

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.



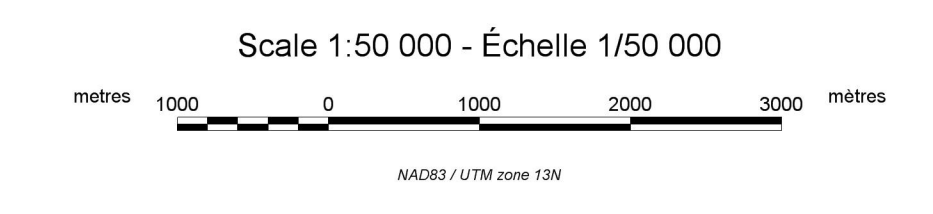
Authors: Buckle, J.L., Coyle, M., Kiss, F., Carson, J.M., Delaney, G. and Hefford, S.W.  
Data acquisition, compilation and map production by Goldak Airborne Surveys, Saskatoon, Saskatchewan. Contract and project management by the Geological Survey of Canada, Ottawa, Ontario.

GSC OPEN FILE 6368 / DOSSIER PUBLIC 6368 DE LA CGC  
SMER OPEN FILE 2010-22

GÉOPHYSICAL 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 I/07 Theriau Lake / SNRC 74 I/07 Theriau Lake

THORIUM / POTASSIUM



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 Goldak Airborne Surveys, 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 Goldak Airborne Surveys. The survey was flown from June 9th to August 11th, 2009 using three Piper PA-31 Navajo aircrafts (C-GJBA, C-GJBB and C-GJBC). The nominal traverse and control line spacings were, respectively, 400 m and 2400 m, and the aircraft flew at a nominal terrain clearance of 120 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 (TI) 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 <sup>40</sup>K, whereas uranium and thorium are measured indirectly from gamma-ray photons emitted by daughter products (Bi-214 for uranium and Th-232 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 3000 keV was recorded in the cosmic window. The window counts were corrected for dead time, background activity from cosmic radiation, and the activity of the parent 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-GJBC
Potassium (cps/kV)	82.22	81.81	79.37
Uranium (cps/ppm)	11.55	12.11	12.38
Thorium (cps/ppm)	5.15	5.03	4.96

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 consistent set of flight-line magnetic data. The levelled values were then interpolated to a 100 m grid. The International Geomagnetic Reference Field (IGRF) defined as the average GRS altitude of 566 m for the year 2005.53 was then removed (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/References**  
Hood, P.J. 1965. Gradient measurements in aeromagnetic surveying. *Geophysics*, v. 30, p. 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 Goldak Airborne Surveys. 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-GJBC). L'espacement normal 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 120 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 leur étaient perpendiculaires. La trajectoire de vol a été restituée par interpolation 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 (TI) 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 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 d'ajustement gaussien par la méthode des moindres carrés, de compenser le gain pour chacun des cristaux.  
Le potassium est mesuré directement depuis les photons gamma de 1460 keV émis par le <sup>40</sup>K, tandis que l'uranium et le thorium sont mesurés indirectement depuis les photons gamma émis par des produits de fission (Bi-214 pour l'uranium et Th-232 pour le thorium). Bien que ces radionucléides de fission se trouvent loin dans leur chaîne respective de désintégration, on presume 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.

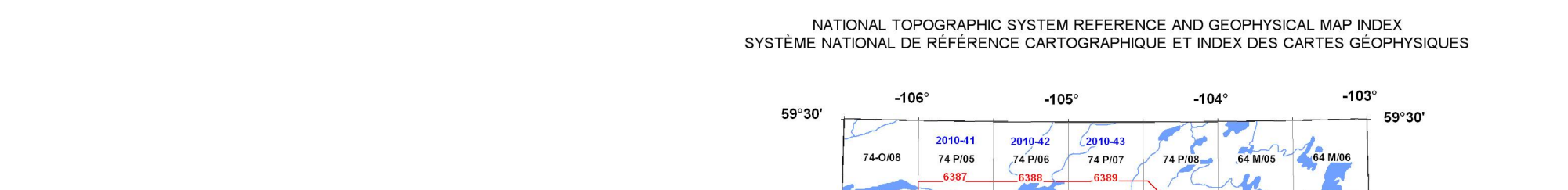
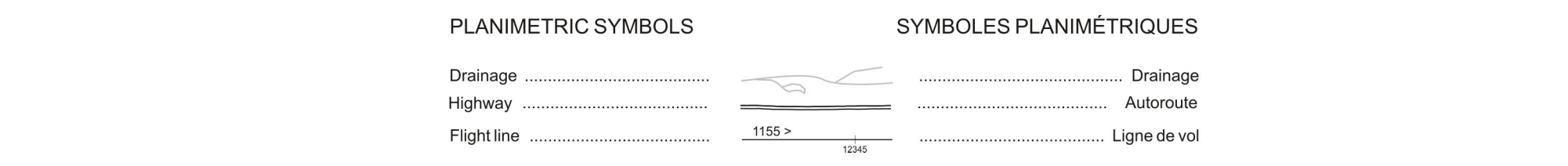
Les spectres du rayonnement gamma ont été enregistrés pendant des intervalles d'une seconde. Pendant le traitement, les spectres ont été soumis à un étalonnage énergétique et les coups ont été corrigés dans les plages décrites ci-dessus. Les coups obtenus à l'aide des capteurs de radon ont été enregistrés dans la plage de 1660 à 1860 keV et le rayonnement à des énergies supérieures à 3000 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 et du rayonnement cosmique, de la radioactivité de l'atmosphère 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-GJBC
Potassium (cps/kV)	82,22	81,81	79,37
Uranium (cps/ppm)	11,55	12,11	12,38
Thorium (cps/ppm)	5,15	5,03	4,96

Tableau 1. Sensibilités des spectromètres de chacun des aéronaves.  
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 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 nanogrammes 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) rigoureusement 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 566 m pour l'année 2005,53 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. 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/References**  
Hood, P.J. (1965) Gradient measurements in aeromagnetic surveying; *Geophysics*, v. 30, p. 891-902.



**MAP SHEET SUMMARY / SOMMAIRE DES FEUILLES**

Sheet / Feuille	MAP / CARTE
1	Natural Air Absorbed Dose Rate Taux d'absorption naturel des ions gamma dans l'air
2	Potassium
3	Uranium
4	Thorium
5	Uranium / Thorium
6	Uranium / Potassium
7	Thorium / Potassium
8	Terrary Reassignment Map Diagramme ternaire des réaffectations
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  
2010-22  
SASKATCHEWAN MINISTRY OF ENERGY AND RESOURCES  
2010  
SHEET 7 OF 10  
FEUILLET 7 DE 10

OPEN FILE  
DOSSIER PUBLIC  
6368  
GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA  
COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA  
2010  
SHEET 7 OF 10  
FEUILLET 7 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 I/07, Theriau Lake, Geological Survey of Canada, Open File 6368, Saskatchewan Ministry of Energy and Resources (SMER), Open File 2010-22, 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, Levé géophysique aéroporté de la partie est du bassin Athabasca, Saskatchewan, SNRC 74 I/07, Theriau Lake, Commission géologique du Canada, Dossier public 6368, Ministère de l'énergie et des Ressources de la Saskatchewan (SMER), Open File 2010-22, échelle 1:50 000.