

Introduction
A quantitative gamma-ray spectrometric and aeromagnetic airborne geophysical survey of the Northwestern Athabasca Basin, Saskatchewan, was completed by Golder Airborne Surveys. The survey was flown from June 2011 to September 2011 using two Sikorsky S-62 Navajo aircraft (C-GLBA, C-GLBB) and one Cessna Caravan C-440D. The normal traverse and control line spacings were, respectively, 400 m and 2400 m, and the aircraft flew at a nominal terrain clearance of 120 m and an altitude between 200 and 270 m. Traverse lines were oriented 135° with respect to the flight path. The flight path was corrected following post-flight differential corrections to new 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 spectrometer using fourteen 102x102x406 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.

Radon was measured directly from the 1460 keV gamma-ray photons emitted by ²²²Rn, whereas uranium and thorium are measured indirectly from gamma-ray photons emitted by daughter products (²¹⁴Pb for uranium and ²¹⁴Pb for thorium). Although these daughters are far from their respective decay chains, they are assumed to be in equilibrium with their parent radionuclides and the gamma-ray measurements are assumed to be representative of the concentrations of the parent radionuclides. 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 detector were recorded to a 1600-1860 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, and radon. The radon and cosmic window counts were then corrected for spectral overlap. The window data were then converted to spectral resolution. 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 Des Moines, Saskatchewan, Canada.

	C-GLBA	C-GLBB	C-GLDD
Potassium (ppm)	15.27	12.26	10.71
Uranium (ppm)	10.45	10.26	10.35
Thorium (ppm)	8.41	8.41	8.27

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 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 microgray 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 same location were used to detect and correct for magnetic anomalies. The collected values were then interpolated to a 100 m grid. The International Geomagnetic Reference Field (IGRF) defined at the average GPS altitude of 110 m for the year 2010.01 was then removed. Removal of the IGRF representing the magnetic field of the Earth's core, produces a residual component related essentially to magnetization 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 low wavelength features of the magnetic field and significantly improves the resolution of closely spaced and superposed anomalies. Anomaly of first vertical derivative maps is the coincidence of the zero-values contour with vertical contacts of magnetic units (high magnetic latitudes (Hood, 1965)).

Introduction
Un levé géophysique aéroporté combinant l'acquisition de données de spectrométrie gamma et de données magnétique a été réalisé dans la partie nord-ouest du bassin de l'Athabasca en Saskatchewan par la société Golder Airborne Surveys. Le levé a été effectué du 24 juin au 21 septembre 2011, à bord de deux avions Piper PA-31 Navajo (C-GLBA, C-GLBB) et d'un Cessna Caravan (C-GLDD). L'épaveur normal des lignes de vol était de 400 m et celui des lignes de contrôle de 2400 m. L'altitude nominale de vol était de 120 m au-dessus du sol et la vitesse des avions était de 200 et 270 km/h. Les lignes de vol étaient orientées à 135° et les lignes de contrôle étaient perpendiculaires. La trajectoire de vol a été corrigée par l'application après 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 quatre-vingt-quatre cristaux de NaI (Tl) de 102x102x406 mm. Le réseau de capteurs principal 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 de 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 ⁴⁰K, tandis que l'uranium et le thorium sont mesurés indirectement d'après les photons gamma émis par des produits de fission (²¹⁴Pb pour l'uranium et ²¹⁴Pb pour le thorium). Bien que ces radionucléides de fission ne soient pas 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 déduites comme des équivalents d'uranium et de thorium. Bien que ces radionucléides de fission ne soient pas 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 déduites comme des équivalents d'uranium et de thorium. 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 nanogray à l'heure, a été déterminé d'après les coupes mesurées dans la plage 400 à 2810 keV.

Les spectres du rayonnement gamma ont été enregistrés à intervalle d'un seconde. Le traitement des données a suivi les procédures standard décrites dans IAEA, 1991 et IAEA, 2003. Pendant le traitement, les spectres ont été corrigés de la décroissance énergétique et les coupes ont été corrigées dans les plages décrites ci-dessus. Les coupes obtenues à l'aide des coupes de radon ont été enregistrées dans la plage de 1600 à 1860 keV et le rayonnement à des énergies supérieures à 3000 keV a été enregistré dans la plage du rayonnement cosmique. Les coupes enregistrées dans les plages ont été corrigées pour leur temps de mort instrumental, du rayonnement cosmique, de la radioactivité de l'atmosphère et des produits de désintégration du radon atmosphérique. Les données ont ensuite été corrigées pour tenir compte de l'altitude 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 ensuite été effectuées. Le traitement, la conversion en concentrations équivalentes au sol du potassium, l'uranium et le thorium a été réalisée en utilisant des facteurs déterminés lors de vols effectués au-dessus de la bande de décharge de Darnville, Saskatchewan. Les facteurs pour le potassium, l'uranium et le thorium sont présentés au tableau 1. Pour un terrain plat, un litre d'air a été aspiré aux données corrigées, qui ont ensuite été interpolées suivant une grille à mailles de 100 m.

