

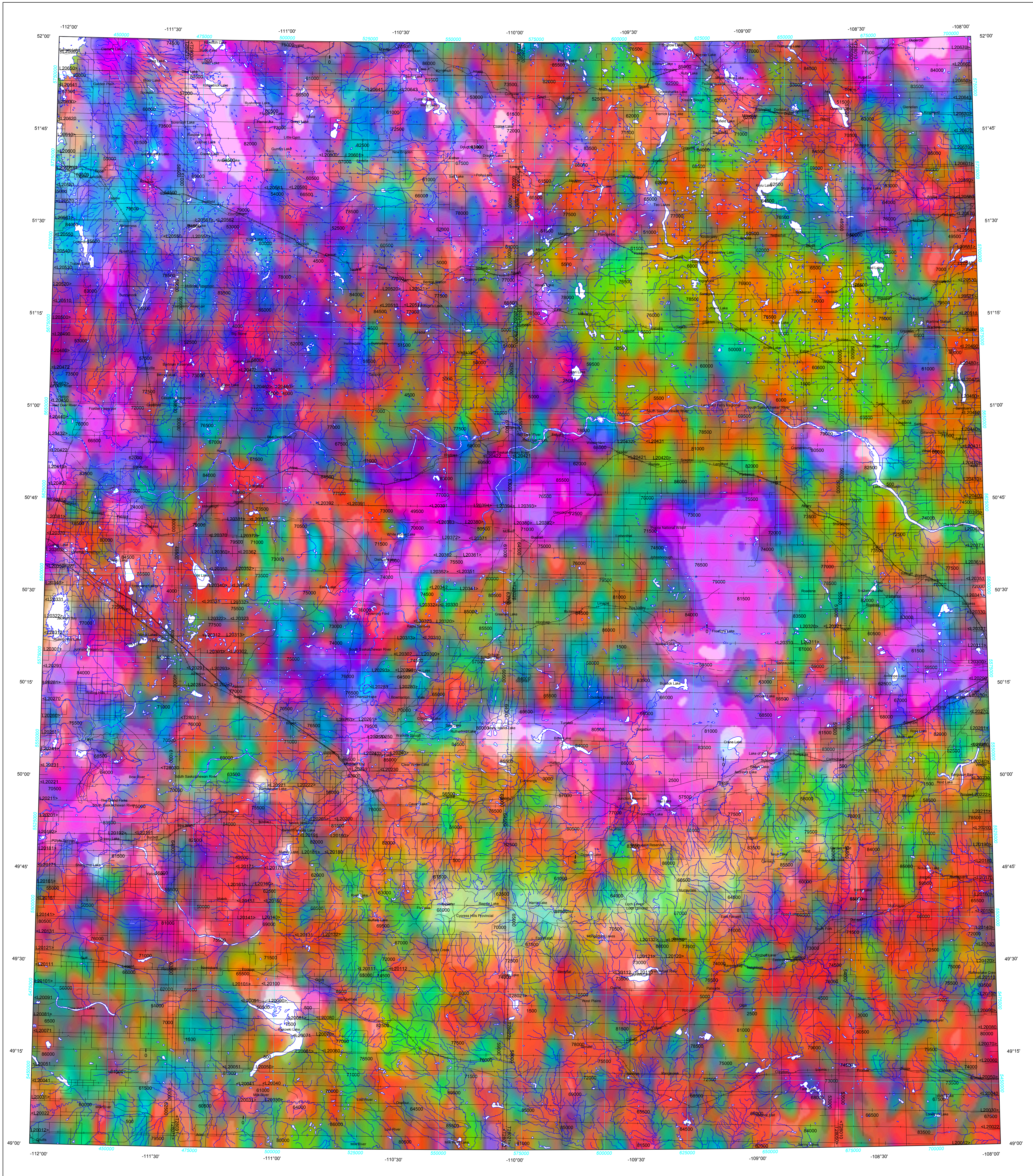
GEOPHYSICAL SERIES
TERNARY RADIOELEMENT MAP

GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA



COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA

SÉRIE DES CARTES GÉOPHYSIQUES
DIAGRAMME TERNAIRE DES RADIOÉLÉMENTS



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 6739 / DOSSIER PUBLIC 6739 DE LA CGC

GEOPHYSICAL SERIES / SÉRIE DES CARTES GÉOPHYSIQUES
NTS 72 E, 72 F, 72 K, 72 L, 72 M, and 72 N / SNRC 72 E, 72 F, 72 K, 72 L, 72 M et 72 N

AIRBORNE GEOPHYSICAL SURVEY, MEDICINE HAT, ALBERTA-SASKATCHEWAN
LEVÉ GÉOPHYSIQUE AÉROPORTÉ, MÉDICINE HAT, ALBERTA-SASKATCHEWAN

Authors: Carson, J.M., Ford, K.L., Hefford, S.,
Fortin, R. and Harvey, B.J.A.

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

Auteurs: Carson, J.M., Ford, K.L., Hefford, S.,
Fortin, R. et Harvey, B.J.A.

L'acquisition, la compilation des données ainsi que la production
des cartes furent effectuées par Fugro Airborne Surveys, Ottawa,
Ontario. Le gestion et la supervision du projet furent effectuées
par la Commission géologique du Canada, Ottawa, Ontario.

TERNARY RADIOELEMENT MAP
DIAGRAMME TERNAIRE DES RADIOÉLÉMENTS

Scale 1:500 000 - Échelle 1/500 000

kilomètres 10 0 10 20 30 40
kilomètres

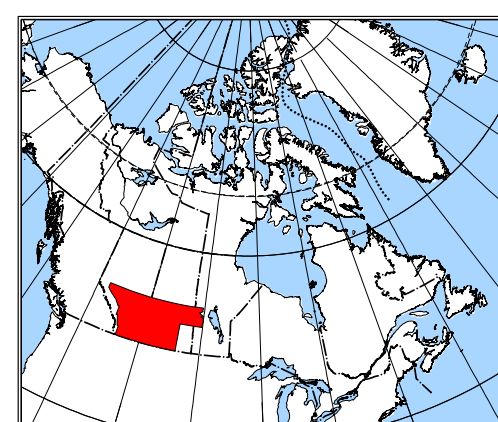
Universal Transverse Mercator Projection
North American Datum 1983
© Her Majesty the Queen in Right of Canada 2011

Projection transversale universelle de Mercator
Système de référence géodésique nord-américain 1983
© Sa Majesté la Reine du Chef Du Canada 2011

Digital Topographic Data provided by Geomatics Canada, Natural Resources Canada
Données topographiques numériques de Géomatique Canada, Ressources naturelles Canada

Digital versions of this map and corresponding digital profile and gridded geophysical data by
individual survey may be downloaded, at no charge, from Natural Resources Canada's
Geoscience Data Repository for Geophysical and Geochemical Data at
<http://dat.nrcan.gc.ca/geomatics>. The map and digital data are also 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@gsd.nrcan.gc.ca.

Les versions numériques de ces cartes ainsi que les données géophysiques en formats « profil »
et « maille » pour chaque levé peuvent être téléchargées gratuitement depuis le site de la
Collection de données géophysiques et géochimiques de l'Entrepôt de données géoscientifiques
de Ressources naturelles Canada <http://dat.nrcan.gc.ca/geomatics>. La carte et les données
numériques sont aussi disponibles, moyennant des frais, au Centre de données géophysiques de
la Commission géologique du Canada au 615, rue Booth, Ottawa (Ontario) K1A 0E9. Téléphone:
(613) 995-5326, courriel: info@gsd.nrcan.gc.ca.



