

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 6348 / DOSSIER PUBLIC 6348 DE LA CGC  
SMER OPEN FILE 2010-2

GEOPHYSICAL SERIES / SÉRIE DES CARTES GÉOPHYSIQUES  
AIRBORNE GEOPHYSICAL SURVEY OF THE EASTERN ATHABASCA BASIN, SASKATCHEWAN  
LEVÉ GÉOPHYSIQUE AÉROPORTÉ DE LA PARTIE EST DU BASSIN ATHABASCA, SASKATCHEWAN  
NTS 74 H/05 Colquhoun Lake / SNRC 74 H/05 Colquhoun Lake

THORIUM

Scale 1:50 000 - Échelle 1/50 000

Authors: Buckle, J.L., Coyle, M., Kiss, F., Carson, J.M., Delaney, G. and Hefford, S.W.

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

Auteurs: Buckle, J.L., Coyle, M., Kiss, F., Carson, J.M., Delaney, G. et Hefford, S.W.

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

A quantitative gamma-ray spectrometric and aeromagnetic airborne geophysical survey of the Eastern Athabasca Basin, Saskatchewan, was completed by Golder Airborne Survey. The survey was flown from June 9th to August 11th, 2009 using three Piper PA-31 Navajo aircraft (C-GJBA, C-GJBB and C-GJBS). The nominal traverse and control line spacings were, respectively, 400 m and 240 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 52.4 litres). Two crystals (total volume 8.4 litres), shielded by a lead 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 <sup>40</sup>K, whereas uranium and thorium are measured indirectly from gamma-ray photons emitted by daughter products (<sup>214</sup>Pb for uranium and <sup>214</sup>Pb 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. 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 radon at energies greater than 2000 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 variations of temperature and pressure were made prior to conversion to ground concentrations of potassium, uranium and thorium, using factors determined from flights over the Denison, Saskatchewan calibration range. The factors for potassium, uranium, and thorium are listed in Table 1.

	C-GJBA	C-GJBB	C-GJBS
Potassium (ppm)	12.24	12.11	12.33
Uranium (ppm)	11.56	12.11	12.35
Thorium (ppm)	5.19	5.03	4.96

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 nanograms 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 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 566 m for the year 2009.5 was then removed. Removal of the IGRF, representing the magnetic field of the Earth's core, provided the magnetic field of 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/References

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

#### LEVÉ GÉOPHYSIQUE DE LA PARTIE EST 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 est du bassin Athabasca en Saskatchewan par la société Golder Airborne Survey. Le levé a été effectué du 9 juin au 11 août 2009, à bord de trois avions Piper PA-31 Navajo (C-GJBA, C-GJBB et C-GJBS). L'espacement nominal des lignes de vol était de 400 m et celui des lignes de contrôle de 240 m, alors que l'altitude nominale de vol était de 125 m au-dessus du sol et que la vitesse était de 200 et 270 km/h. Les lignes de vol étaient orientées 135° et les lignes de contrôle les traversaient perpendiculairement. 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 52,4 litres), protégés par un 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 de moindres carrés, d'ajuster le gain pour chaque cristal.

Le potassium est mesuré directement d'après les photons gamma de 1460 keV émis par le <sup>40</sup>K, tandis que l'uranium et le thorium sont mesurés indirectement d'après les photons gamma émis par des produits de fission (<sup>214</sup>Pb pour l'uranium et <sup>214</sup>Pb pour le thorium). Bien que ces radionucléides de fission se trouvent loin dans leur chaîne respective de désintégration, on suppose 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 1370 à 1570 keV, de 1660 à 1860 keV et de 2410 à 2810 keV.

Les spectres du rayonnement gamma ont été enregistrés pendant des intervalles d'une seconde. 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 1660 à 1860 keV et le rayonnement à des énergies supérieures à 2000 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 du rayonnement cosmique, de la radioactivité de l'avion 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 prévues, 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 Denison, Saskatchewan. Les facteurs déterminés pour le potassium, l'uranium et le thorium sont présentés au Tableau 1.

	C-GJBA	C-GJBB	C-GJBS
Potassium (ppm)	12.24	12.11	12.33
Uranium (ppm)	11.56	12.11	12.35
Thorium (ppm)	5.19	5.03	4.96

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 échantillons variables des affleurements, des morts-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 nanogramme à l'heure, a été déterminé d'après les coups mesurés dans la plage de 400 à 2810 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) rigidement fixé à l'avion. 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 566 m pour l'année 2009,5 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).

