrigés 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. Les données pour les plages ont ensuite été corrigées pour tenir compte de la diffusion spectrale dans le sol, l'air et les capteurs. Les corrections pour les écarts à la hauteur de vol prévue et les variations de température et de pression ont été effectuées avant la conversion en concentrations équivalentes au sol du potassium, de l'uranium et du thorium, en utilisant des facteurs déterminés par une comparaison avec des résultats obtenus lors de vols effectués au-dessus d'une bande d'étalonnage à Danielson, Saskatchewan. Les facteurs déterminés pour le potassium, l'uranium et le thorium sont présentés au Tableau 1.

|                  | C-GJBA | C-GJBB | C-GLDX |
|------------------|--------|--------|--------|
| Potassium (cps%) | 85.27  | 82.05  | 96.73  |
| Uranium (cpsppm) | 10.48  | 10.96  | 10.93  |
| Thorium (cpsppm) | 5.61   | 5.45   | 6.57   |

Tableau 1. Sensibilités des spectromètres de chacun des aéronefs.

Un filtre a été appliqué aux données corrigées, qui ont ensuite été interpolées suivant une grille à maille de 100 m. Les résultats d'un levé aérien de spectrométrie gamma représentent les concentrations moyennes à la surface, qui sont influencées par les étendues variables des affleurements, des mûrs-terrains, de la couverture végétale et de l'eau de surface. Par conséquent, les concentrations mesurées sont habituellement plus faibles que les concentrations réelles dans le substratum rocheux. Le débit total de la dose absorbée par l'air, en nanograys à l'heure, a été déterminé d'après les coups mesurés dans la plage de 400 à 2 810 keV.

#### Données sur le champ magnétique

Le champ magnétique a été échantillonné 10 fois par seconde à l'aide d'un magnétomètre à vapeur de césium à faisceau partagé (sensibilité = 0,005 nT) rigide 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 de 510 m fournie par les données GPS pour l'année 2010,61 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 l'isogamme de valeur zéro et des contacts verticaux aux hautes latitudes magnétiques (Hood, 1965).

#### Références

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

International Atomic Energy Agency, 1991. Airborne gamma ray spectrometer surveying. Technical Reports Series 323, IAEA, Vienna.

International Atomic Energy Agency, 2003. Guidelines for radioclement mapping using gamma ray spectrometry data. Technical Reports Series 1363, IAEA, Vienna.

#### PLANIMETRIC SYMBOLS

Drainage .....  
Highway .....  
Flight line .....  
1150 > 1250

#### SYMBOLS PLANIMÉTRIQUES

Drainage .....  
Autoroute .....  
Ligne de vol .....  
1150 > 1250

#### MAP SHEET SUMMARY / SOMMAIRE DES FEUILLETS

- |                 |   |
|-----------------|---|
| Sheet / Feuille | MAP / CARTE   |
| 1.              | Natural Air Absorbed Dose Rate<br>Taux d'absorption naturel des rayons gamma dans l'air           |
| 2.              | Potassium   |
| 3.              | Uranium   |
| 4.              | Thorium   |
| 5.              | Uranium / Thorium   |
| 6.              | Uranium / Potassium   |
| 7.              | Thorium / Potassium   |
| 8.              | Ternary Radioclement Map<br>Diagramme ternaire des radioclements                                  |
| 9.              | Residual Total Magnetic Field<br>Composante résiduelle du champ magnétique total                  |
| 10.             | First Vertical Derivative of the Magnetic Field<br>Dérivée première verticale du champ magnétique |

