

Ce levé aéroporté et la production de cette carte ont été financés par le programme de Géocartographie de l'énergie et des minéraux (GEM) du Secteur des sciences de la Terre, Ressources naturelles Canada.

This airborne geophysical survey and the production of this map were funded by the Geomapping for Energy and Minerals (GEM) Program of the Earth Sciences Sector, Natural Resources Canada.

DOSSIER PUBLIC 6340 DE LA CGC / GSC OPEN FILE 6340  
MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE DU QUÉBEC DP 2010-02

SÉRIE DES CARTES GÉOPHYSIQUES / GEOPHYSICAL SERIES  
SNRC 23-O/8 / NTS 23-O/8

LEVÉ GÉOPHYSIQUE DU LAC ATTIKAMAGEN RÉGION DE SCHEFFERVILLE  
LAKE ATTIKAMAGEN GEOPHYSICAL SURVEY SCHEFFERVILLE REGION

DIAGRAMME TERNAIRE DES RADIOÉLÉMENTS  
TERNARY RADIOELEMENT MAP

Auteurs : R. Dumont, R. Fortin, S. Hefford et F. Dostaler

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

Authors: R. Dumont, R. Fortin, S. Hefford and F. Dostaler

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

Échelle 1/50 000 - Scale 1:50 000

1 0 1 2 3 4  
kilomètres

Projection transverse universelle de Mercator  
North American Datum 1983  
© Le Mappeur la Reine du Québec en 2010

Données géophysiques fournies par la Commission du Québec, Ressources naturelles Canada  
Digital Topographic Data provided by Geomatics Canada, Natural Resources Canada

On peut télécharger gratuitement des versions numériques de cette carte depuis la section sur MIRAGE de l'Entrepôt de données géoscientifiques de Ressources naturelles Canada à l'adresse Web <http://edp.mnec.gc.ca/mirage/>. Les données numériques correspondantes en formats profil et maille ainsi que des données similaires issues des levés géophysiques aéroportés adjacents sont disponibles de l'Entrepôt de données géoscientifiques de Ressources naturelles Canada à l'adresse Web <http://edp.mnec.gc.ca/teromaps/>. On peut se procurer les mêmes produits, moyennant des frais, en s'adressant au Centre de données géophysiques de la Commission géologique du Canada, 615, rue Booth, Ottawa (Ontario) K1A 0E9, Tél: (613) 995-5326, courriel: [info@sgg.mnec.gc.ca](mailto:info@sgg.mnec.gc.ca).

Cette carte et les données géophysiques numériques peuvent être aussi obtenues à partir de « Produits et services en ligne » sur le site Internet du ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec : <http://www.mnec.gc.ca/canadiens-serviceminres-jss> ou encore par téléphone au (416)627-6278 ou 1 800 363-7233, ou courriel: [service.mnec@mnec.gouv.qc.ca](mailto:service.mnec@mnec.gouv.qc.ca)

Digital versions of this map can be downloaded, at no charge, from Natural Resources Canada's Geoscience Data Repository (MIRAGE) at <http://edp.mnec.gc.ca/mirage/>. Corresponding digital profile and gridded data as well as similar data for adjacent airborne geophysical surveys are available from the Natural Resources Canada's Geoscience Data Repository for aeromagnetic data at <http://edp.mnec.gc.ca/teromaps/>. The same products are also available, for a fee, from the Geophysical Data Centre, Geological Survey of Canada, 615 Booth Street, Ottawa, Ontario, K1A 0E9. Tel: (613) 995-5326, email: [info@sgg.mnec.gc.ca](mailto:info@sgg.mnec.gc.ca).

This map and the digital geophysical data may also be obtained from the "Online Products and Services" section of the Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec web site at <http://www.mnec.gc.ca/canadiens-serviceminres-jss> or by phone at (416)627-6278 or 1 800 363-7233, email: [service.mnec@mnec.gouv.qc.ca](mailto:service.mnec@mnec.gouv.qc.ca)