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 Explorerium GR820 gamma-ray spectrometers. Each detector system consisted of fourteen 102
x 102 x 406 mm NaI (Tl) 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^{232} 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, 1660 – 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 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 Breckenridge, Quebec calibration range. The factors for potassium,
uranium, and thorium were, respectively, 74.385 cps%, 7.457 cpsppm, and 4.828 cpsppm for C-FYAU and 78.92 cps%, 6.07 cpsppm, and 5.32
cpsppm 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 outcrops, 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 nanogreys 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 Fugro Cessna 208B Caravan (C-
GNCA) et d'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 Explorerium GR820 utilisant quatorze
cristaux de NaI (Tl) 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^{232} pour le thorium). Bien que ces radionucléides de
fission 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 eU et 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.

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 cumulés dans les plages décrites ci-dessus. Les coups obtenus à l'aide des capteurs de radon ont été
enregistrés dans la plage de 1660 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'aéronef 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 78,92 cps%,
6,07 cpsppm, et 5,32 cpsppm pour C-GNCA et de 74,39 cps%, 7,46 cpsppm, et 4,83 cpsppm pour C-FYAU.

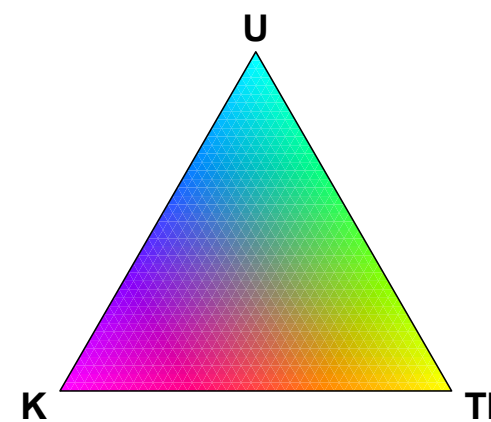
Un filtre a été appliqué aux données corrigées, qui ont ensuite été interpolées suivant une grille à maille de 500 m. Les résultats d'un levé aérien de
spectrométrie gamma représentent les concentrations moyennes à la surface, qui sont influencées par les étendues variables des affleurements, des
morts-terrains, 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 naturel de la dose absorbée par l'air, en nanogreys 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,
Report 1995/80, 89 p.

