

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-Energie du Secteur des sciences de la Terre, Ressources naturelles Canada.

GSC OPEN FILE 6813 / DOSSIER PUBLIC 6813 DE LA CGC
SMER OPEN FILE 2011-48

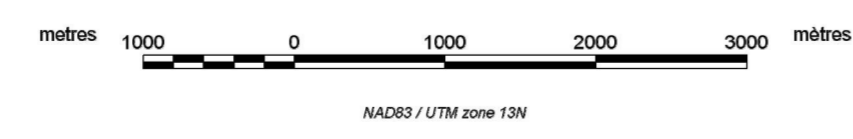
GEOLOGICAL SERIES / SÉRIE DES CARTES GÉOPHYSIQUES
AIRBORNE GEOPHYSICAL SURVEY OF THE NORTHWESTERN ATHABASCA BASIN, SASKATCHEWAN
LEVÉ GÉOPHYSIQUE AÉROPORTÉ DE LA PARTIE NORD-OUEST DU BASSIN ATHABASCA, SASKATCHEWAN
NTS 74 N/07 and 74 N/08 Crackingstone Peninsula and Goldfield / SNRC 74 N/07 et 74 N/08 Crackingstone Peninsula et Goldfield

THORIUM

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

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

Scale 1:50 000 - Échelle 1/50 000



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

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 des projets furent effectuées par la Commission géologique du Canada, Ottawa, Ontario.



Saskatchewan Ministry of Energy and Resources

Introduction
A quantitative gamma-ray spectrometric and aeromagnetic airborne geophysical survey of the Northwestern Athabasca Basin, Saskatchewan, was completed by Golder Airborne Survey. The survey was flown from June 24th to September 21st, 2010 using two Piper PA-31 Navajo aircraft (C-48A, C-48B) and one Cessna Caravan (C-440). The nominal transect and control line spacings were, respectively, 400 m and 200 m, and the cross track line spacing was 125 m (alternating between 200 and 125 m). Transect 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 a Radiation Solutions RS-500 gamma-ray spectrometers using fourteen 102x102x406 mm NaI (TI) crystals. The main detector array consisted of twelve crystals (six volume 5.4 litres). Two crystals (two volume 4.4 litres), obtained 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 ⁴⁰K, whereas uranium and thorium are measured indirectly from gamma-ray photons emitted by daughter products (Bi²¹⁴ for uranium and Tl²⁰⁸ for thorium). Although these daughters are far from their respective decay chains, they are assumed to be in equilibrium with their parents. Thus gamma-ray spectrometric measurements of thorium are referred to equivalent uranium and equivalent thorium, as U_{eq} and Th_{eq}. 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 counts were accumulated into the windows described above. Counts from the radon detectors were recorded in a 1950-1860 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 Dawson, Saskatchewan calibration range. The factors for potassium, uranium, and thorium are listed in Table 1.

	C-48A	C-48B	C-440
Potassium (ppm)	10.29	10.30	10.30
Uranium (ppm)	10.45	10.68	10.30
Thorium (ppm)	5.51	5.45	5.45

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 spectrometry survey represent the average surface concentrations that are influenced by varying amounts of crop, overstore, vegetation cover, soil moisture and surface water. As a result the measured concentrations are usually lower than the actual bedrock concentrations. The total absorbed dose rate in mR/hour 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 vapor magnetometer (sensitivity = 0.005 nT) rigidly mounted to the aircraft. Differences in magnetic values at the intersections of control and traverse lines were computer-analyzed to obtain a mutually revised set of flight-line magnetic data. The revised values were then interpolated to a 100 m grid. The International Geomagnetic Reference Field (IGRF) defined as the average GRS values of 570 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 by 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 steeply spaced and suppressed anomalies. A property of this vertical derivative map is the coincidence of the zero-value contour with vertical contacts of magnetic units at high magnetic latitudes (Hood, 1965).

