

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 6788 / DOSSIER PUBLIC 6788 DE LA CGC
SMER OPEN FILE 2011-23

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 K/10 Field Lake / SNRC 74 K/10 Field Lake

URANIUM / THORIUM

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

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

Scale 1:50 000 - Échelle 1/50 000

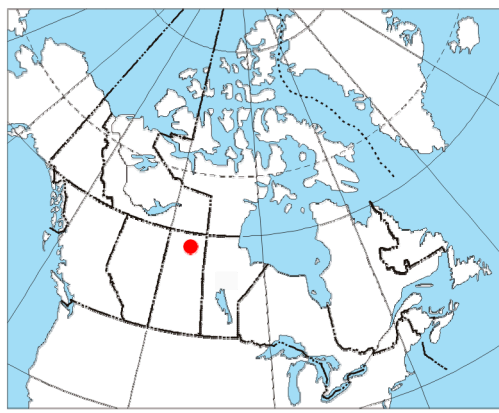
metres 1000 2000 3000 metres
NAD83 / UTM zone 13N

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 Goldak Airborne Survey, Saskatoon,
Saskatchewan. La gestion et la supervision du projet furent effectuées
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 spectrometric surveys can be downloaded, at no charge,
from Natural Resources Canada's Geoscience Data Repository at <http://gdr.mcg.gc.ca>. The
same products are available, for a fee, from the Geophysical Data Centre, Geological Survey of
Canada, 615 Booth Street, Ottawa, Ontario, K1A 0E9, Telephone: (613) 995-5326, email:
info@gsa.mcg.gc.ca.

On peut télécharger gratuitement, depuis l'Entrepôt de données géoscientifiques de Ressources
naturelles Canada à l'adresse Web <http://gdr.mcg.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 spectrométriques adjacents. On peut se
procurer les mêmes produits, moyennant des frais, en s'adressant au Centre de données
géophysiques de la Commission géologique du Canada, 615, rue Booth, Ottawa (Ontario) K1A
0E9, Téléphone : (613) 995-5326, courriel : info@gsa.mcg.gc.ca.



MAP LOCATION - LOCALISATION DE LA CARTE



Introduction

A quantitative gamma-ray spectrometric and aeromagnetic airborne geophysical survey of the Northwestern Athabasca Basin, Saskatchewan, was completed by Goldak Airborne
Surveys. The survey was flown from June 24th to September 21st, 2011 using two Piper PA-31 Navajo aircraft (C-GABA and C-GABJ) and one Cessna Caravan (C-GLOX). The nominal
traverse and control line spacings were, respectively, 400 m and 2400 m, and the aircraft flew at a nominal terrain clearance of 125 m at airspeed 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 a Radiation Solutions RS-500 gamma-ray spectrometers using fourteen 102x102x406 mm NaI (Tl) crystals. The main
detector array consisted of twelve crystals (total volume 50.4 litres). Two crystals (total volume 3.4 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 ⁴⁰K, 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 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. 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 1660-1860 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-GABA	C-GABJ	C-GLOX
Potassium (cps/kV)	63.27	82.05	99.73
Uranium (cps/ppm)	10.48	10.88	10.30
Thorium (cps/ppm)	5.61	5.45	6.57

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-line 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 510 m for the year 2010.61 was then removed. Removal of the IGRF,
representing the magnetic field of the Earth's core, produced 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 of magnetic units at high magnetic latitudes (Hood, 1965).

LEVÉ GÉOPHYSIQUE 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 magnétique a été réalisé dans la partie nord-ouest du bassin de
l'Athabasca en Saskatchewan par la société Goldak Airborne Surveys. Le levé a été effectué du 24 juin au 21 septembre 2011, à bord de deux avions Piper PA-31 Navajo (C-GABA, C-
GABJ) et d'un Cessna Caravan (C-GLOX). L'espacement nominal des lignes de vol était de 400 m et celui des lignes de contrôle de 2400 m. L'altitude nominale de vol était de 125 m
au-dessus du sol et la vitesse était comprise entre 200 km/h et 270 km/h. Les lignes de vol étaient orientées à 135° et les lignes de contrôle leur étaient perpendiculaires. 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 102x102x406 mm.
Le réseau de capteurs principal se composait de douze cristaux (volume total de 50,4 litres). Deux cristaux (volume total de 3,4 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 par moindres carrés, de compenser le gain pour chaque 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 (²¹⁴Pb pour l'uranium et ²¹⁴Pb pour le thorium). Bien que ces radionucléides de fission se trouvent loin dans leur chaîne respective de
désintégration, on présume 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 1 660 à 1 860 keV et de 2410 à 2 810 keV. Le débit total de la dose absorbée par l'air, en nanograms 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 standards décrites dans IAEA, 1991 et IAEA,
2003. 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 1 660 à 1 860 keV et le rayonnement à des énergies supérieures à 3 000 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 instrumental, du rayonnement cosmique, de la radioactivité de l'avion et de
produits 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, la conversion en concentrations équivalentes au
sol de potassium, d'uranium et de thorium a été réalisée en utilisant des 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 litre a été appliqué aux données corrigées, qui ont ensuite été
interpolées suivant une grille à maille de 100 m.

	C-GABA	C-GABJ	C-GLOX
Potassium (cps/kV)	63.27	82.05	99.73
Uranium (cps/ppm)	10.48	10.88	10.30
Thorium (cps/ppm)	5.61	5.45	6.57

Tableau 1. Sensibilités des spectromètres de chacun des aéronefs.

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
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.

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 et les données ont été nivelées 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 510 m fournie par les données GPS pour l'année 2010.61 a été soustrait. Le
soustrait 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 et 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).

