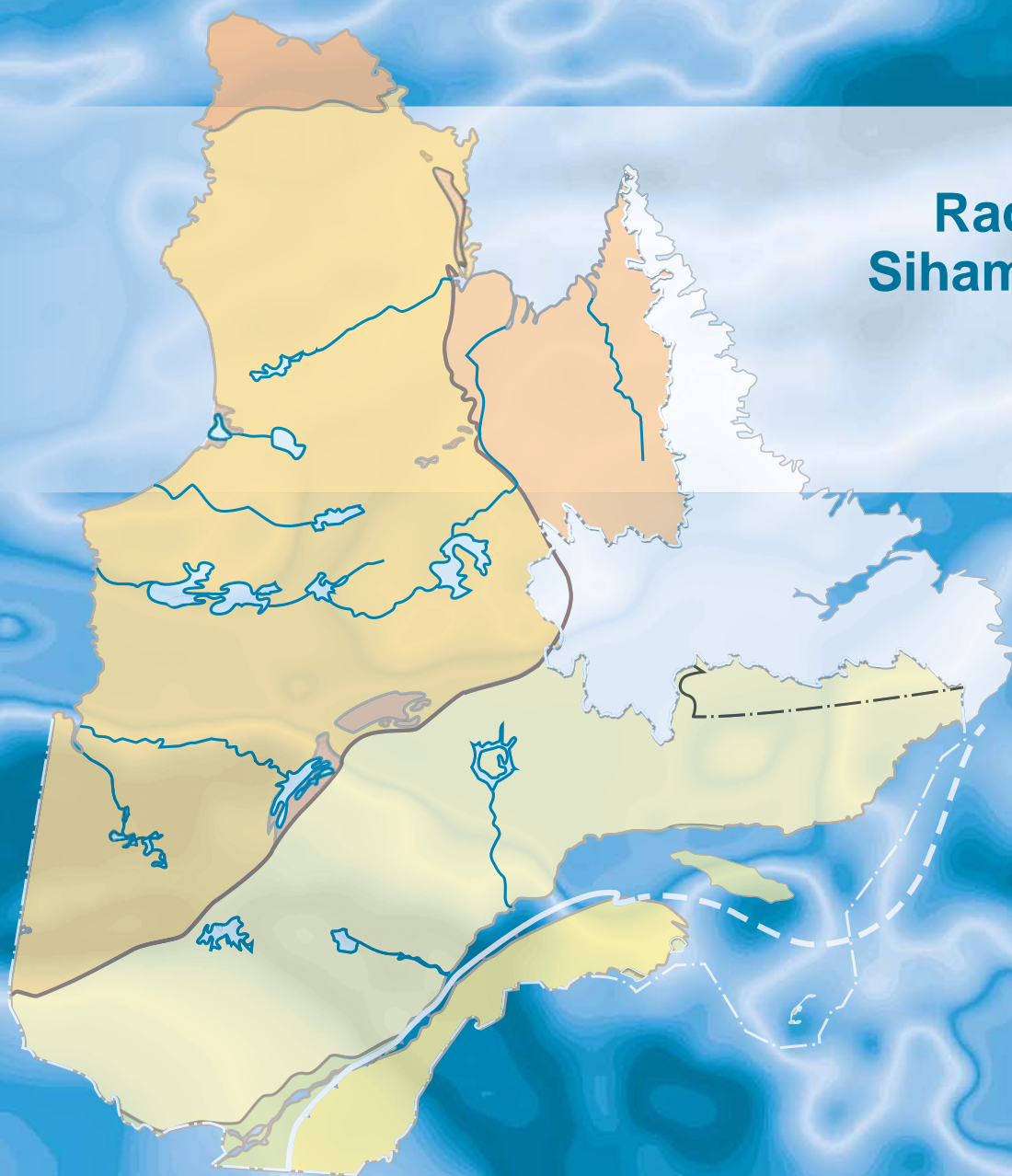


# Levé magnétique et spectrométrique aéroporté dans le secteur de la rivière Laflau sur la côte nord-ouest de la baie d'Ungava

