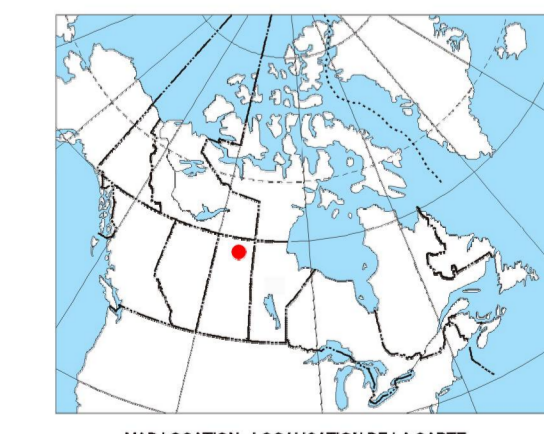


This airborne geophysical survey and the production of this map were funded by the Saskatchewan Ministry of Energy and Resources and the GEM-Energy Program of the Earth Sciences Sector, Natural Resources Canada.

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.



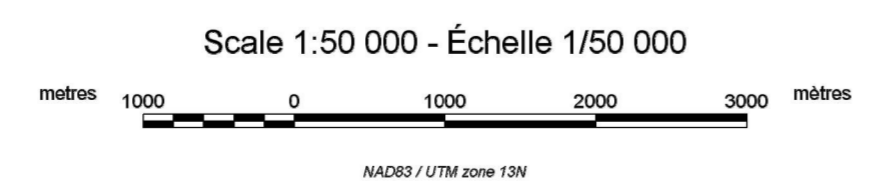
GSC OPEN FILE 6813 / DOSSIER PUBLIC 6813 DE LA CGC
 SMER OPEN FILE 2011-48

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 N/07 and 74 N/08 Crackingstone Peninsula and Goldfield / SNRC 74 N/07 et 74 N/08 Crackingstone Peninsula et Goldfield

NATURAL AIR ABSORBED DOSE RATE
TAUX D'ABSORPTION NATUREL DES RAYONS GAMMA DANS L'AIR

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

Date acquisition, compilation and map production by Golder Airborne
 Survey, Saskatoon, Saskatchewan. Contact 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 Golder Airborne Survey, Saskatoon,
 Saskatchewan. La gestion et la supervision des projets furent effectuées
 par la Commission géologique du Canada, Ottawa, Ontario.

NORTHWESTERN ATHABASCA BASIN, SASKATCHEWAN
LEVÉ GÉOPHYSIQUE AÉROPORTÉ DE LA PARTIE NORD-OUEST DU BASSIN ATHABASCA, SASKATCHEWAN

Introduction
 A quantitative airborne gamma spectrometric and aeromagnetic 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 track spacing and cross-track spacing were, respectively, 400 m and 200 m, and the cross-track error was kept to a maximum of 125 m (measured between 200 and 270 km). Track 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 102x102x40 mm NaI (Tl) crystals. The main detector array consisted of twelve crystals (two volume 50.4 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 down their respective decay chains, they are assumed to be in equilibrium with their parents. Thus gamma-ray spectrometric measurements of potassium are referred to as equivalent uranium and equivalent thorium, in $\mu\text{Ci/g}$ and Bq/g . 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 Canadian, Saskatchewan calibration range. The factors for potassium, uranium and thorium are listed in Table 1.