Un levé géophysique aérien combinant l'acquisition de données quantitatives de spectrométrie gamma et de données magnétiques a été réalisé, par la société Fugro Airborne Surveys, au-dessus de Schefferville, dans des régions de Terre-Neuve et Labrador ainsi qu'au Québec. Le levé a été effectué du 24 mai au 30 août 2009, à bord de deux avions Cessna 208B Caravan immatriculés C-GNCA et C-GFAV ainsi qu'un avion Cessna 404 Titan immatriculé C-FYAU. L'espacement nominal des lignes de vol était de 200 m et celui des lignes de contrôle de 120 m, alors que l'altitude nominale de vol était de 80 m au-dessus du sol et que la vitesse était de 200 à 270 km/h. Les lignes de vol étaient orientées à 045° et les lignes de contrôle leur étaient perpendiculaires. 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 à l'aide d'un spectromètre gamma Exploranium GR820 utilisant dix (C-GFAV et C-FYAU) ou quatorze (C-GNCA) cristaux de NaI (Ti) de 102 x 102 x 406 mm. Le principal réseau de capteurs se composait de huit (C-GFAV et C-FYAU) ou douze (C-GNCA) cristaux (volume total de 33,6 et 50,4 litres respectivement). Deux cristaux (volume total de 8,4 litres), protégés par le réseau principal, ont été utilisés pour détecter 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 et 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 d'après les photons gamma émis par des produits de filiation ( $Ba^{138}$  pour l'uranium et  $Pb^{214}$  pour le thorium). Bien que ces radionucléides de filiation 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 4U et 4Th. 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 1 660 à 1 860 keV et le rayonnement à des énergies supérieures à 3 000 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 du rayonnement cosmique, de la radioactivité de l'air 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 137,63 cps/μg, 16,60 cps/μg, et 7,57 cps/μg pour C-GNCA; 79,86 cps/μg, 7,32 cps/μg, et 4,18 cps/μg pour C-FYAU; et 91,10 cps/μg, 10,16 cps/μg, et 4,92 cps/μg pour C-GFAV.

Un filtre a été appliqué aux données corrigées, qui ont ensuite été interpolées suivant une grille à maille de 50 m. Les résultats d'un levé aérien de spectrométrie gamma représentent les concentrations moyennes des éléments à la surface, lesquelles sont influencées par la proportion relative de l'étendue des affleurements, du mort-terrain, de couverture végétale et d'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 déterminé d'après les coups mesurés dans la plage de 400 à 2 810 keV.

#### Données sur le champ magnétique

Le champ magnétique a été échantillonné 10 fois par seconde à l'aide d'un magnétomètre à vapeur de césium à faisceau partagé (sensibilité = 0,005 nT) rigide fixé à l'aéronef. Les différences de valeur du champ magnétique aux intersections des lignes de contrôle et des lignes de levé ont été analysées par ordinateur afin d'obtenir un jeu de données sur le champ magnétique mutuellement nivelées sur les lignes de vol. Ces valeurs nivelées ont ensuite été interpolées suivant une grille à maille de 50 m. Le champ géomagnétique international de référence International Geomagnetic Reference Field (IGRF) défini à l'altitude moyenne de 632 m au-dessus de la mer fournit par les données GPS pour l'année 2009,5 a été soustrait. La soustraction de l'IGRF, qui représente le champ magnétique du noyau terrestre, fournit une composante résiduelle essentiellement reliée à la magnétisation de la croûte terrestre.

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'isogamme de valeur zéro et des contacts verticaux aux hautes latitudes magnétiques (Hood, 1965).

#### Références

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

A quantitative gamma-ray spectrometric and aeromagnetic airborne geophysical survey was completed by Fugro Airborne Surveys over Schefferville, over areas located in Newfoundland and Labrador and Québec. The survey was flown from May 24th to Aug 30th, 2009 using two Cessna 208B Caravan aircraft (C-GNCA and C-GFAV) and one Cessna 404 Titan aircraft (C-FYAU). The nominal traverse and control line spacings were, respectively, 200 m and 120 m, and the aircraft flew at a nominal terrain clearance of 80 m at an air speed between 200 and 270 km/h. Traverse lines were oriented 045° with orthogonal control lines. 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 an Exploranium GR820 gamma-ray spectrometer using ten (C-GFAV and C-FYAU) or fourteen (C-GNCA) 102 x 102 x 406 mm NaI (Ti) crystals. The main detector array consisted of eight (C-GFAV and C-FYAU) or twelve (C-GNCA) crystals, total volume 33.6 litres and 50.4 litres, respectively. Two crystals on all aircraft (total volume 8.4 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 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 ( $Ba^{138}$  for uranium and  $Pb^{214}$  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. 4U and 4Th. 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 radon 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, Québec calibration range. The factors for potassium, uranium, and thorium were, respectively, 137.63 cps/μg, 16.60 cps/μg, and 7.57 cps/μg for C-GNCA; 79.86 cps/μg, 7.32 cps/μg, and 4.18 cps/μg for C-FYAU, and 91.10 cps/μg, 10.16 cps/μg, and 4.92 cps/μg for C-GFAV.