Rachid Intissar  
Siham Benahmed

DP 2016-01



# Levé magnétique et spectrométrie aéroporté dans le secteur de la rivière Laflau sur la côte nord-ouest de la baie d'Ungava

Rachid Intissar et Siham Benahmed (MERN)

DP 2016-01

## INTRODUCTION

---

Dans le but de cibler des secteurs stratégiques propices à des travaux d'exploration minérale, Géologie Québec a réalisé durant l'été 2015 deux nouveaux levés géophysiques adjacents dans les secteurs des rivières Arnaud et Laflau sur la côte NW de la baie d'Ungava, à la limite des provinces géologiques du Supérieur (Domaine de Douglas Harbour) et de Churchill (orogènes du Nouveau-Québec et de l'Ungava, Complexe structural de Diana). Le présent rapport traite du levé situé dans le secteur de la rivière Laflau, à l'est des villages nordiques de Quaqaq et Kangiqsujuaq (figure 1; présent rapport et Benahmed et Intissar, 2015).

Le levé magnétique et de spectrométrie du rayonnement gamma présenté dans ce document, couvre en partie ou en totalité 28 feuillets SNRC à l'échelle 1/50 000 (figure 2). Il vise à offrir une couverture géophysique de grande qualité dans une région qui comprend plusieurs secteurs très peu explorés. Une série de dix cartes ont été produites pour le secteur d'intérêt, soit les cartes présentant la composante résiduelle du champ magnétique total, la première dérivée du champ magnétique total résiduel, le taux d'absorption naturel des rayons gamma dans l'air, le potassium (K), l'équivalent uranium (éqU), l'équivalent thorium (éqTh), le rapport éqU/éqTh, le rapport éqU/K, le rapport éqTh/K et l'image ternaire des radioéléments. La liste des cartes disponibles est présentée au tableau 1. Les données numériques, incluant les mailles et les bases de données en format Geosoft, sont également disponibles et peuvent être commandées sous l'item « Autres données numériques » à partir du produit « E-Sigeom (Examine) », à l'adresse suivante : <http://sigeom.mines.gouv.qc.ca>.

## MÉTHODOLOGIE

---

Le présent levé a été exécuté par Sander Geophysics Ltd. entre le 28 juin et le 29 juillet 2015. Deux avions de type Cessna 208B immatriculés C-GSGV et C-GSGZ ont été utilisés. L'espacement nominal des traverses était de 300 m et celui des lignes de contrôle, de 2000 m. Les aéronefs volaient à une hauteur nominale de 80 m au-dessus du sol. Les traverses étaient orientées E-W (latitude constante), perpendiculaires aux lignes de contrôle (longitude constante). La trajectoire de vol a été restituée par l'application, après le vol, de corrections différentielles aux données brutes du système GPS.

### Données magnétiques

Les avions étaient équipés d'un magnétomètre à vapeur de césium à faisceau partagé (sensibilité de 0,005 nT) installé dans la poutre de queue. Le levé a suivi une surface de vol prédéterminée afin de minimiser les différences du champ magnétique total mesuré aux intersections des lignes de contrôle et des traverses. Ces différences ont été analysées afin d'obtenir un jeu de données du champ magnétique total nivelées le long de chaque traverse. Ces valeurs nivelées ont ensuite été interpolées suivant un quadrillage ayant une maille de 75 m. Afin d'obtenir la composante résiduelle, nous avons soustrait de ces données le champ géomagnétique international de référence (IGRF) défini à une altitude de 424 m par rapport à l'ellipsoïde WGS 84 en date du 17 juillet 2015. La composante résiduelle est essentiellement reliée à l'aimantation de la croûte terrestre.

