

A quantitative gamma-ray spectrometric fixed-wing geophysical survey of south-central Ontario was completed by Goldak Airborne Surveys. The survey was flown from September 13th to November 11th 2009 using a twin-engine Navajo aircraft (C-GJBB). The nominal traverse line spacing was 1000 m, and the aircraft flew at a nominal terrain clearance of 150 m at an air speed of 270 km/h. Survey lines were oriented east-west for areas west of Lake Simcoe, and north-south for the Peterborough area. The flight path was recovered following post-flight differential corrections to raw data recorded by a Global Positioning System. The survey was flown on a pre-determined flight surface.

## Gamma-ray Spectrometric Data

The airborne gamma-ray measurements were made with a Radiation Solutions Inc. RS5000 gamma-ray spectrometer using fourteen 102 x 106 mm NaI (Ti) 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 assembles 1024 channel spectra from the individual NaI (Ti) detectors with no loss of Poisson statistics. Spectrum stabilization is accomplished by comparing several natural gamma-ray peaks to the recorded spectra.

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 (214Bi for uranium and 208Tl 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 uranium and thorium are referred to as equivalent uranium and equivalent thorium, i.e.  $\text{eU}$  and  $\text{eTh}$ . 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. The spectra were processed to yield the windows described above. Counts from the upward looking (radon) detectors were recorded in a 1660 – 1860 keV window and radiation at energies greater than 4000 keV was recorded in the cosmic window. The window counts were corrected for 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 Danielson test strip. The factors for potassium, uranium and thorium were, respectively; 75.321 cps/%, 9.881 cps/ppm, and 5.086 cps/ppm.

Corrected data were filtered and interpolated to a 250 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 natural air absorbed dose rate in nanograys per hour was calculated from a linear combination of potassium, uranium and thorium concentrations. A more comprehensive description of airborne gamma ray spectrometry surveys including technical specifications, instrumentation, calibration, data processing and interpretation is covered by Grasty et al., (1991), Grasty and Minty (1995), and the International Atomic Energy Agency (2003) and references therein.

## LEVÉ GÉOPHYSIQUE AÉROPORTÉ, CENTRE-SUD DE L'ONTARIO

Un levé géophysique aéroporté de spectrométrie gamma a été réalisé dans le centre-sud de l'Ontario par Goldak Airborne Surveys. Le levé a été effectué du 13 septembre au 11 novembre 2009, à bord d'un avion bimoteur Piper Navajo immatriculé C-GJBB. L'espacement nominal des lignes de vol était de 1000 m, l'altitude nominale de vol de 150 m au-dessus du sol et la vitesse indiquée de 270 km/h. Les lignes de vol avaient une orientation E-O pour les régions ouest de lac Simcoe, et N-O pour la région de Peterborough. La trajectoire de vol a été restituée par l'application après le vol de corrections différentes aux données brutes enregistrées avec un récepteur GPS. Le levé a été effectué suivant une surface de vol pré-déterminée.

## Données de spectrométrie gamma

Les mesures du rayonnement gamma ont été effectuées à l'aide d'un spectromètre gamma Radiation Solutions Inc. RS5000 utilisant quatorze cristaux de NaI (Ti) de 102 x 106 mm. Le réservoir principal consistait en douze cristaux (volume total de 50.4 litres). Deux cristaux (volume total de 8.4 litres), protégés par le réservoir principal, ont été utilisés pour détecter les variations du rayonnement naturel causées par le radon atmosphérique. Ce système compile, à partir des réponses individuelles des cristaux de NaI (Ti), un spectre de 1024 canaux en respectant une distribution de Poisson. La calibration des spectres est réalisée en comparant plusieurs pics gamma naturels aux spectres enregistrés.

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 après les photons gamma émis par des produits de désintégration (214Bi pour l'uranium et 208Tl pour le thorium). Bien que ces radionucléides de filiation 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 des équivalents de thorium, soit  $\text{eU}$  et  $\text{eTh}$ . Les plages d'énergie utilisées pour mesurer le potassium, l'uranium et le thorium sont respectivement; 1370 à 1570 keV, 1660 à 1860 keV et 2410 à 2810 keV.