Corrected data were filtered and interpolated to a 50 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 rate in nanograys per hour was produced from measured counts between 400 and 2810 keV.

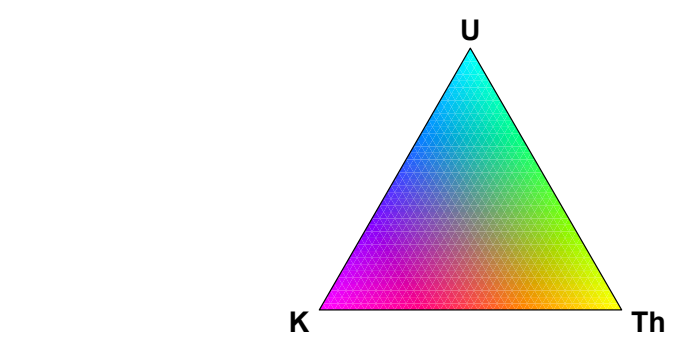
#### Magnetic Data

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-analysed to obtain a mutually levelled set of flightline magnetic data. The levelled values were then interpolated to a 50 m grid. The International Geomagnetic Reference Field (IGRF) defined at the average GPS altitude of 632 m above sea level for the year 2009.5 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 is the rate of change 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 closely spaced and superposed 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).

#### Références

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



#### SYMBOLS PLANIMÉTRIQUES

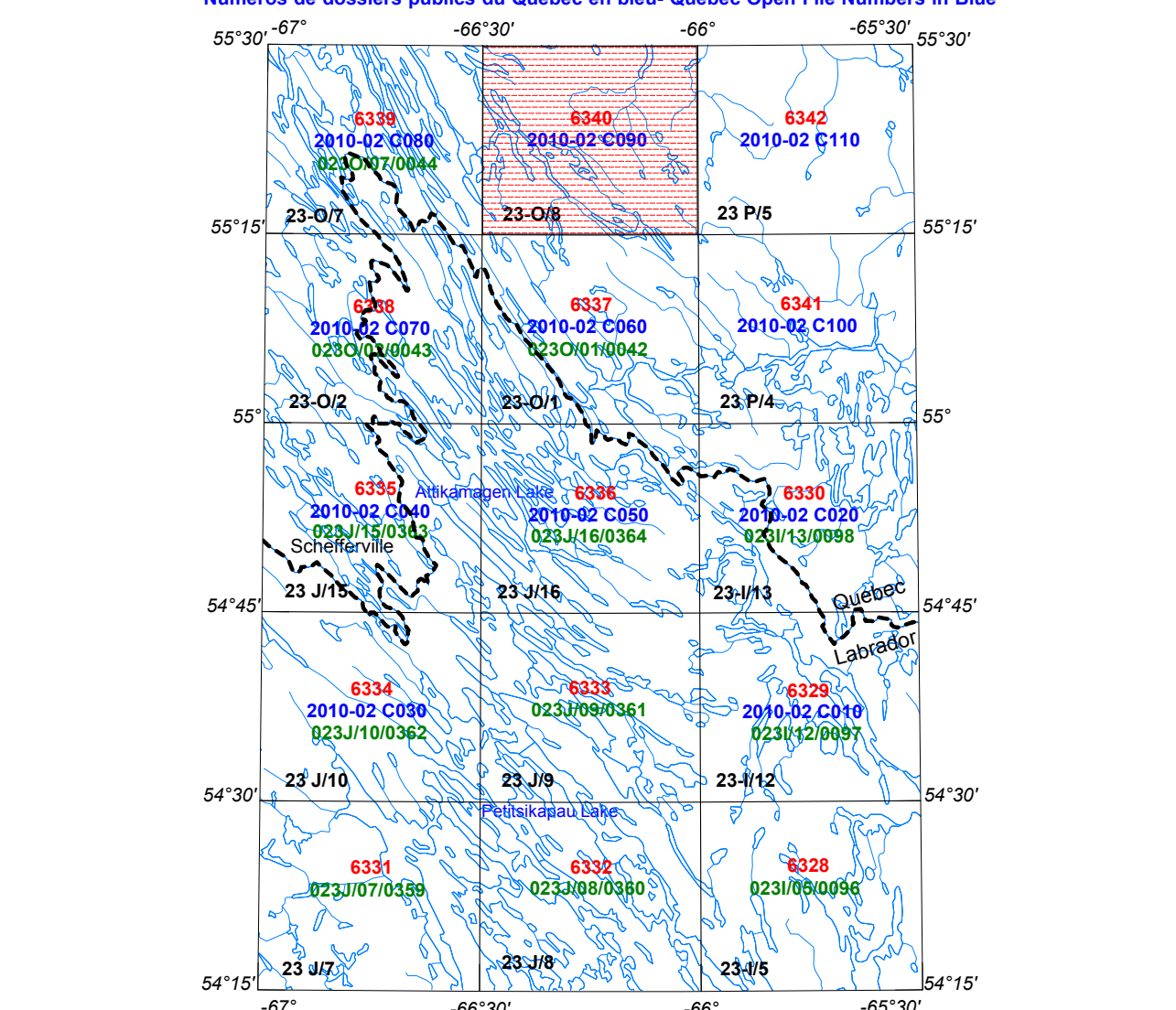
Routes.....  
Chemin de fer.....  
Ligne de transport d'énergie.....  
Drainage.....