OPEN FILE  
2011-53

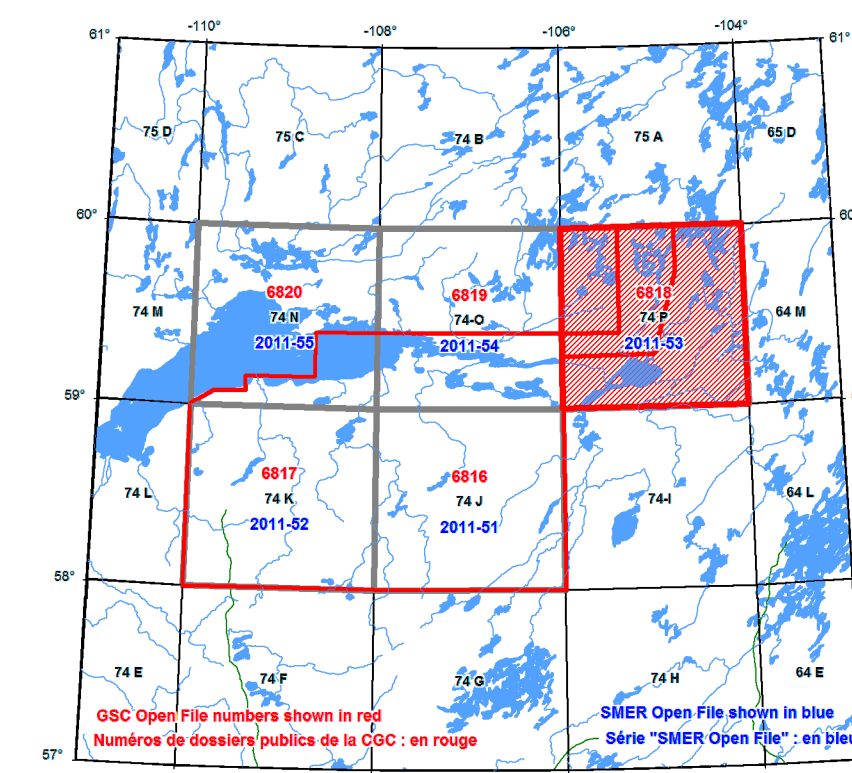
SASKATCHEWAN MINISTRY  
OF ENERGY AND RESOURCES  
2011  
SHEET 5 OF 10  
FEUILLET 5 DE 10

OPEN FILE  
DOSSIER PUBLIC  
6818

GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA  
COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA  
2011  
SHEET 5 OF 10  
FEUILLET 5 DE 10

Open files are products that have not gone through the GSC formal publication process  
Les dossiers publics sont des produits qui n'ont pas été soumis au processus officiel de publication de la CGC

#### NATIONAL TOPOGRAPHIC SYSTEM REFERENCE AND GEOPHYSICAL MAP INDEX SYSTÈME NATIONAL DE RÉFÉRENCE CARTOGRAPHIQUE ET INDEX DES CARTES GÉOPHYSIQUES



AIRBORNE GEOPHYSICAL SURVEY OF THE NORTHWESTERN ATHABASCA BASIN, SASKATCHEWAN  
LEVÉ GÉOPHYSIQUE AÉROPORTÉ DE LA PARTIE NORD-OUEST DU BASSIN ATHABASCA, SASKATCHEWAN

Recommended citation:  
Fortin, R., Coyle, M., Buckle, J., Hefford, S. and Delaney, G., 2011.

Geophysical Series,  
Airborne Geophysical Survey of the Northwestern Athabasca Basin, Saskatchewan,  
NTS 74 P, Stony Rapids;  
Geological Survey of Canada, Open File 6818;  
Saskatchewan Ministry of Energy and Resources (SMER), Open File 2011-53;  
scale 1:250 000.

Notation bibliographique conseillée :  
Fortin, R., Coyle, M., Buckle, J., Hefford, S. et Delaney, G., 2011.  
Série des cartes géophysiques,  
Levée géophysique aéroporté de la partie nord-ouest du bassin Athabasca, Saskatchewan,  
SNRC 74 P, Stony Rapids;  
Commission géologique du Canada, Dossier public 6818;  
Ministère de l'Énergie et des Ressources de la Saskatchewan (SMER), Open File 2011-53;  
échelle 1:250 000.