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



PLANIMETRIC SYMBOLS

Roads Routes

Railway Chemin de fer

Power Line Ligne de transport d'énergie

Drainage Drainage

Flight path Ligne de Vol

SYMBOLES PLANIMÉTRIQUES

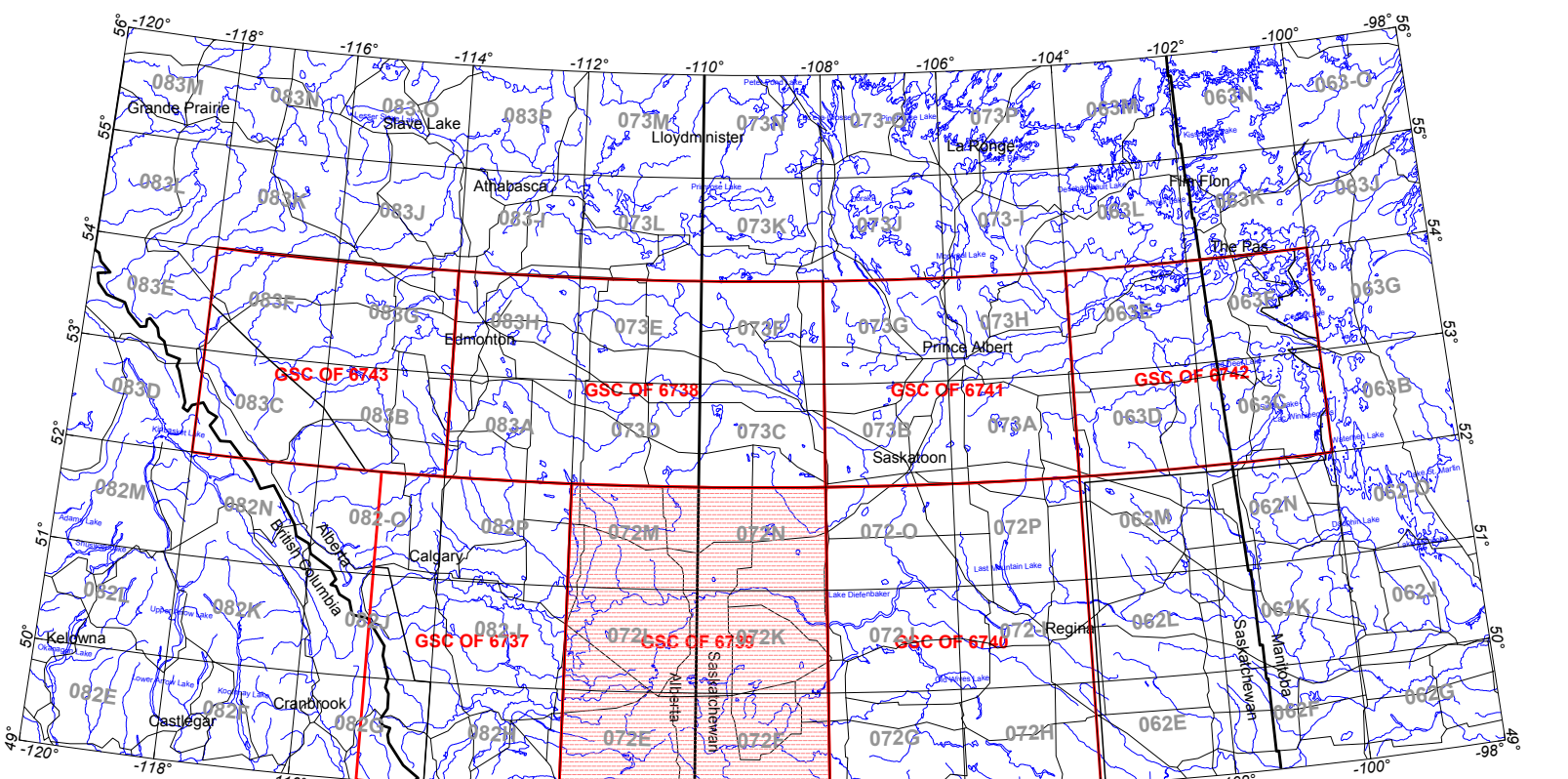
Roads Routes

Railway Chemin de fer

Power Line Ligne de transport d'énergie

Drainage Drainage

Flight path Ligne de Vol



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

AIRBORNE GEOPHYSICAL SURVEY, MEDICINE HAT, ALBERTA-SASKATCHEWAN
LEVÉ GÉOPHYSIQUE AÉROPORTÉ, MÉDICINE HAT, ALBERTA-SASKATCHEWAN

MAP SHEET SUMMARY / SOMMAIRE DES FEUILLETS	
GSC Sheet CGC Feuille	MAP / CARTE
1. Natural Air Absorbed Dose Rate Taux d'absorption naturelle 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 radioéléments	

OPEN FILE DOSSIER PUBLIC	
6739	
GEOSCIENCE DATA CENTRE CENTRE DE DONNÉES GÉOSCIENTIFIQUES	
2011	
SHEET 8 OF 8 FEUILLET 8 DE 8	
Open files are products that have not gone through the GSC formal publication process.	Les données publiques sont des produits qui n'ont pas été soumis au processus officiel de publication de la CGC.

Recommended citation:
Carson, J.M., Ford, K.L., Hefford, S., Fortin, R. and Harvey, B.J.A., 2011.
Geophysical Series, NTS 72 E, 72 F, 72 K, 72 L, 72 M, and 72 N.
Airborne Geophysical Survey, Medicine Hat, Alberta-Saskatchewan.
Geological Survey of Canada, Open File 6739,
scale 1:500 000.

Notation bibliographique conseillée :
Carson, J.M., Ford, K.L., Hefford, S., Fortin, R. et Harvey, B.J.A., 2011.
Série des cartes géophysiques,
Levé géophysique aéroporté, Médecine Hat, Alberta-Saskatchewan.
Commission géologique du Canada, Dossier public 6739,
échelle 1:500 000.

Government of Canada
Gouvernement du Canada

Canada