#### PLANIMETRIC SYMBOLS

Roads.....  
Railway.....  
Power Line.....  
Drainage.....

Numéros de dossiers publics de la CGC en rouge: GSC Open File Numbers in Red  
Numéros de dossiers publics de Terre-Neuve et Labrador en vert: Newfoundland and Labrador Open File Numbers in Green

Numéros de dossiers publics du Québec en bleu: Quebec Open File Numbers in Blue



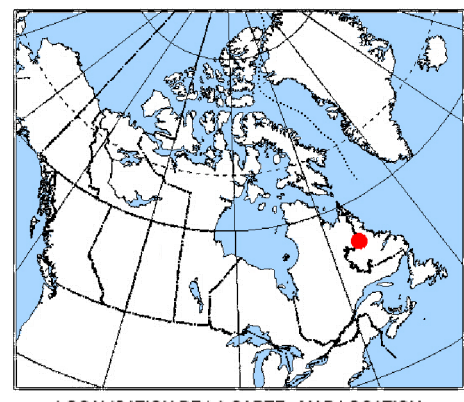
LEVÉ GÉOPHYSIQUE DU LAC ATTIKAMAGEN RÉGION DE SCHEFFERVILLE  
LAKE ATTIKAMAGEN GEOPHYSICAL SURVEY SCHEFFERVILLE REGION

SOMMAIRE DES FEUILLETS / MAP SHEET SUMMARY	
CGC Feuille GSC Sheet	CARTE / MAP
1. Taux d'absorption naturel des rayons gamma dans l'air Natural Air Absorbed Dose Rate	
2. Potassium	
3. Uranium	
4. Thorium	
5. Uranium / Thorium	
6. Uranium / Potassium	
7. Thorium / Potassium	
8. Diagramme ternaire des radionucléides Ternary Radioelement Map	
9. Composante résiduelle du champ magnétique total Residual Total Magnetic Field	
10. Dérivée première verticale du champ magnétique First Vertical Derivative of the Magnetic Field	

DOSSIER PUBLIC OPEN FILE	
6340	
COMMISSION GÉOLOGIQUE DU QUÉBEC GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA	
2010	
FEUILLET 8 DE 10 SHEET 8 OF 10	
Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec	
DP 2010-02 C090	

Les dossiers publics sont des produits qui sont mis à disposition pour être utilisés dans le processus de publication de la CGC.

Open files are products that are not disseminated through the GSC formal publication process.



Notation bibliographique conseillée:  
Dumont, R., Fortin, R., Hefford, S., Dostaler, F., 2010.  
Série des cartes géophysiques: SNRC 23-O/8.  
Levé géophysique du lac Attikamagen région de Schefferville:  
Commission géologique du Québec, Dossier public 6340.  
Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, DP 2010-02, échelle 1:50 000.

Recommended citation:  
Dumont, R., Fortin, R., Hefford, S., Dostaler, F., 2010.  
Geophysical Series, NTS 23-O/8.  
Lake Attikamagen Geophysical Survey Schefferville Region:  
Geological Survey of Canada, Open File 6340.  
Natural Resources Canada, DP 2010-02, scale 1:50,000.