Introduction
Un levé géophysique aéroporté combinant l'acquisition de données de spectrométrie gamma et de données magnétiques a été réalisé dans la partie nord-ouest du bassin de l'athabasca en Saskatchewan par la société Golder Airborne Survey. Le levé a été effectué du 24 juin au 21 septembre 2010, à bord de deux avions Piper PA-31 Navajo (C-48A, C-48B) et d'un Cessna Caravan (C-440). L'espacement nominal des lignes de transect et des lignes de contrôle était de 400 m et 200 m, respectivement. L'espacement des lignes de transect était de 125 m (alternant entre 200 m et 125 m). Les lignes de transect étaient orientées à 135° par rapport aux lignes de contrôle perpendiculaires. Les trajectoires de vol ont été récupérées par 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 (TI) de 102x102x406 mm. Le réseau de capteurs principal se composait de douze cristaux (volume total de 54 litres). Deux cristaux (volume total de 4,4 litres), obtenus par le réseau principal, ont été utilisés pour détecter les variations du rayonnement naturel causées par le radon atmosphérique. Le système surveillait constamment le pic naturel du thorium pour chaque cristal, 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 1460 keV émis par le ⁴⁰K, tandis que l'uranium et le thorium sont mesurés indirectement d'après les photons gamma émis par des produits de fission (Bi²¹⁴ pour l'uranium et Tl²⁰⁸ pour le thorium). Bien que ces radionucléides de fission ne trouvent pas 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 de thorium, soit U_{eq} et Th_{eq}. 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. Le débit total de la dose absorbée par l'air, en mR/hour, a été déterminé d'après les coups mesurés dans la plage de 400 à 2810 keV.
Les spectres du rayonnement gamma ont été enregistrés à intervalle 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 calibrés en énergie et les coups ont été accumulés dans les plages décrites ci-dessus. Les coups émis par le radon des capteurs de radon ont été enregistrés dans la plage de 1950 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 de la perte temporelle, du rayonnement cosmique, de la radioactivité de l'appareil et du produit de désintégration du radon atmosphérique. Les données 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 l'altitude planifiée et pour les variations de température et de pression ont été effectuées. Finalement, la conversion en concentrations au sol de potassium, d'uranium et de thorium a été réalisée en utilisant les facteurs déterminés lors de vols effectués au-dessus de la bande d'étalonnage de Dawson, Saskatchewan. Les facteurs pour le potassium, l'uranium et le thorium sont présentés au Tableau 1. Pour la mise en carte, 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 aéroporté de spectrométrie gamma représentent les concentrations moyennes à la surface. Celles-ci sont influencées par les étendues variables des affectations, des marais, 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.