Références / 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 radioelement mapping using gamma ray spectrometry data. Technical Reports Series 1363, IAEA, Vienna.

PLANIMETRIC SYMBOLS

Drainage
Highway
Flight line

SYMBOLS PLANIMÉTRIQUES

Drainage
Autoroute
Ligne de vol

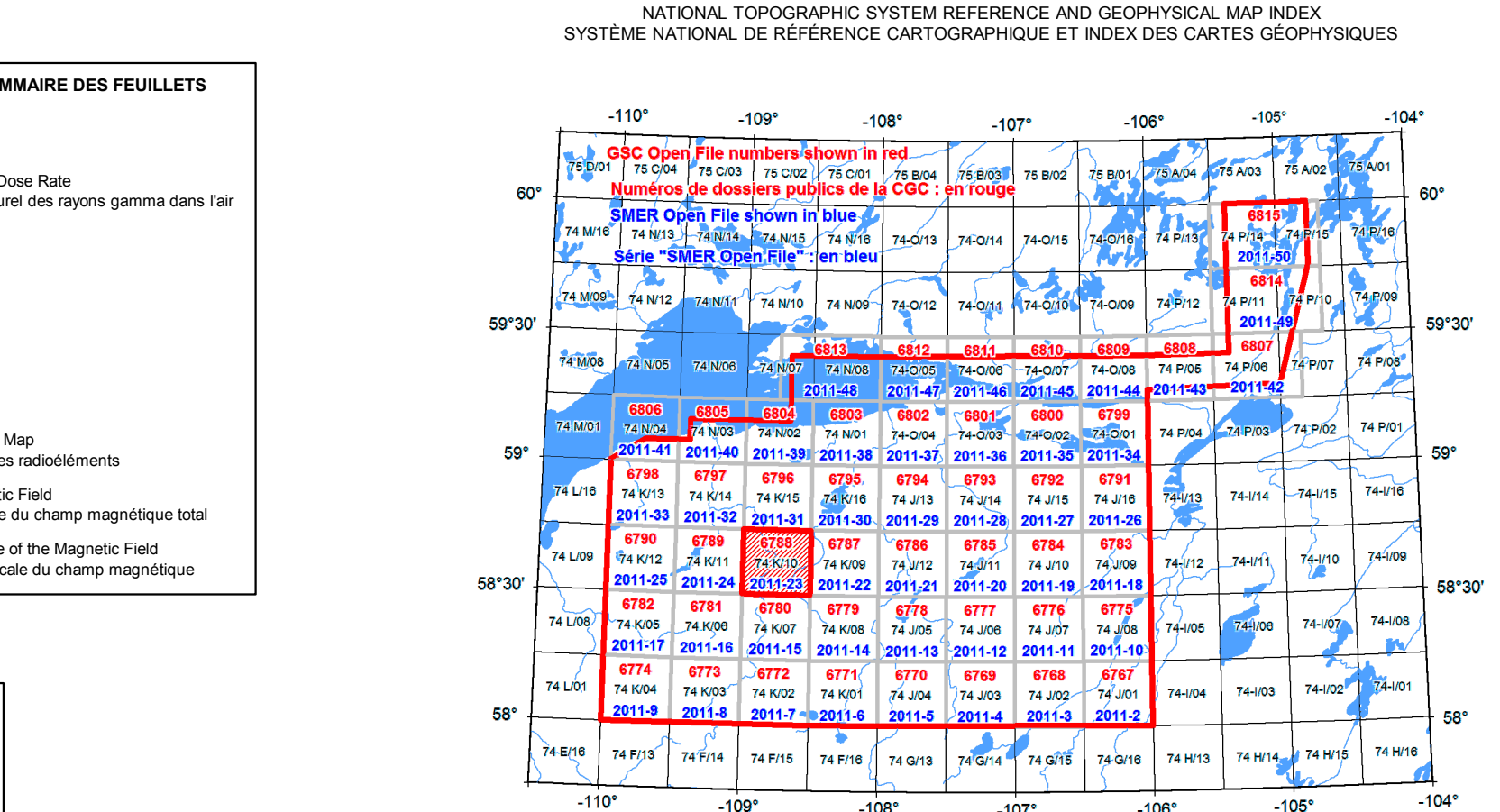
MAP SHEET SUMMARY / SOMMAIRE DES FEUILLETS	
Sheet / Feuille	MAP / CARTE
1.	Natural Air Absorbed Dose Rate Taux d'absorption naturel des rayons gamma dans l'air
2.	Potassium
3.	Uranium
4.	Thorium
5.	Uranium / Thorium
6.	Uranium / Potassium
7.	Thorium / Potassium
8.	Ternary Radioelement Map Diagramme ternaire 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
2011-23

2011
SHEET 5 OF 10
FEUILLE 5 DE 10

OPEN FILE
DOSSIER PUBLIC
6788

2011
SHEET 5 OF 10
FEUILLE 5 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.

Geophysical Series
Airborne Geophysical Survey of the Northwestern Athabasca Basin, Saskatchewan,
NTS 74 K/10, Field Lake
Geological Survey of Canada, Open File 6788;
Saskatchewan Ministry of Energy and Resources (SMER), Open File 2011-23;
Scale 1:50 000.

Notation bibliographique conseillée :
Fortin, R., Coyle, M., Buckle, J., Hefford, S. et Delaney, G., 2011.

Série des cartes géophysiques
Levé géophysique aéroporté de la partie nord-ouest du bassin Athabasca, Saskatchewan,
NTS 74 K/10, Field Lake
Commission géologique du Canada, Dossier public 6788;
Ministère de l'Énergie et des Ressources de la Saskatchewan (SMER), Open File 2011-23;
Échelle 1:50 000.