	C-GLBA	C-GLBB	C-GLDD
Potassium (ppm)	15.27	12.26	10.71
Uranium (ppm)	10.45	10.26	10.35
Thorium (ppm)	8.41	8.41	8.27

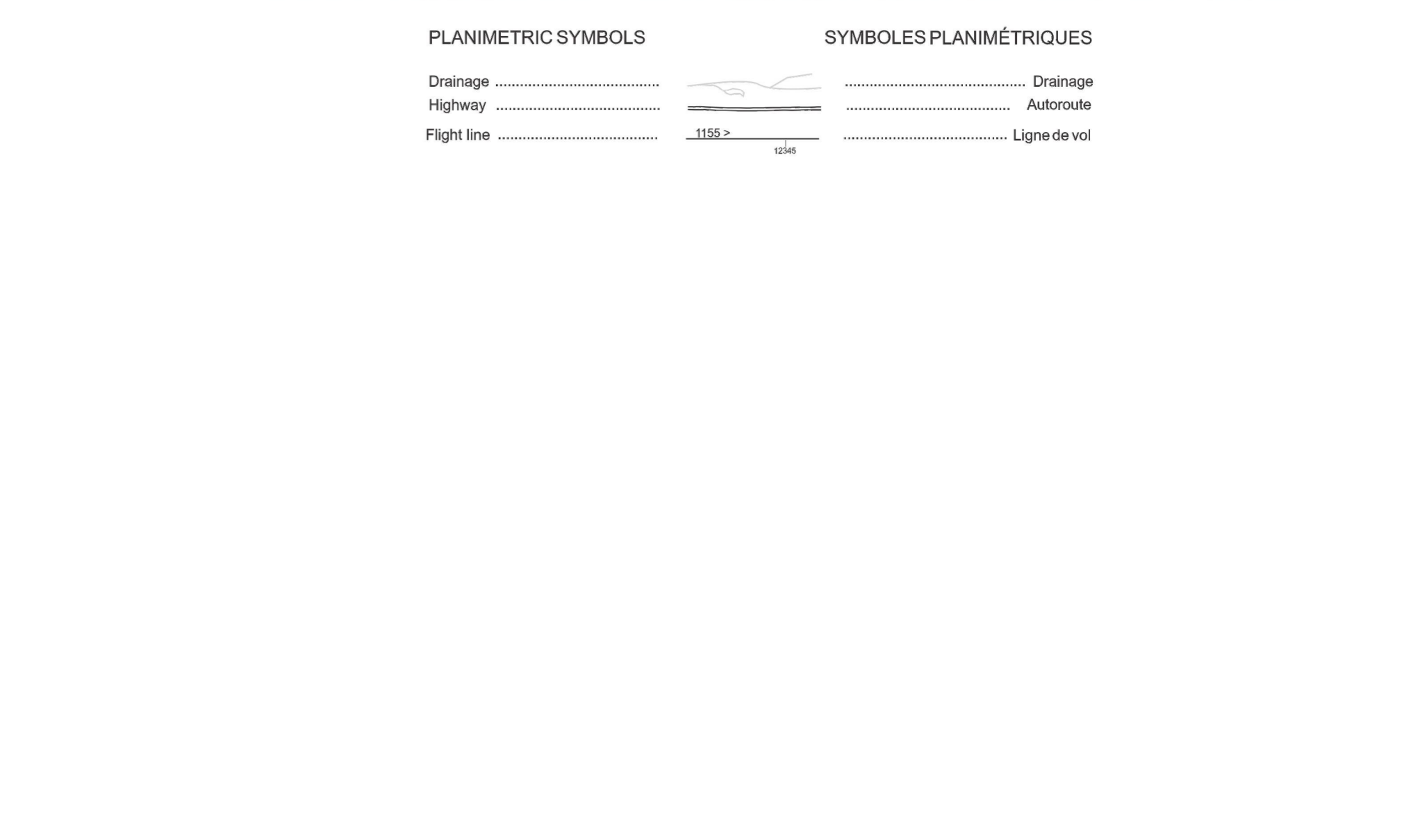
Tableau 1. Sensibilités des spectromètres de chaque avion.

