



**Gamma-ray Spectrometry Data**

The airborne gamma-ray measurements were made with an Epsilon Uranium GR-80 gamma-ray spectrometer with crystal detector packs (GPX-1024/255). This system used nine NaI (TI) crystals with a total detector volume of 37.8 litres (4.2 litres each). The main detector array consisted of eight downward-looking parallel-packed crystals. A ninth crystal (2.2 litre) attached to the main array was used to detect radon emanation background radiation caused by atmospheric radon. The system assembled 256 channels of data from the individual NaI (TI) detectors with no loss of Poisson statistics. Spectra were stabilized by matching the recorded spectra with several natural gamma-ray peaks.

Potassium is measured directly from the 1460 keV gamma-ray photons emitted by <sup>40</sup>K, whereas uranium and thorium are measured indirectly from gamma-ray photons emitted by daughter products (Bi<sup>214</sup> for uranium and Th<sup>232</sup> for thorium). Although these daughters are far from their respective decay chains, they are assumed to be in equilibrium with their parents. True gamma-ray spectrometric measurements of uranium and thorium are referred to equivalent uranium and equivalent thorium, i.e. U<sub>eq</sub> and Th<sub>eq</sub>. The energy windows used to measure potassium, uranium and thorium were respectively 1370-1570 keV, 1600-1860 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. Noise Attenuated Singular Value Decomposition (NANSVD) analysis was applied to the full spectrum data to reduce statistical noise in the windowed data. During processing, the spectra were energy calibrated, and counts were accumulated into the windows described above. Counts from the windows were recorded in a 1600 x 1860 keV window and radiation level greater than 3000 cps were recorded in the cosmic window. The window counts were corrected for dead time, background activity from cosmic radiation, radon emanation, and atmospheric radon decay products. The window data were then corrected for spectral scattering in the ground, air and detector. 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 Brockton Ridge, Québec test site. The factors for potassium, uranium, and thorium were, respectively, 64.39 cps%, 4.69 cpsppm, and 3.93 cpsppm.

Corrected data were filtered and interpolated to a 100 m grid interval. A ternary colour-composite image was created in which the relative concentrations of potassium, equivalent uranium and equivalent thorium determined the colour hue and the total radioactivity determined the colour saturation (Bromme et al., 1987). Data points that were acquired over water bodies or where the effective height above ground was higher than 300 m were masked out in the map due to their poor acquisition statistics and possible terrain effect. The results of an airborne gamma-ray spectrometer survey represent the average surface concentrations that are influenced by varying amount 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 nanograys per hour was produced from measured counts between 400 and 2810 keV.

**Magnetic Data**

Extensive processing of the magnetic data was required to account for the combined effects of rugged terrain and a goal of minimal terrain clearance on survey lines. The magnetic field was sampled 10 times per second with a geomagnetic sensor with a 0.001 mT resolution (sensibility = 0.001 mT) rigidly mounted to the aircraft. All resulting magnetometer data were filtered to remove high-frequency signal while retaining the low-frequency diurnal variations. The residual component of the diurnal variation, obtained by cross-correlation with the International Geomagnetic Reference Field (IGRF 2010) residual, were subtracted from the airborne magnetometer data.

A reference surface was calculated from the signal of the originally planned drone, the flown traverse line, the flown control line at each station. This data were corrected for the difference in IGRF (2010) between the reference surface and the height of observation, followed by an iterative process of upward continuation of the data to the reference surface and the final leveling, until the final result was stable. A final step of noise reduction was required to remove terrain effects. The leveled data were interpolated to a 100 m grid. The IGRF defined at an altitude of 8621 m for the date August 22, 2011 was then removed (The IGRF represents the magnetic field of the Earth's core, and to remove from the data produces a residual component related essentially to magnetizations within the Earth's crust).

The first vertical derivative of the leveled magnetic field was calculated. The first vertical derivative is the rate of change of the magnetic field in the vertical direction. Continuity of the parameters of the long-wavelength baselines of the magnetic field and significant variations of the magnetic field are commonly associated and suspected anomalies. A property of first vertical derivative maps is the coincidence of the zero-value contour with vertical contacts at high magnetic latitudes (Hood, 1965).