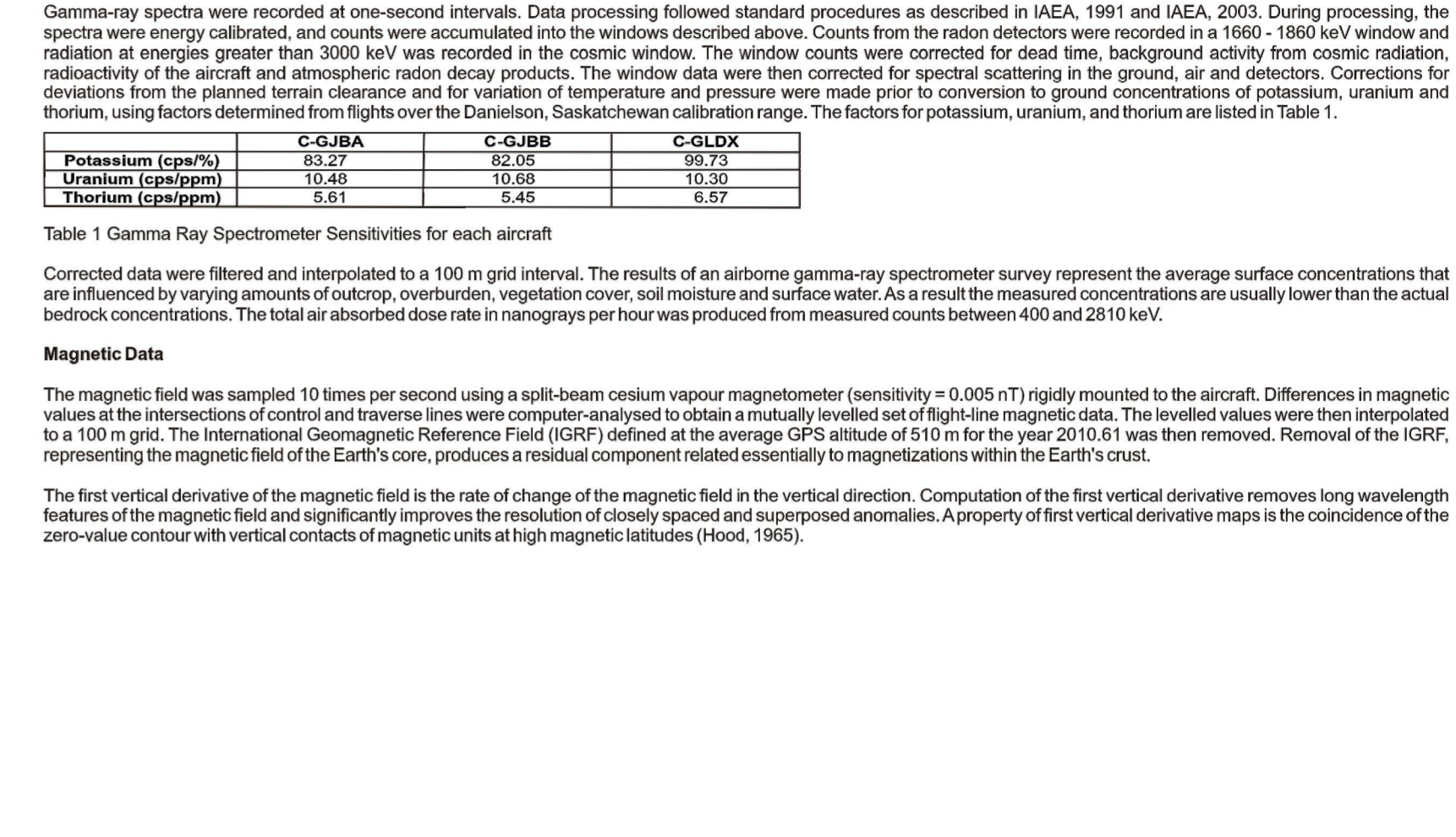
	C-48A	C-48B	C-440
Potassium (ppm)	20.27	20.11	20.11
Uranium (ppm)	10.45	10.68	10.30
Thorium (ppm)	5.51	5.45	5.27

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 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 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 near and subparallel 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).



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

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 entre les lignes de vol était de 400 m et celui des lignes de vol croisées de 200 m. L'erreur transversale de la ligne de vol était de 125 m (mesurée entre 200 et 270 km). Les lignes de vol étaient orientées à 135° et les lignes de contrôle leur étaient 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 (Tl) de 102x102x40 mm. Le réseau de capteurs principal se composait de douze cristaux (volume total de 50,4 litres). Deux cristaux (volume total de 4,4 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 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 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 de thorium, en $\mu\text{Ci/g}$ et Bq/g . 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 détail 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 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 les cristaux 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 de 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 la hauteur de vol prévue et pour les variations de température et de pression ont ensuite été effectuées. Finalement, les données ont été converties en concentrations au sol de potassium, d'uranium et de thorium à l'aide de facteurs déterminés lors de vols effectués au-dessus de la bande d'étalonnage de Dartmouth, Saskatchewan. Les facteurs pour le potassium, l'uranium et le thorium sont présentés au Tableau 1. Pour le mise en cache, un titre a été appliqué aux données corrigées, qui ont ensuite été interpolées suivant une grille à maille de 100 m.

	C-48A	C-48B	C-440
Potassium (ppm)	20.27	20.11	20.11
Uranium (ppm)	10.45	10.68	10.30
Thorium (ppm)	5.51	5.45	5.27

Tableau 1. Sensibilités des spectromètres gamma représentés.

Les résultats d'un levé aéroporté de spectrométrie gamma reflètent les concentrations moyennes à la surface. Celles-ci sont influencées par les étendues variables des affleurements, 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'heure 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.

