

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 6812 / DOSSIER PUBLIC 6812 DE LA CGC
SMER OPEN FILE 2011-47

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 O/05 Isle Brochet / SNRC 74 O/05 Isle Brochet

THORIUM

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

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

Scale 1:50 000 - Échelle 1/50 000

mètres 1000 0 1000 2000 3000 mètres

NA289 / UTM zone 13N

Universal Transverse Mercator Projection
North America Datum 1983
© Her Majesty the Queen in Right of Canada 2011

Digital topographic data provided by Geomatics Canada, Natural Resources Canada
Données topographiques numériques de Geomatics Canada, Ressources naturelles Canada

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

L'acquisition, la compilation et la production de la carte sont la responsabilité
des firmes Goldak Airborne Surveys Ltd., Saskatoon, Saskatchewan. La gestion et la supervision du projet furent effectuées
par la Commission géologique du Canada, Ottawa, Ontario.



NORTHWESTERN ATHABASCA BASIN GEOPHYSICAL SURVEY, SASKATCHEWAN

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 took place from June 24th to September 21st, 2010 using two Piper PA-31 Navajo aircraft (C-GJBA, C-GJB) and one Cessna Caravan (C-GLDX). The nominal control and traverse lines were, respectively, 400 m and 2400 m, and the aircraft had a nominal terrain clearance of 125 m at airspeeds between 200 and 270 km/h. Traverse lines were oriented 135° with orthogonal control lines. The flight path was recorded following a north-south differential correction 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 spectrometer using fourteen 102x102x6 mm NaI (Tl) crystals. The main detector array consisted of twelve crystals (total volume 50.4 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 used a Gaussian least squares algorithm to adjust the gain for each crystal.

Probes were measured directly from the 1460 keV gamma-ray photons emitted by K^{40} , whereas uranium and thorium are measured indirectly from gamma-ray photons emitted by their parents; thus gamma-ray spectrometric measurements of uranium and thorium are referred 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 follows standard procedures as described in IAEA, 1991 and IAEA, 2003. During processing, the spectra were energy integrated, and counts were converted to the window described above. Counts from the radon deficit, ~1860 keV window and the natural thorium peak were recorded in the same manner. The radon deficit time, background activity and energy windows were corrected for spectral scattering in the ground, air and detectors. Corrections for deviations from 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 by the Commission géologique du Canada, Saskatchewan. The factors for potassium, uranium, and thorium are listed in Table 1.

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 in nanograys per hour was produced from measured counts between 400 and 2810 keV.

Magnetic Field

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-analyzed to obtain a mutually levitated set of flight-line magnetic data. The leveled values were then interpolated to a 100 m grid. The International Geomagnetic Reference Field (IGRF) defined at the average GPS altitude of 510 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 to magnetizations within the Earth's crust.

The first vertical derivative 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 closer spaced and superposed anomalies. A property of first vertical derivative maps is the coincidence of the zero-value contours 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 magnétiques a été réalisé dans la partie nord-ouest du bassin Athabasca en Saskatchewan par la société Goldak Airborne Surveys. Le levé a été effectué du 24 juin au 21 septembre 2010, à bord de deux avions Piper PA-31 Navajo (C-GJBA, C-GJB) et d'un Cessna Caravan (C-GLDX). L'éspacement nominal des lignes de vol était de 400 m et celui des lignes de contrôle de 2400 m. L'altitude nominale de l'avion était de 125 m et celle de l'avion de 2400 m. Les lignes de vol étaient toutes perpendiculaires. La réjection de vol a été restituée par l'application après le vol de corrections différentielles aux données initiales 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 quartz-cristal de NaI (Tl) de 102x102x6 mm. Des cristaux (volume total de 50.4 litres), protégés par le réseau principal, ont été utilisés pour déceler 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 1 460 keV émis par le K^{40} , tandis que l'uranium et le thorium sont mesurés indirectement par les photons émis par leurs parents, soit le thoron (Thorium-228). Bien que les radioréactivités soient décalées dans les temps de vie de repos, il est nécessaire de déterminer la radioactivité du thoron et des produits de désintégration par des produits de thorium (Thorium-228) pour l'uranium. Bien que les radioréactivités soient décalées dans les temps de vie de repos, il est nécessaire de déterminer la radioactivité du thoron et des produits de désintégration par des produits de thorium (Thorium-228) pour l'uranium. Les corrections de désintégration qui sont appliquées aux données de rayonnement gamma de l'uranium et du thorium sont désignées comme des équivalents d'uranium et des équivalents de thorium, soit 1 eU et 1 eTh. Les plages d'énergie utilisées pour mesurer le potassium, l'uranium et le thorium sont respectivement de 1 370 à 1 570 keV, de 1 660 à 1 860 keV et de 2 410 à 2 810 keV. Le débit total de la dose absorbée par l'air, en mégagrays, a été déterminé à coup par coup mesuré 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 données ont été analysées à l'aide d'un ensemble de données sur le champ magnétique de radon qui ont été enregistrées dans la plage de 1 660 à 1 860 keV et le rayonnement des émissions atmosphériques à 1 370 keV, et à l'aide d'algorithmes de compensation de la plage du rayonnement cosmique. Les coups enregistrés dans les plages ont été corrigés pour tenir compte du temps d'instrument, du rayonnement cosmique, de la radioactivité de l'avion et des 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 de désintégration qui sont appliquées aux données de rayonnement gamma de l'uranium et du thorium sont également faites en utilisant des facteurs déterminés lors de vols effectués au-dessus de la bande d'étalement de Danielline, 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 mailles de 100 m.

Tableau 1. Sensibilités des spectromètres de chaque des avions.