La dérivée première verticale du champ magnétique total résiduel représente le taux de variation du champ magnétique total résiduel suivant la verticale. Le calcul de la dérivée première verticale supprime les composantes de grande longueur d'onde du champ magnétique total résiduel et améliore considérablement la résolution des anomalies plus faibles, rapprochées ou superposées. L'une des propriétés intéressantes des cartes de la dérivée première verticale est la coïncidence entre la courbe de niveau zéro et les contacts géologiques verticaux dans les secteurs situés aux hautes latitudes magnétiques. La valeur de la dérivée première verticale a été calculée directement de la grille du champ magnétique total résiduel en utilisant les transformées de Fourier (FFT).

### **Cibles d'exploration diamantifères déterminées à partir des données magnétiques**

Des cibles pouvant représenter des cheminées verticales de kimberlite ont été identifiées à partir des anomalies magnétiques plus ou moins circulaires sur la carte du champ magnétique total résiduel. Le processus d'identification de ces anomalies fait intervenir un algorithme mis au point par Keating (1995) qui modélise un cylindre vertical d'une longueur infinie et d'un rayon connu (figure 3). Les paramètres utilisés dans ce modèle sont donnés au tableau 2. Les anomalies magnétiques modélisées présentant un coefficient de corrélation supérieur à 0,90 en valeur absolue sont présentées sur les cartes de la dérivée première verticale par des cercles dont le rayon est proportionnel au coefficient de corrélation. Les coefficients de corrélation négatifs signalent une aimantation inverse, une situation fréquemment observée pour les cheminées kimberlitiques des Territoires du Nord-Ouest (Keating et Sailhac, 2004). Les paramètres du cylindre sont choisis en fonction de la dimension de la maille (75 m) de façon à ce que la réponse modélisée soit de dimension semblable à celle de la fenêtre d'analyse (600 m ou 9 cellules). La dimension de la fenêtre doit être suffisante pour que la corrélation soit statistiquement significative. Dans ces conditions, le plus petit corps pouvant être modélisé est un cylindre de 200 m de diamètre.

### **Données de spectrométrie gamma**

Les lectures du rayonnement gamma ont été effectuées à l'aide d'un spectromètre gamma RS-500 de Radiation Solutions utilisant comme capteur des cristaux de NaI d'un volume de 4,2 litres. Le volume total de cristaux orientés vers le bas était de 33,6 litres, tandis que le volume total de cristaux orientés vers le haut était de 8,4 litres. Ces derniers ont été utilisés pour la correction liée au rayonnement cosmique et pour la mesure des variations du rayonnement naturel causées par le radon atmosphérique. Ce système intègre les réponses individuelles des cristaux de NaI(Tl) pour constituer 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.

L'abondance du potassium mesuré par le spectromètre est proportionnelle au nombre de photons gamma de 1460 keV émis par le  $^{40}\text{K}$ , tandis que la quantité d'uranium et de thorium est estimée indirectement en utilisant les photons gamma émis par leurs produits de filiation ( $^{214}\text{Bi}$  pour l'uranium et  $^{208}\text{Tl}$  pour le thorium). Les plages d'énergie utilisées pour doser le potassium, l'uranium et le thorium sont respectivement : de 1370 à 1570 keV, de 1660 à 1860 keV et de 2410 à 2810 keV.

Les spectres du rayonnement gamma ont été enregistrés à des intervalles d'une seconde. Les comptes obtenus à l'aide des cristaux orientés vers le haut ont été intégrés dans la fenêtre de 1660 à 1860 keV pour la mesure du radon et dans la fenêtre de 3000 keV et plus pour la mesure des rayons cosmiques. Afin de réduire le bruit statistique, un filtre appelé NASVD (*Noise Adjusted Singular Value Decomposition*; Hovgaard et Grasty, 1997) a été appliqué sur les lectures du compte total, du potassium, de l'uranium et du thorium. Toutes les mesures ont été corrigées pour l'influence du rayonnement cosmique, de la radioactivité de l'aéronef et des produits de désintégration du radon atmosphérique. Les données ont ensuite été corrigées pour tenir compte de la diffusion spectrale dans le sol, l'air et les capteurs. Le traitement s'est poursuivi par des corrections visant à compenser les effets produits par les variations de la hauteur de vol, de la température et de la pression avant que les données soient converties en concentration équivalente au sol. Ces différentes corrections ont été appliquées en utilisant les paramètres définis lors des vols d'étalonnage réalisés au-dessus du site de Breckenridge.