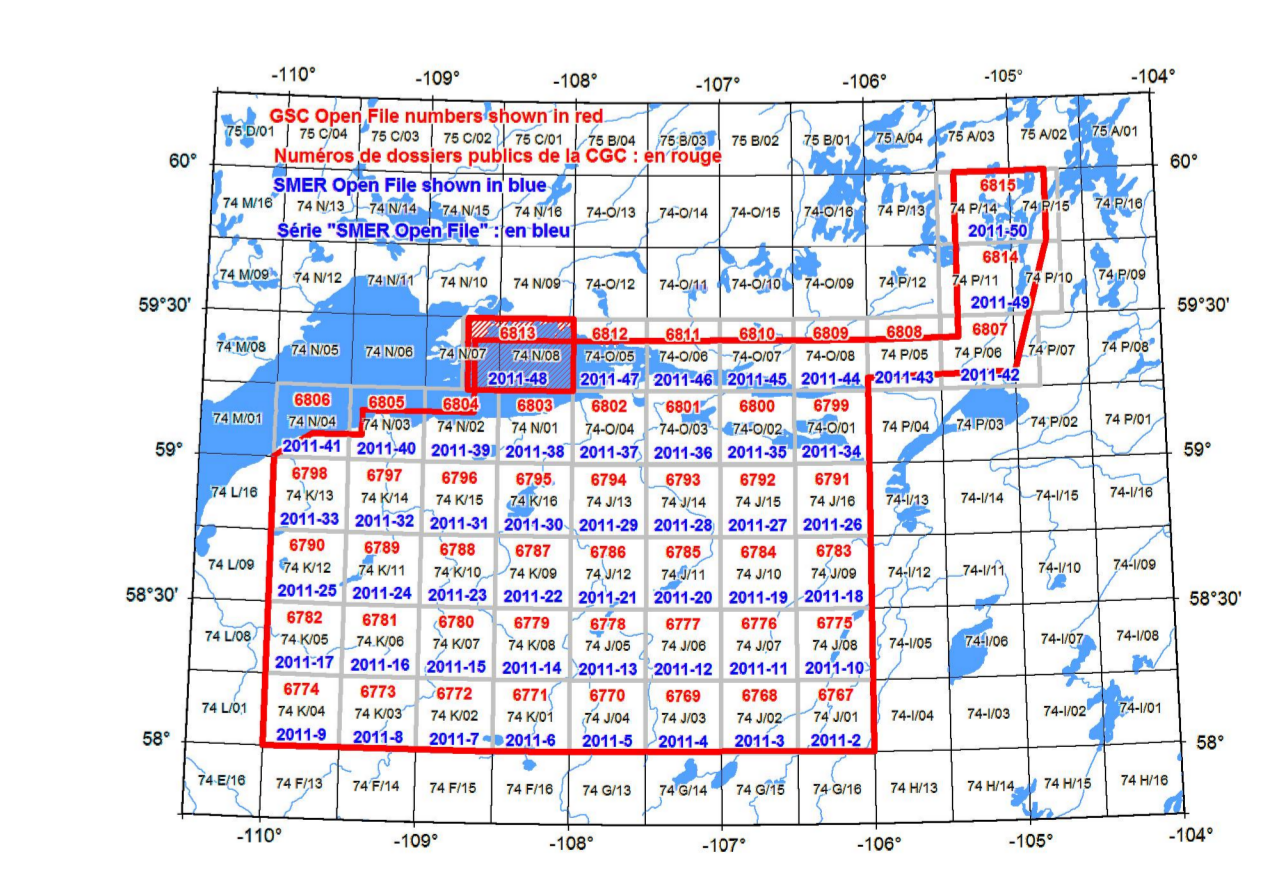
La dérivée première verticale du champ magnétique représente la base auquel varie le champ magnétique suivant la verticale. Le calcul de la dérivée première verticale supprime les caractéristiques de grande longueur d'onde du champ magnétique et améliore considérablement les résultats des anomalies magnétiques à une échelle sub-parallèle. 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	SYMBOLES PLANIMÉTRIQUES
Drainage	Drainage
Highway	Autopiste
Flight line	Ligne de vol

MAP SHEET SUMMARY / SOMMAIRE DES FEUILLETS

Sheet	MAP / CARTE
1.	Natural Air Absorbed Dose Rate
2.	Taux d'absorption naturel des rayons gamma dans l'air
3.	Potassium
4.	Uranium
5.	Uranium / Thorium
6.	Uranium / Potassium
7.	Thorium / Potassium
8.	Terrain Readjustment Map
9.	Digital terrain elevation measurements
10.	Residual Total Magnetic Field
	Composante résiduelle du champ magnétique total
	First Vertical Derivative of the Magnetic Field
	Dérivée première verticale du champ magnétique



OPEN FILE
 2011-48
 SHEET 1 OF 10
 FEUILLET 1 DE 10

OPEN FILE
DOSSIER PUBLIC
6813
 SHEET 1 OF 10
 FEUILLET 1 DE 10

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.
 Airborne Geophysical Survey of the Northwestern Athabasca Basin, Saskatchewan, NTS 74 N/07 and 74 N/08, Crackingstone Peninsula and Goldfield. Geological Survey of Canada, Open File 6813.
 Saskatchewan Ministry of Energy and Resources (SMER), Open File 2011-48.
 Scale: 1:50 000.
 Notation géophysique consultée:
 Fortin, R., Coyle, M., Buckle, J., Hefford, S. et Delaney, G., 2011.
 Levé géophysique aéroporté de la partie nord-ouest du bassin Athabasca, Saskatchewan, NTS 74 N/07 et 74 N/08, Crackingstone Peninsula et Goldfield. Commission géologique du Canada, Dossier public 6813.
 Ministère de l'énergie et des Ressources de la Saskatchewan (SMER), Open File 2011-48.
 Échelle 1:50 000.