Un levé géophysique aéroporté (spectrométrie gamma et magnétique) a été réalisé dans la région des pics Source, dans les Territoires du Nord-Ouest, par le société Sander Geophysics Limited. Le levé a été effectué du 3 août 2011 au 16 septembre 2011, à bord d'un hélicoptère Eurocopter AS350-B3 immatriculé C-GSGH. L'équipement géophysique volait à une altitude de 100 m au-dessus du sol et à une vitesse de 230 km/h. Les lignes de vol étaient orientées à 90° et les lignes de correction étaient perpendiculaires. La trajectoire de vol a été établie par l'application de la loi de correction de la trajectoire de vol à l'aide d'un système GPS. Ce levé a été réalisé en utilisant un altimètre laser pour la navigation verticale selon une altitude cible de 100 m au-dessus du sol. Ce mode de navigation a été choisi pour optimiser l'acquisition des données de spectrométrie gamma. Dans ce mode de navigation, l'utilisation d'un système GPS a permis de maintenir une altitude constante de vol qui a permis d'obtenir des données de spectrométrie gamma dans certaines régions.

**Données de spectrométrie gamma**

Les mesures du rayonnement gamma ont été effectuées à l'aide d'un spectromètre gamma Epsilon Uranium GR-80 et de détecteurs GPX-1024/255, comportant neuf cristaux de NaI (TI), pour un volume total de 37,8 litres de détecteurs (4,2 litres chacun). Le principal réseau de capteurs se composait de huit cristaux en forme de parallélépipède rectangulaire de 220 mm de hauteur et de 100 mm de largeur. Un neuvième cristal (de 220 mm de hauteur et de 100 mm de largeur) était fixé à l'arrière du réseau de capteurs et servait à détecter la radiation de radon émanant de l'atmosphère. Ce système comptait à partir des réponses individuelles des cristaux de NaI (TI) un spectre de 256 canaux en respectant une distribution de Poisson. La calibration des spectres est établie en utilisant des spectres enregistrés selon plusieurs pics gamma naturels.

Le potassium est mesuré directement à partir des photons gamma de 1460 keV émis par le <sup>40</sup>K, tandis que l'uranium et le thorium sont mesurés indirectement à partir des photons gamma émis par des produits de fission (Bi<sup>214</sup> pour l'uranium et Th<sup>232</sup> pour le thorium). Bien que ces radionucléides de fission se trouvent bien dans leur chaîne respective de désintégration, on presume qu'ils sont en équilibre avec leur radionuclide père; ainsi, les mesures spectrométriques du rayonnement gamma de l'uranium et du thorium sont des mesures des équivalents de l'uranium et du thorium, soit U<sub>eq</sub> et Th<sub>eq</sub>. Les gammes énergétiques pour mesurer le potassium, l'uranium et le thorium sont respectivement de 1370 à 1570 keV, de 1600 à 1860 keV et de 2410 à 2810 keV.

Les spectres du rayonnement gamma ont été enregistrés à des intervalles d'une seconde. Le traitement des données a suivi les procédures normalisées décrites dans IAEA 1991 et IAEA 2003. Le bruit de fond a été réduit par une décomposition en valeurs singulières des spectres de 256 canaux (NANSVD). Pendant le traitement, les spectres ont été corrigés d'un décalage énergétique et les coups ont été cumulés dans les gammes définies ci-dessus. Les coups obtenus à l'aide des données de radon ont été enregistrés dans la plage de 1600 à 1860 keV et rapportés à des gammes supérieures à 1300 keV à l'aide d'un système GPS. Ce levé a été réalisé en utilisant un altimètre laser pour la navigation verticale selon une altitude cible de 100 m au-dessus du sol. Ce mode de navigation a été choisi pour optimiser l'acquisition des données de spectrométrie gamma. Dans ce mode de navigation, l'utilisation d'un système GPS a permis de maintenir une altitude constante de vol qui a permis d'obtenir des données de spectrométrie gamma dans certaines régions.