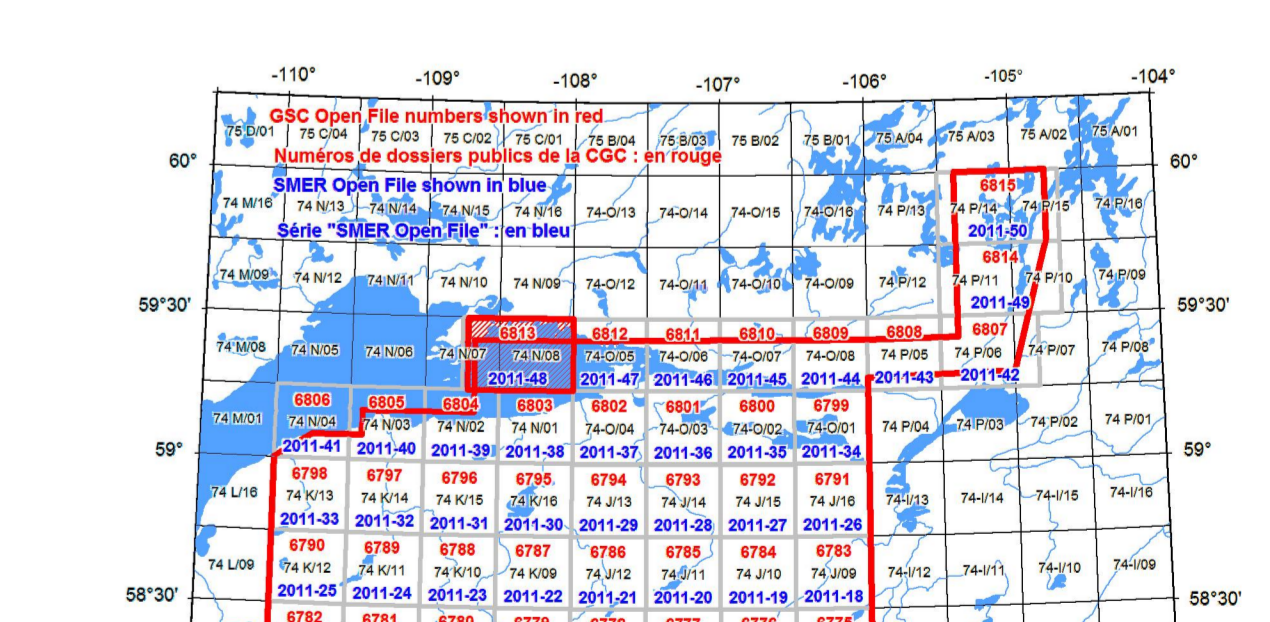
Données sur le champ magnétique
Le champ magnétique a été échantillonné 10 fois par seconde à l'aide d'un magnétomètre à vapeur de césium à faisceau partagé (sensibilité = 0,005 nT) rigidement fixé à l'avion. Les différences de valeur du champ magnétique aux intersections des lignes de contrôle et des lignes de vol ont été analysées afin d'obtenir un ensemble de données sur le champ magnétique mutuellement révisées sur les lignes de vol. Ces valeurs révisées 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 570 nT 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 la base auquel varie le champ magnétique suivant la verticale. Le calcul de la dérivée première verticale supprime les caractéristiques de grande longueur d'onde du champ magnétique et améliore considérablement la résolution de pics et de vallées rapprochés. Une des propriétés des cartes de la dérivée première verticale est la coïncidence de l'isoforme de valeur zéro et des contacts verticaux aux hautes latitudes magnétiques (Hood, 1965).

References / Références
Hood, P.J. 1965. Gradient measurements in aeromagnetic surveying. Geophysics, v.30, p.891-902.
International Atomic Energy Agency, 1991. Airborne gamma ray spectrometry surveying. Technical Reports Series 323, IAEA, Vienna.
International Atomic Energy Agency, 2003. Guide lines for airborne mapping using gamma ray spectrometry data. Technical Reports Series 1363, IAEA, Vienna.

PLANIMETRIC SYMBOLS	SYMBOLS PLANIMÉTRIQUES
Drainage	Drainage
Highway	Autosoute
Flight line	Ligne de vol

MAP SHEET SUMMARY / SOMMAIRE DES FEUILLETS

Sheet	MAP / CARTE
1.	Natural Air Absorbed Dose Rate
2.	Potassium
3.	Uranium
4.	Thorium
5.	Uranium / Potassium
6.	Thorium / Potassium
7.	Topographic Map
8.	Digital Terrain Model
9.	Natural Total Magnetic Field
10.	Componente résiduelle du champ magnétique total
11.	First Vertical Derivative of the Magnetic Field
12.	Dérivée première verticale du champ magnétique



OPEN FILE
DOSSIER PUBLIC
6813

2011
SHEET 4 OF 10
FEUILLET 4 DE 10

OPEN FILE
DOSSIER PUBLIC
6813

2011
SHEET 4 OF 10
FEUILLET 4 DE 10

OPEN FILE
DOSSIER PUBLIC
6813

2011
SHEET 4 OF 10
FEUILLET 4 DE 10

OPEN FILE
DOSSIER PUBLIC
6813

2011
SHEET 4 OF 10
FEUILLET 4 DE 10