Les spectres du rayonnement gamma ont été enregistrés à des intervalles d'une seconde. Les spectres ont ensuite 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 d'énergie supérieure à 3 000 keV a été enregistré dans la plage du rayonnement cosmique. Les coups enregistrés dans les plages ont été dépoluisés de l'influence du rayonnement de fond cosmique, de la radioactivité de l'avion et des produits de désintégration du radon atmosphérique. Les données pour les plages ont ensuite été corrigées pour tenir compte de la diffusion spectrale du 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 été effectuées avant la conversion en concentrations équivalentes au sol du potassium, de l'uranium et du thorium, en utilisant des facteurs déterminés lors de vols effectués au-dessus de la bande d'étalement de Danielson. Les facteurs déterminés pour le potassium, l'uranium et le thorium sont respectivement de 75.321 cps/%, 9.881 cps/ppm, et 5.086 cps/ppm.

Un filtre a été appliqué aux données corrigées, qui ont ensuite été interpolées suivant une grille à maille de 250 m. Les résultats d'un levé aérien de spectrométrie gamma représentent les concentrations moyennes à la surface, 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. Le débit total de la dose absorbée par l'air, en nanograys à l'heure, a été calculé selon une combinaison linéaire des concentrations de potassium, d'uranium et de thorium. Une description plus complète de la spectrométrie gamma aéroportée, incluant les spécifications techniques, l'instrumentation, les techniques de calibration, le traitement et l'interprétation des données a été présentée par Grasty et al., (1991), Grasty et Minty (1995), et l'Agence Internationale de l'Energie Atomique (2003).

## References/Références

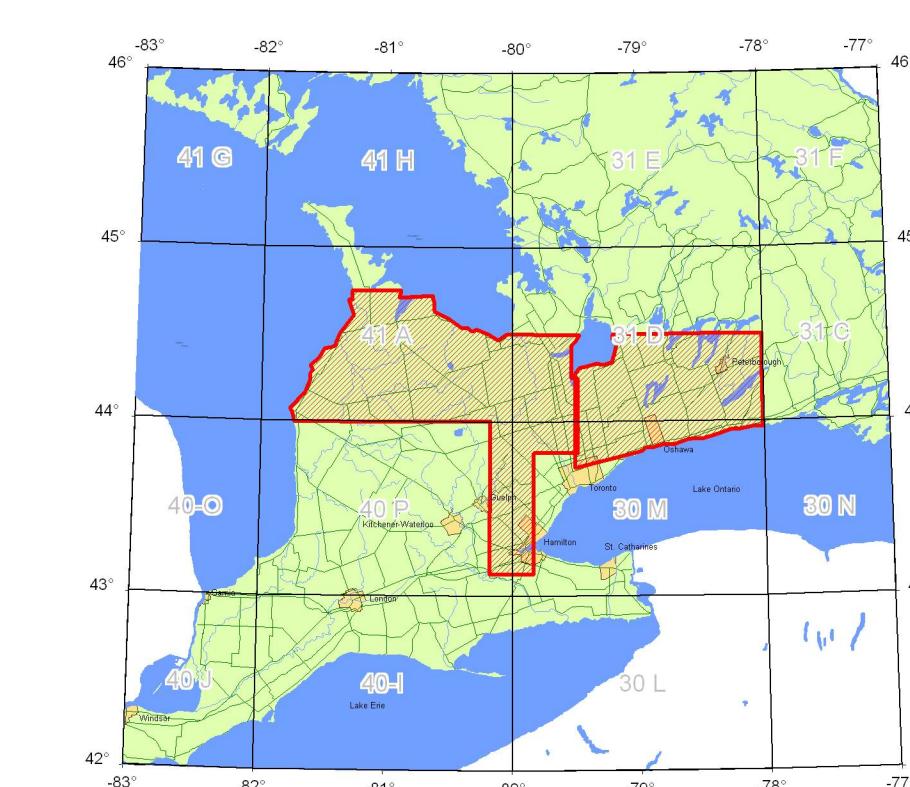
- Grasty, R.L., Mellander, H. and Parker M. (1991) Airborne Gamma-ray spectrometer surveying: International Atomic Energy Agency, Technical Report Series 323, Vienna, 97 p.  
Grasty, R.L. and Minty, B.R.S. (1995) A guide to the technical specifications for airborne gamma-ray surveys; Australian Geological Survey Organisation, Record 1995/60, 89 p.  
International Atomic Energy Agency. 2003. Guidelines for radioelement mapping using gamma ray spectrometry data. IAEA-TECDOC-1363, 173p.

