

This map was produced by Natural Resources Canada in co-operation with Health Canada.

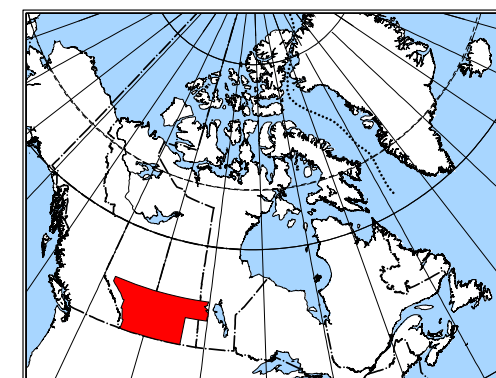
Cette carte a été produite par Ressources naturelles Canada en collaboration avec Santé Canada.

GSC OPEN FILE 6742 / DOSSIER PUBLIC 6742 DE LA CGC

GEOPHYSICAL SERIES / SÉRIE DES CARTES GÉOPHYSIQUES  
NTS 63 C, 63 D, 63 E and 63 F / SNRC 63 C, 63 D, 63 E et 63 FAIRBORNE GEOPHYSICAL SURVEY, SWAN RIVER, MANITOBA-SASKATCHEWAN  
LEVÉ GÉOPHYSIQUE AÉROPORTÉ, SWAN RIVER, MANITOBA-SASKATCHEWAN

THORIUM

Scale 1:500 000 - Échelle 1/500 000



MAP LOCATION - LOCALISATION DE LA CARTE

## AIRBORNE GEOPHYSICAL SURVEY

A quantitative gamma-ray spectrometric airborne geophysical survey of Southern Alberta, Southern Saskatchewan, and West-central Manitoba was completed by Fugro Airborne Surveys. The survey was flown from August 4th to September 27th, 2010 using a Cessna 208B Caravan aircraft (C-GNCA) and a Cessna 404 Caravan aircraft (C-FYAU). The nominal traverse line spacing was 5000 m, and the aircraft flew at a nominal terrain clearance of 150 m at an air speed between 200 and 270 km/h. Traverse lines were oriented 90°. 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 Explanrium GR820 gamma-ray spectrometers. Each detector system consisted of fourteen 102 x 102 x 406 mm NaI (TI) crystals. The main detector arrays consisted of twelve crystals (total volume 50.4 litres). Two crystals (total volume 8.4 litres), shielded by the main arrays, were used to detect variations in background radiation caused by atmospheric radon. The systems 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  $K^{40}$ , whereas uranium and thorium are measured indirectly from gamma-ray photons emitted by daughter products ( $Bi^{214}$  for uranium and  $Tl^{208}$  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. eU and eTh. The energy windows used to measure potassium, uranium and thorium are, respectively, 1370 - 1570 keV, 1860 - 1860 keV, and 2410 - 2810 keV.

Gamma-ray spectra were recorded at one-second intervals. During processing, the spectra were energy calibrated, and the counts were accumulated into the windows described above. Counts from the radon detectors were recorded in a 1860 - 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 Breckenridge, Quebec calibration range. The factors for potassium, uranium, and thorium were, respectively, 74.385 cps/ppm, 7.457 cps/ppm, and 4.828 cps/ppm for C-FYAU and 78.82 cps/ppm, 6.07 cps/ppm, and 5.32 cps/ppm for C-GNCA.

Corrected data were filtered and interpolated to a 500 m grid interval. The results of an airborne gamma-ray spectrometer survey represent the average surface concentrations that are influenced by varying amounts of bedrock, 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 nanograms per hour was computed from the measured concentrations of potassium, uranium and thorium. 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