Un filtre a été appliqué aux données corrigées, qui ont ensuite été interpolées sur une grille à maille de 100 m. Un diagramme ternaire en couleur a été produit et les concentrations relatives de potassium, d'équivalent d'uranium et d'équivalent de thorium déterminées la teinte de la couleur, et la radioactivité totale déterminée la saturation de la couleur (Bromme et al., 1987). Les mesures obtenues au-dessus d'endroits où il y a eu de l'eau ou de la neige ont été masquées. Les données de spectrométrie gamma représentées sur les cartes, étant donné les tables statistiques de comptage et l'influence possible du terrain. Les résultats d'un levé aérien de spectrométrie gamma représentent les concentrations moyennes à la surface, qui sont influencées par les densités variables des affleurements, les couches végétales, et le sol et de la surface, ainsi que par le niveau d'humidité dans le sol. Par conséquent, les concentrations mesurées sont généralement plus faibles que les concentrations réelles dans le substratum rocheux. Le taux d'absorption total dans l'air, en nanograys par heure, a été déterminé à partir des coups mesurés dans la plage de 400 à 2810 keV.

**Données sur le champ magnétique**

Un balancement de données approfondi a été nécessaire pour réduire l'effet combiné de relief important et de la pluie de nuages minimisant les altitudes de vol des lignes de levé. Le champ magnétique a été échantillonné 10 fois par seconde à l'aide d'un magnétomètre à vapeur de césium à faisceau partagé (sensibilité = 0,001 nT) rigidement fixé à l'avant. Les données magnétiques des stations de référence ont été corrigées de la différence de hauteur entre le sol et le point de mesure et les variations diurnes de base fréquence. Le signal résiduel des variations diurnes obtenu en appliquant une correction pour le champ géomagnétique international de référence (IGRF, révision de 2010) a été soustrait des données du magnétomètre aéroporté.

Une surface de référence a été calculée en utilisant pour chaque point la valeur la plus élevée parmi celles de la surface de vol prédéterminée, calculée, de la ligne de levé et de la ligne de contrôle. On a ensuite appliqué aux données une correction équivalente à la différence du champ géomagnétique international de référence (IGRF) entre le point de mesure et la surface de référence, puis on a appliqué un processus itératif de continuation des données vers le haut jusqu'à la surface de référence et de nivellement des lignes de données. Une fois les données nivelées, un processus de réduction de bruit a également été nécessaire pour éliminer le résidu du signal géologique. Ces valeurs nivelées ont ensuite été interpolées sur une grille à maille de 100 m. Le champ géomagnétique international de référence défini à l'altitude moyenne de 8621 m pour le 22 août 2011 a été soustrait. Le soustraction de l'IGRF du rayonnement magnétique du rayonnement produit, une composante résiduelle essentiellement liée à la magnétisation de l'écorce terrestre.

La dérivée première verticale du champ magnétique nivelé a été calculée. La dérivée première verticale 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 minimise le masquage de la résolution des anomalies rapprochées les unes des autres ou superposées. L'une des propriétés des cartes de la dérivée première verticale est la coincidence de l'isogamme de valeurs zéro et des contacts verticaux aux hautes latitudes magnétiques (Hood, 1965).

**References/Références**

Hood, P.J. 1965. Gradient measurements in aeromagnetic surveying. Geophysics, 30, 891-902.

Bromme, J., Carson, J.M., Grant, J.A., and Ford, K.L., 1987. A modified ternary radioelement mapping technique and its application to the south coast of Newfoundland. Paper 87-14, Geological Survey of Canada, Ottawa, Ontario, Canada.

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

International Atomic Energy Agency, 2003. Guidelines for radioelement mapping using gamma-ray spectrometry data. Technical Reports Series 1363, IAEA, Vienna.

This radiometric and aeromagnetic survey and the production of this map were funded by the Northwest Territories Geoscience Office (NTGO) through the Strategic Investments in Northern Economic Development (SINED) program of the Canadian Northern Economic Development Agency (CanNor). Quality assurance and quality control were performed by the Geological Survey of Canada under the Geomapping for Energy and Minerals (GEM) Program of the Earth Sciences Sector, Natural Resources Canada.