#### References/References

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

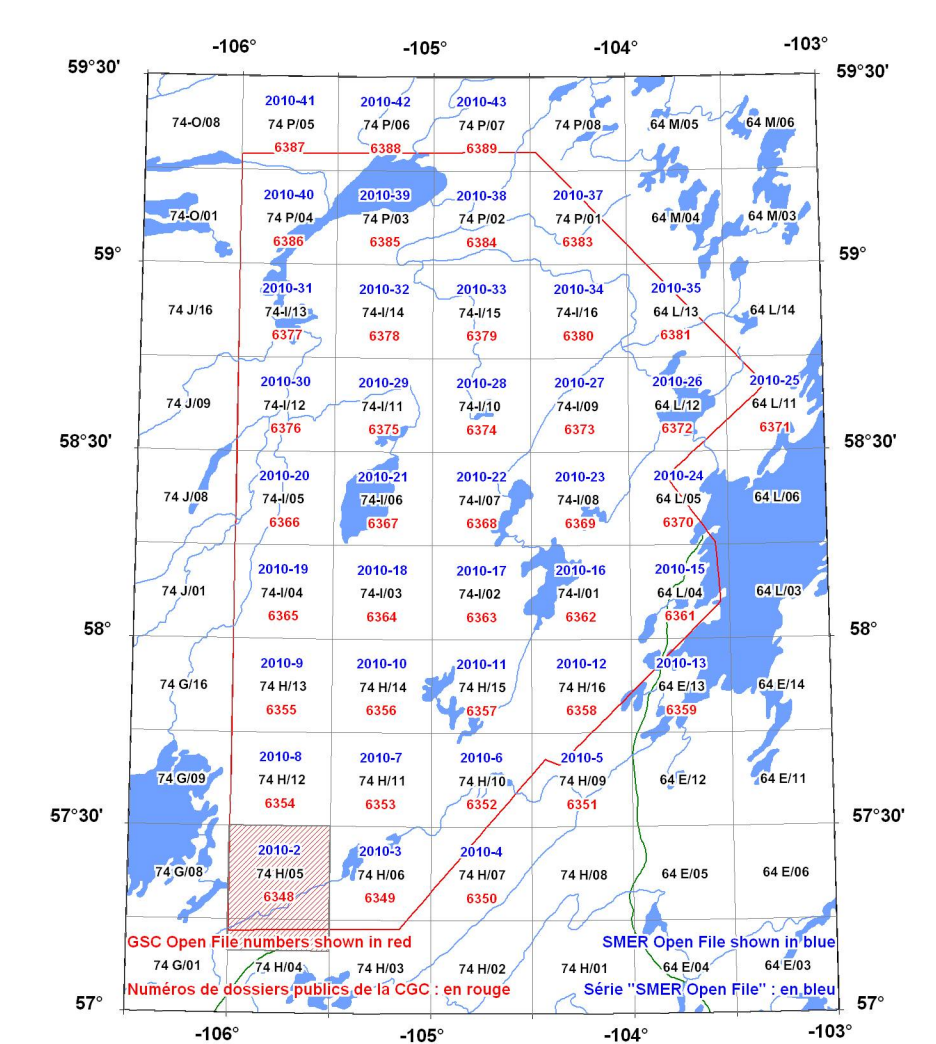
#### PLANIMETRIC SYMBOLS

Drainage  
Highway  
Flight line

#### SYMBOLS PLANIMÉTRIQUES

Drainage  
Autoroute  
Lignes de vol

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



#### MAP SHEET SUMMARY / SOMMAIRE DES FEUILLETS

- Sheet / Feuillelet  
MAP / CARTE  
1. Natural Air Absorbed Dose Rate  
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. Tertiary Radiometric Map  
Diagramme ternaire des radionucléides  
9. Residual Total Magnetic Field  
Composante résiduelle du champ magnétique total  
10. First Vertical Derivative of the Magnetic Field  
Dérivée première verticale du champ magnétique

OPEN FILE  
2010-2

SASKATCHEWAN MINISTRY  
OF ENERGY AND RESOURCES  
2010  
SHEET 4 OF 10  
FEUILLET 4 DE 10

OPEN FILE  
DOSSIER PUBLIC  
6348

2010  
SHEET 4 OF 10  
FEUILLET 4 DE 10

AIRBORNE GEOPHYSICAL SURVEY OF THE EASTERN ATHABASCA BASIN, SASKATCHEWAN  
LEVÉ GÉOPHYSIQUE AÉROPORTÉ DE LA PARTIE EST DU BASSIN ATHABASCA, SASKATCHEWAN

Recommended citation:  
Buckle, J.L., Coyle, M., Kiss, F., Carson, J.M., Delaney, G. and Hefford, S.W., 2010.  
Geophysical Series.  
Airborne Geophysical Survey of the Eastern Athabasca Basin, Saskatchewan.  
NTS 74 H/05, Colquhoun Lake.  
Geological Survey of Canada, Open File 6348.  
Saskatchewan Ministry of Energy and Resources (SMER), Open File 2010-2.  
scale 1:50 000.

Notation bibliographique conseillée:  
Buckle, J.L., Coyle, M., Kiss, F., Carson, J.M., Delaney, G. et Hefford, S.W., 2010.  
Série des cartes géophysiques.  
Levée géophysique aéroportée de la partie est du bassin Athabasca, Saskatchewan.  
SNRC 74 H/05, Colquhoun Lake.  
Commission géologique du Canada, Dossier public 6348.  
Ministère de l'Énergie et des Ressources de la Saskatchewan (SMER), Open File 2010-2.  
échelle 1:50 000.