Un levé géophysique aéroporté de spectrométrie gamma a été réalisé dans le sud de l'Alberta, le sud de la Saskatchewan, et le centre-ouest du Manitoba par la société Fugro Airborne Surveys. Le levé a été effectué du 4 août au 27 septembre 2010, à l'aide d'un avion Cessna 208B Caravan (C-GNCA) et un Cessna 404 Caravan (C-FYAU). L'espacement nominal des lignes de vol était de 5000 m, alors que l'altitude nominale de levé était de 150 m au-dessus du sol et que la vitesse était de 200 à 270 km/h. Les lignes de vol étaient orientées à 90°. 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 respectivement à l'aide d'un spectromètre gamma Explanrium GR820 utilisant quatorze cristaux de NaI (TI) de 102 x 102 x 406 mm. Le réseau de capteurs se composait de douze cristaux (volume total de 50,4 litres). Deux cristaux supplémentaires (volume total de 8,4 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 1460 keV émis par le  $K^{40}$ , tandis que l'uranium et le thorium sont mesurés indirectement d'après les photons gamma émis par des produits de fission ( $Bi^{214}$  pour l'uranium et  $Tl^{208}$  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 1860 à 1860 keV et de 2410 à 2810 keV.

Les spectres du rayonnement gamma ont été enregistrés pendant des intervalles d'une seconde. Pendant le traitement, les spectres ont été soumis à un étalonnage énergétique et les coups ont été cumules dans les plages décrites ci-dessus. Les coups obtenus à l'aide des capteurs de radon ont été enregistrés dans la plage de 1860 à 1860 keV et le rayonnement à des énergies supérieures à 3000 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, du rayonnement de fond dû au rayonnement 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 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 été effectuées avant la conversion en concentrations équivalentes au sol du potassium, de l'uranium et du thorium, en utilisant des facteurs déterminés par une comparaison avec des résultats obtenus lors de vols effectués au-dessus d'une bande d'étalonnage à Breckenridge, Québec. Les facteurs déterminés pour le potassium, l'uranium et le thorium étaient respectivement de 78,82 cps/ppm, 6,07 cps/ppm, et 5,32 cps/ppm pour C-GNCA et de 74,39 cps/ppm, 7,46 cps/ppm, et 4,83 cps/ppm pour C-FYAU.

Un filtre a été appliqué aux données corrigées, qui ont ensuite été interpolées suivant une grille à maille de 500 m. Les résultats d'un levé aérien de spectrométrie gamma représentent les concentrations moyennes à la surface, qui sont influencées par les énormes variables des affleurements, des mœurs-terres, 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 naturel de la dose absorbée par l'air, en nanogrammes à l'heure, a été déterminé d'après les concentrations mesurées 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 coll., (1991), Grasty et Minty (1995), et par l'Agence Internationale de l'Énergie 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 1995/90, 99 p.

International Atomic Energy Agency, 2003. Guidelines for radioelement mapping using gamma ray spectrometry data. IAEA-TECDOC-1363, 173p.