GSC OPEN FILE 7102 / DOSSIER PUBLIC 7102 DE LA CGC  
NWT OPEN FILE 2012-15

**AIRBORNE GEOPHYSICAL SURVEY OF THE SOURCE PEAKS AREA, NORTHWEST TERRITORIES  
LEVÉ GÉOPHYSIQUE AÉROPORTÉ DE LA RÉGION DES PICS SOURCE, TERRITOIRES DU NORD-OUEST**

**NTS 106-B BONNET PLUME LAKE, AND PARTS OF NTS 105-O, 105-P, AND 106-A  
SNRC 106-B BONNET PLUME LAKE, ET SNRC PARTIES DE 105-O, 105-P ET 106-A**

**URANIUM / THORIUM**



Authors: R. Fortin, M. Coyle, B. Fischer, J. Carson and R. Dumont

Data acquisition, compilation and map production by Sander Geophysics Limited, Ottawa, Ontario. Contract and project management by the Northwest Territories Geoscience Office, Yellowknife, Northwest Territories. Technical expertise by the Geological Survey of Canada, Ottawa, Ontario.

Auteurs: R. Fortin, M. Coyle, B. Fischer, J. Carson et R. Dumont

L'acquisition et la compilation des données, ainsi que la production des cartes, ont été effectuées par Sander Geophysics Limited, Ottawa (Ontario). La gestion et la supervision du projet ont été effectuées par le Bureau géoscientifique des Territoires du Nord-Ouest, Yellowknife (Territoires du Nord-Ouest). Expertise technique fournie par la Commission géologique du Canada, Ottawa (Ontario).

**NWT OPEN FILE  
2012-15**

NORTHWEST TERRITORIES  
GÉOSCIENCE OFFICE  
BUREAU GÉOSCIENTIFIQUE DES  
TERRITOIRES DU NORD-OUEST

SHEET # OF 10  
FEUILLET # DE 10

**OPEN FILE  
DOSSIER PUBLIC  
7102**

Publications in this series have not been selected for release as submitted by the author.

La publication de cette série n'a pas été sélectionnée pour être diffusée, telle que présentée par l'auteur.

2012

SHEET # OF 10  
FEUILLET # DE 10

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 |

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

**URANIUM / THORIUM  
AIRBORNE GEOPHYSICAL SURVEY OF THE  
SOURCE PEAKS AREA, NORTHWEST TERRITORIES**

**URANIUM / THORIUM  
LEVÉ GÉOPHYSIQUE AÉROPORTÉ DE LA  
RÉGION DES PICS SOURCE, TERRITOIRES DU NORD-OUEST**

Recommended citation for GSC publication:

Fortin, R., Coyle, M., Fischer, B., Carson, J., and Dumont, R., 2012. Airborne Geophysical Survey of the Source Peaks area, Northwest Territories, NTS 106-B Bonnet Plume Lake and parts of NTS 105-O, 105-P, and 106-A. Geological Survey of Canada, Open File 7102, scale 1:250 000, and digital data.

Notation bibliographique conseillée pour la publication de la CGC: Fortin, R., Coyle, M., Fischer, B., Carson, J., et Dumont, R., 2012. Levé géophysique aéroporté de la région des pics Source, Territoires du Nord-Ouest, SNRC 106-B Bonnet Plume Lake et SNRC parties de 105-O, 105-P et 106-A. Commission géologique du Canada, Dossier public 7102, échelle 1:250 000, et données numériques.

Recommended citation for NTGO publication:

Fortin, R., Coyle, M., Fischer, B., Carson, J., and Dumont, R., 2012. Airborne Geophysical Survey of the Source Peaks area, Northwest Territories, NTS 106-B Bonnet Plume Lake and parts of NTS 105-O, 105-P, and 106-A. Northwest Territories Geoscience Office, NWT Open File 2012-15, 10 maps, scale 1:250 000, and digital data.

Notation bibliographique conseillée pour la publication du BTNO: Fortin, R., Coyle, M., Fischer, B., Carson, J., et Dumont, R., 2012. Levé géophysique aéroporté de la région des pics Source, Territoires du Nord-Ouest, SNRC 106-B Bonnet Plume Lake et SNRC parties de 105-O, 105-P et 106-A. Bureau géoscientifique des Territoires du Nord-Ouest, NWT Open File 2012-15, 10 cartes, échelle 1:250 000, et données numériques.