Les concentrations des différents radioéléments ont ensuite été interpolées suivant une grille ayant une maille de 75 mètres. Les rapports  $\text{eqU}/\text{eqTh}^1$ ,  $\text{eqU}/\text{K}$  et  $\text{eqTh}/\text{K}$  furent finalement calculés à partir de ces grilles tout en réduisant au minimum les erreurs statistiques.

1 L'emploi du terme **équivalent** (eq) est utilisé pour les concentrations d'uranium et de thorium. Ces concentrations (en poids) sont déterminées indirectement d'après leurs produits de filiation ( $^{214}\text{Bi}$  et  $^{208}\text{Tl}$  respectivement) qui sont censés être à l'équilibre avec l'isotope parent. La concentration de potassium est déterminée directement à partir du signal du  $^{40}\text{K}$  (IAEA, 1991).

## RÉFÉRENCES

---

- BENAHMED, S. – INTISSAR, R., 2015 – Levé magnétique et spectrométrie aéroporté dans le secteur de la rivière Arnaud, côte nord-ouest de la baie d'Ungava. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; DP 2015-08, 8 pages, 10 plans, données numériques.
- BENAHMED, S. – INTISSAR, R. – THÉRIAULT, R., 2015 – Levé magnétique et spectrométrie aéroporté dans le secteur de la rivière Buron, côte ouest de la baie d'Ungava. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; DP 2015-02, 9 pages, 200 plans, données numériques.
- D'AMOURS, I. – INTISSAR, R., 2012a – Levé magnétique et spectrométrie aéroporté dans le secteur du lac Lemoyne, Province de Churchill. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; DP 2011-06, 8 pages, 200 plans, données numériques.
- D'AMOURS, I. – INTISSAR, R., 2012 b – Levé magnétique et spectrométrie aéroporté dans le secteur de la rivière Koksoak, Province de Churchill. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; DP 2011-07, 8 pages, 180 plans, données numériques.
- D'AMOURS, I. – INTISSAR, R., 2013a – Levé magnétique et spectrométrie aéroporté dans le secteur du lac Romanet, Province de Churchill. Ministère des Ressources naturelles, Québec; DP 2013-02, 9 pages, 280 plans, données numériques.
- D'AMOURS, I. – INTISSAR, R., 2013 b – Levé magnétique et spectrométrie aéroporté dans le secteur de la rivière à la Baleine, Province de Churchill. Ministère des Ressources naturelles, Québec; DP 2013-03, 9 pages, 170 plans, données numériques.
- DEVEAU, S. W. – MCKINNON-MATTHEWS, J. – HARRIS, B. – STOLLENWERK, M. – DOHERTY, M. – MCCALL, L., 2001 – The 2000-2001 Exploration Program on the Quebec 7 property. WMC International, rapport statutaire déposé au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; GM 59375, 1326 pages, 11 plans, données numériques.
- DUMONT, R., 2009 – Levé aéromagnétique haute résolution à l'est de Schefferville. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; DP 2009-04, 96 pages, 7 plans, données numériques.
- DUMONT, R. – DOSTALER, F., 2010 – Séries des cartes géophysiques, parties des SNRC 24K et 24L, Levé magnétique aéroporté de la région de la Baie d'Ungava, Québec. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; DP 2010-08, 6 pages, 2 plans, données numériques.
- DUMONT, R. – FORTIN, R. – HEFFORD, S. – DOSLATER, F., 2010a – Série des cartes géophysiques, parties des SNRC 13 L, 13 M, 23-I, 23 J, 23-O, 23 P, Levés géophysiques lac Ramusio et lac Attikamagen région de Schefferville. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; DP 2010-07, 6 pages, données numériques.