## PLANIMETRIC SYMBOLS

Roads

Railway

Power Line

Drainage

Flight path

## SYMBOLES PLANIMÉTRIQUES

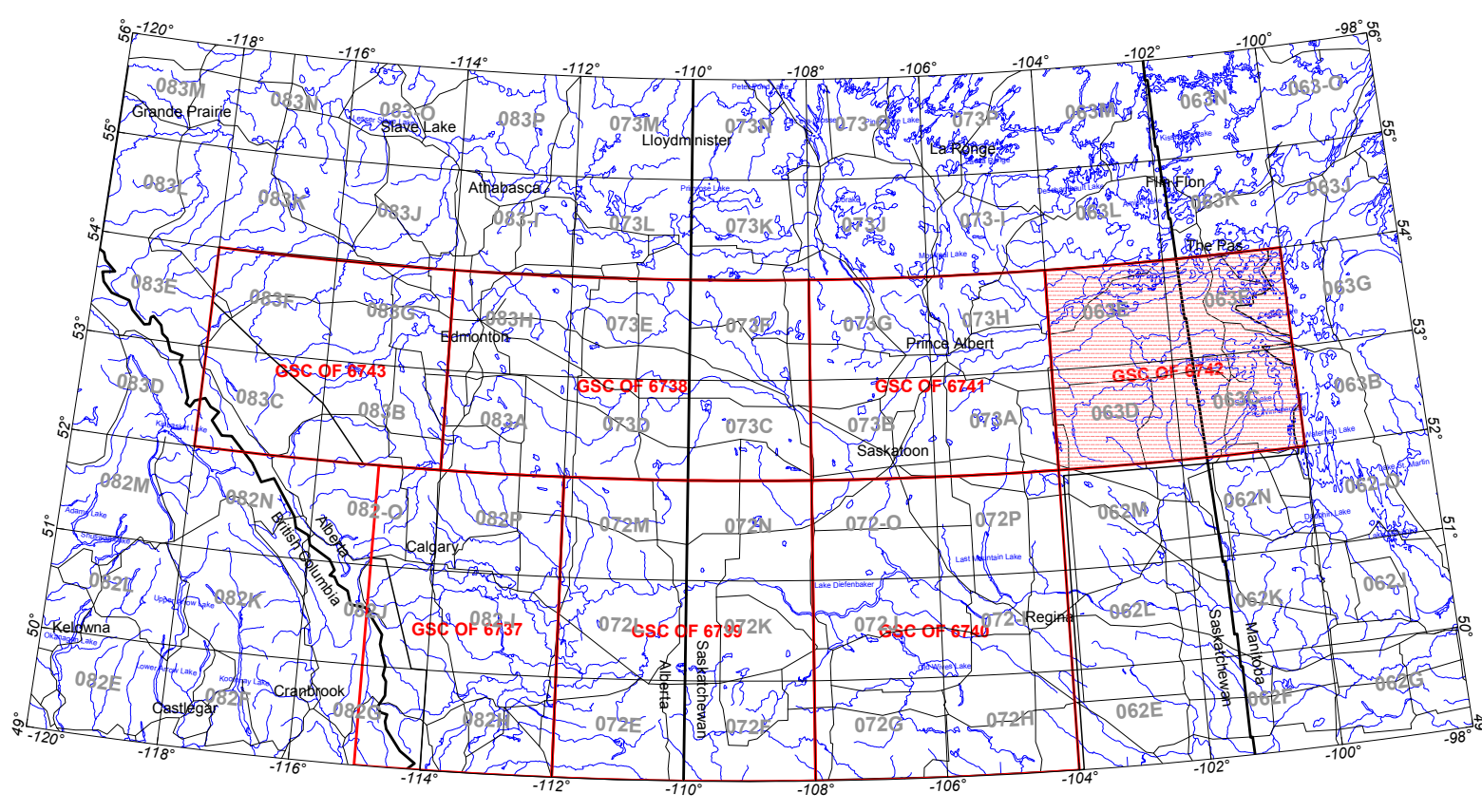
Routes

Chemin de fer

Ligne de transport d'énergie

Drainage

Ligne de Vol

NATIONAL TOPOGRAPHIC SYSTEM REFERENCE AND GEOGRAPHICAL MAP INDEX  
SYSTÈME NATIONAL DE RÉFÉRENCE CARTOGRAPHIQUE ET INDEX DES CARTES GÉOPHYSIQUESAIRBORNE GEOPHYSICAL SURVEY, SWAN RIVER, MANITOBA-SASKATCHEWAN  
LEVÉ GÉOPHYSIQUE AÉROPORTÉ, SWAN RIVER, MANITOBA-SASKATCHEWAN

MAP SHEET SUMMARY / SOMMAIRE DES FEUILLETS	
GSC Sheet CGC 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.	Temary Radioelement Map Diagramme ternaire des radioéléments

OPEN FILE DOSSIER PUBLIC	
6742	
GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA	
2011	
SHEET 4 OF 8 FEUILLET 4 DE 8	

Recommended citation:  
Carson, J.M., Ford, K.L., Hefford, S., Fortin, R. and Harvey, B.J.A., 2011.Geophysical Series, NTS 63 C, 63 D, 63 E and 63 F  
Série des cartes géophysiques, SNRC 63 C, 63 D, 63 E et 63 F  
Airborne Geophysical Survey, Swan River, Manitoba-Saskatchewan;  
Commission géologique du Canada, Dossier public 6742;  
scale 1:500 000.Notation bibliographique conseillée:  
Carson, J.M., Ford, K.L., Hefford, S., Fortin, R. and Harvey, B.J.A., 2011.Série des cartes géophysiques, SNRC 63 C, 63 D, 63 E et 63 F  
Levé géophysique aéroporté, Swan River, Manitoba-Saskatchewan;  
Commission géologique du Canada, Dossier public 6742;  
échelle 1:500 000.