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 effluents, des morts-mans, 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 cézium à faisceau partagé (sensibilité = 0.005 nT) rigidelement fixé à l'avion. Les différences de valeur du champ magnétique aux intersections des lignes de contrôle et des lignes de levé ont été analysées afin d'obtenir un ensemble de données sur le champ magnétique de radon enregistrées sur les lignes de vol. Ces valeurs corrigées ont ensuite été interpolées à une grille à mailles de 100 m. Le champ magnétique résultant de l'ensemble de données sur le champ magnétique de radon atmosphérique, et à l'aide d'algorithmes de compensation de la plage du rayonnement cosmique, a été soustrait. La soustraction de l'IGRF, qui représente le champ magnétique du royaume terrestre, fournit une composante résiduelle essentiellement reliée à la magnétisation de l'orce terrestre.

La dérivée première verticale du champ magnétique

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. L'une des propriétés des cartes de la dérivée première verticale est la coïncidence de l'isogame 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.

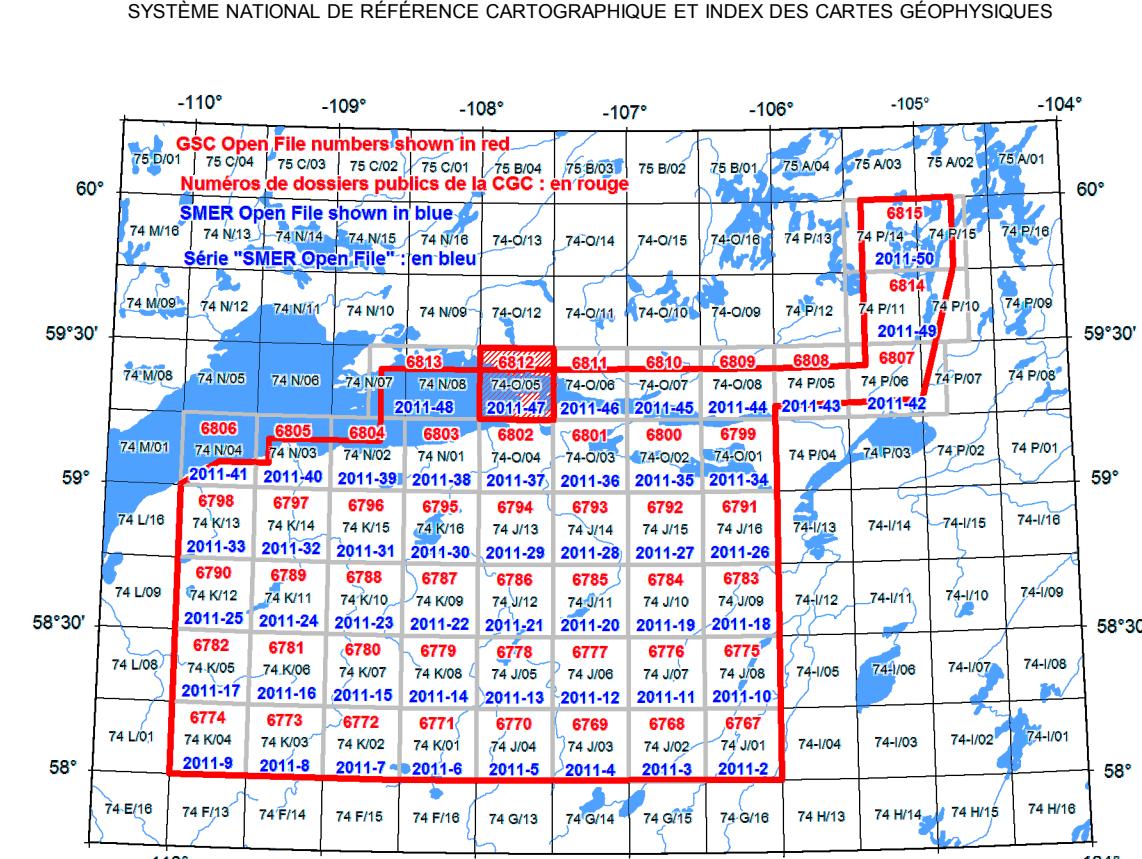
International Atomic Energy Agency, 1991. Airborne gamma ray spectrometer surveying. Technical Reports Series 323, IAEA, Vienna.

International Atomic Energy Agency, 2003. Guide lines for radiometric mapping using gamma ray spectrometry data. Technical Reports Series 1363, IAEA, Vienna.

PLANIMETRIC SYMBOLS / SYMBOLES PLANIMÉTRIQUES

| | | |
|-------------|--------|--------------|
| Drainage | | Drainage |
| Highway | — | Autoroute |
| Flight line | 1150 > | Ligne de vol |

NATIONAL TOPOGRAPHIC SYSTEM REFERENCE AND GEOPHYSICAL MAP INDEX SYSTÈME NATIONAL DE RÉFÉRENCE CARTOGRAPHIQUE ET INDEX DES CARTES GÉOPHYSIQUES



AIRBORNE GEOPHYSICAL SURVEY OF THE NORTHWESTERN ATHABASCA BASIN, SASKATCHEWAN LEVÉ GÉOPHYSIQUE AÉROPORTÉ DE LA PARTIE NORD-OUEST DU BASSIN ATHABASCA, SASKATCHEWAN

MAP SHEET SUMMARY / SOMMAIRE DES FEUILLES

Sheet

Feuillet

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 / Potassium

6. Uranium / Thorium

7. Thorium / Potassium

8. Temp. Radiocarbone Map

Diagramme température des radiocarbones

9. Residual Total Magnetic Field

Débit total du champ magnétique total

10. First Vertical Derivative of the Magnetic Field

Dérivée première verticale du champ magnétique

MAP SHEET SUMMARY / SOMMAIRE DES FEUILLES

MAP SHEET SUMMARY / SOMMAIRE DES FEUILLES