## PLANIMETRIC SYMBOLS

Topographic contour	Curbe de niveau
Railway	Chemin de fer
Drainage	Drainage
Highway	Autoroute
Road	Route
Power line	Ligne de haute tension
Flight line	Ligne de vol
1155 x 1245	1155 x 1245

NATIONAL TOPOGRAPHIC SYSTEM REFERENCE AND GEOPHYSICAL MAP INDEX

SYSTÈME NATIONAL DE RÉFÉRENCE CARTOGRAPHIQUE ET INDEX DES CARTES GÉOPHYSIQUES



## MAP SHEET SUMMARY / SOMMAIRE DES FEUILLES

Sheet	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.	Thermal Radiometry Map Diagramme terrestre des radiomètres
9.	Flight Path Lignes de vol

## OPEN FILE DOSSIER PUBLIC

6566	Open files are products that have not gone through the formal publication process.
Geological Survey of Canada Commission géologique du Canada	The dossier public sont des produits qui n'ont pas été élaborés par le processus officiel de publication de la CGC
2010	
SHEET 4 OF 9 FEUILLET 4 DE 9	

AIRBORNE GEOPHYSICAL SURVEY, SOUTH-CENTRAL ONTARIO

LEVÉ GÉOPHYSIQUE AÉROPORTÉ, CENTRE-SUD DE L'ONTARIO

## GSC OPEN FILE 6566 / DOSSIER PUBLIC 6566 DE LA CGC

parts of NTS 30 M, 31 D, 40 P and 41 A / SNRC parties de 30 M, 31 D, 40 P et 41 A

## GEOPHYSICAL SERIES / SÉRIE DES CARTES GÉOPHYSIQUES

AIRBORNE GEOPHYSICAL SURVEY, SOUTH-CENTRAL ONTARIO  
LEVÉ GÉOPHYSIQUE AÉROPORTÉ, CENTRE-SUD DE L'ONTARIO

## THORIUM

Scale 1:500 000 - Échelle 1/500 000

kilometres 10 0 10 20 30 40 kilomètres

NAD83 / UTM zone 17N

Universal Transverse Mercator Projection  
North America Datum 1983

Topographic Contour Interval 20 metres

©Her Majesty the Queen in Right of Canada 2010

Projet géophysique aéroporté du sud de l'Ontario  
Système de référence géophysique nord-américain, 1983  
Équidistances des couches topographiques : 20 mètres  
©Sa Majesté la Reine du Canada 2010Digital topographic data provided by Geomatics Canada, Natural Resources Canada  
Données topographiques numériques de Geomatics Canada, Ressources naturelles Canada

Authors: Carson, J.M., Ford, K.L. and Harvey, B.J.A.

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

Auteurs : Carson, J.M., Ford, K.L. et Harvey, B.J.A.

L'acquisition, la compilation des données ainsi que la production des cartes fut effectuée par Goldak Airborne Surveys, Saskatoon, Saskatchewan. La gestion et la supervision du projet furent effectuées par la Commission géologique du Canada, Ottawa, Ontario.



MAP LOCATION - LOCALISATION DE LA CARTE

Recommended citation:  
Carson, J.M., Ford, K.L. and Harvey, B.J.A., 2010,  
Geophysical Series, parts of NTS 30 M, 31 D, 40 P and 41 A,  
Airborne Geophysical Survey, South-Central Ontario;  
Geological Survey of Canada, Ottawa, Ontario,  
scale 1:500 000.Notation bibliographique :  
Carson, J.M., Ford, K.L. et Harvey, B.J.A., 2010,  
Levé géophysique aéroporté, centre-sud de l'Ontario,  
Commission géologique du Canada, Dossier public 6566,  
échelle 1:500 000.