- DUMONT, R. – FORTIN, R. – HEFFORD, S. – DOSLATER, F., 2010 b – Série des cartes géophysiques, parties des SNRC 23-I, 23 J, 23-O et 23 P, Levé géophysique lac Attikamagen, région de Schefferville. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; DP 2010-02, 6 pages, données numériques.
- DUMONT, R. – FORTIN, R. – HEFFORD, S. – DOSLATER, F., 2010c – Série des cartes géophysiques, parties des SNRC 13 L, 13 M, 23-I et 23 P, Levé géophysique lac Ramusio, région de Schefferville. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; DP 2010-01, 6 pages, données numériques.
- DUMONT, R. – JONES, A., 2012a – Levé aéromagnétique de la région du Batholithe de Mistastin, parties des SNRC 13M, 14D, 23P et 24A, Québec et Terre-Neuve-et-Labrador. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; DP 2012-05, 6 pages, 30 plans, données numériques.
- DUMONT, R. – JONES, A., 2012 b – Levé radio-gravimétrique et magnétique de la région du lac Strange, SNRC 24A/8, Québec et Terre-Neuve-et-Labrador. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; DP 2012-06, 6 pages, 4 plans, données numériques.
- HOVGAARD, J. – GRASTY, R.L., 1997 – Reducing statistical noise in airborne gamma-ray data through spectral component analysis. *In* : Proceeding of Exploration 97: Fourth Decennial International Conference on Mineral Exploration (Gubins, A.G., editor). Prospectors and Developers Association of Canada; pages 753-764.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 1991 – Airborne Gamma Ray Spectrometer surveying. IAEA; Technical Reports Series no 323, 97 pages.
- INTISSAR, R. – BENAHMED, S. – THÉRIAULT, R., 2015 – Levé magnétique et spectrométrie aéroporté dans le secteur de la rivière Brochant, côte ouest de la baie d'Ungava. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; DP 2015-01, 9 pages, 210 plans, données numériques.
- INTISSAR, R. – BENAHMED, S. – D'AMOURS, I., 2014a – Levé magnétique et spectrométrie aéroporté dans le secteur sud de la rivière George, partie sud-est de la Province de Churchill. Ministère des Ressources naturelles, Québec; DP 2014-01, 9 pages, 250 plans, données numériques.
- INTISSAR, R. – BENAHMED, S. – D'AMOURS, I., 2014 b – Levé magnétique et spectrométrie aéroporté dans le secteur nord de la rivière George, partie sud-est de la Province de Churchill. Ministère des Ressources naturelles, Québec; DP 2014-02, 9 pages, 160 plans, données numériques.

INTISSAR, R. – BENAHMED, S. – D’AMOURS, I., 2014c – Levé magnétique et spectrométrique aéroporté dans la partie nord de l’Orogène de l’Ungava, Province de Churchill. Ministère des Ressources naturelles, Québec; DP 2014-03, 9 pages, 410 plans, données numériques.

KEATING, P., 1995 – A simple technique to identify magnetic anomalies due to kimberlite pipes. *Exploration and Mining Geology*; volume 4, pages 121-125.

KEATING, P. – SAILHAC, P., 2004– Use of the analytical signal to identify magnetic anomalies due to kimberlite pipes. *Geophysics*; volume 69, pages 180-190.

MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES DU CANADA – MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES DU QUÉBEC, 2001 – Données numériques du levé aéromagnétique des régions des lacs Minto-Vernon et Anuc. Ministère des Ressources naturelles, Québec; DP 2001-03, données numériques.