Les résultats d'un levé aéroporté de spectrométrie gamma représentent les concentrations moyennes à la surface. Celle-ci est influencée 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 la subsurface.

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'aéronef. 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 multibandes interpolées sur les lignes de vol. Ces valeurs interpolées ont ensuite été interpolées suivant une grille à mailles de 100 m. Le champ géomagnétique international de référence (International Geomagnetic Reference Field, IGRF) défini à l'altitude moyenne de 110 m pour les données GPS pour l'année 2010.01 a été soustrait. La soustraction de l'IGRF, qui représente le champ magnétique du noyau terrestre, fournit une composante résiduelle essentiellement liée 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 caractéristiques de basse longueur d'onde du champ magnétique et améliore significativement la résolution de structures spatialement proches et superposées. Les anomalies de la dérivée première verticale sont la coïncidence des contours de valeur zéro et des contacts verticaux ou latéraux latéraux 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 spectrometer surveying. Technical Reports Series 323, IAEA, Vienna.
International Atomic Energy Agency, 2003. Guide lines for radiometric mapping using gamma ray spectrometry data. Technical Reports Series 1363, IAEA, Vienna.



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 6815 / DOSSIER PUBLIC 6815 DE LA CGC
SMER OPEN FILE 2011-50

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/14 and 74 P/15 Seguin Lake and Gaste Lake / SNRC 74 P/14 et 74 P/15 Seguin Lake et Gaste Lake

THORIUM

Scale 1:50 000 - Échelle 1/50 000

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.

Data acquisition, compilation and map production by Golder Airborne Surveys, 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 Surveys, Saskatoon, Saskatchewan. Le gestion et le suivi du projet furent effectués par la Commission géologique du Canada, Ottawa, Ontario.

Digital versions of this map, corresponding digital profile and gridded data, and similar data for adjacent aeromagnetic and gamma-ray spectrometry surveys can be downloaded, at no charge, from Natural Resources Canada's Geoscience Data Repository at <http://gdr.nrcan.gc.ca>. The same products are available, for a fee, from the Geophysical Data Centre, Geological Survey of Canada, 610 Booth Street, Ottawa, Ontario, K1A 0E8. Telephone: (613) 996-5326, email: itgpc@nrcan.gc.ca.

On peut télécharger gratuitement, depuis l'Empire de données géoscientifiques de Ressources naturelles Canada à l'adresse Web <http://gdr.nrcan.gc.ca>, des versions numériques de cette carte, des données numériques correspondantes en format profil et en format grille, ainsi que des données similaires issues des levés aéromagnétiques et géophysiques adjacents. On peut se procurer les mêmes produits, moyennant des frais, à l'adresse du Centre de données géophysiques de la Commission géologique du Canada, 610, rue Booth, Ottawa (Ontario) K1A 0E8, Téléphone: (613) 996-5326, courriel: itgpc@nrcan.gc.ca.

SHEET MAP SUMMARY / SOMMAIRE DES FEUILLETS

1. Natural Resource Data Base	Taux observation naturel des rayons gamma dans l'air
2. Potassium	
3. Uranium	
4. Thorium	
5. Uranium / Thorium	
6. Uranium / Potassium	
7. Thorium / Potassium	
8. Terrain Representation Map	Diagramme terrain des radiations
9. Residual Free Magnetic Data	Composante résiduelle du champ magnétique total
10. First Vertical Derivative of the Magnetic Field	Derivée première verticale du champ magnétique

OPEN FILE 2011-50
SHEET 4 OF 10
FEUILLET 4 DE 10

OPEN FILE DOSSIER PUBLIC 6815
SHEET 4 OF 10
FEUILLET 4 DE 10

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 P/14 and 74 P/15, Seguin Lake and Gaste Lake.
Saskatchewan Ministry of Energy and Resources (SMER), Open File 2011-50, scale 1:50 000.
Notice 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/14 et 74 P/15, Seguin Lake et Gaste Lake.
Commission géologique du Canada, Dossier public 6815.
Ministère de l'Énergie et des Ressources de la Saskatchewan (SMER), Open File 2011-50, échelle 1:50 000.