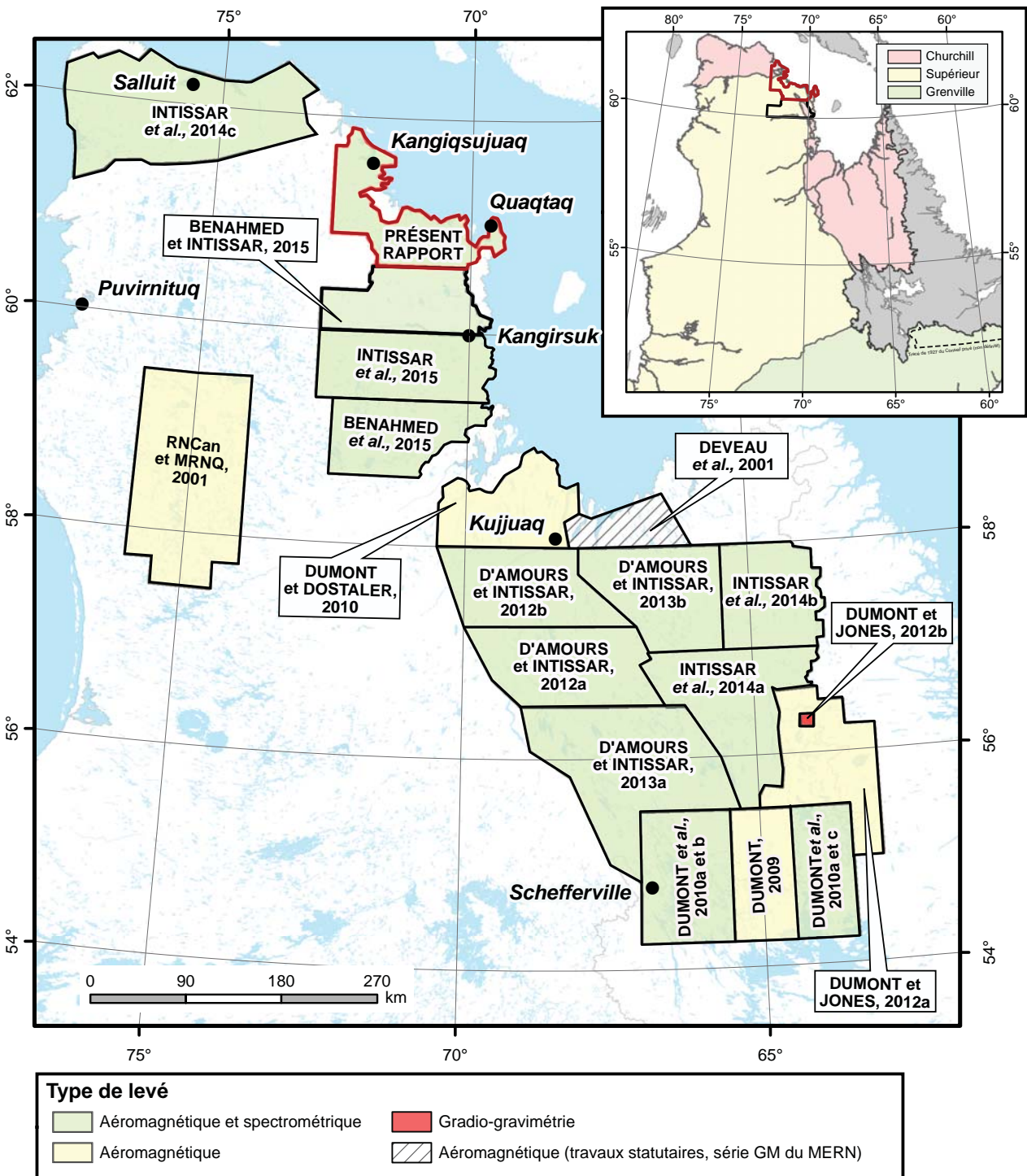


FIGURE 1 – Localisation du présent levé et des levés géophysiques récents dans le nord du Québec.

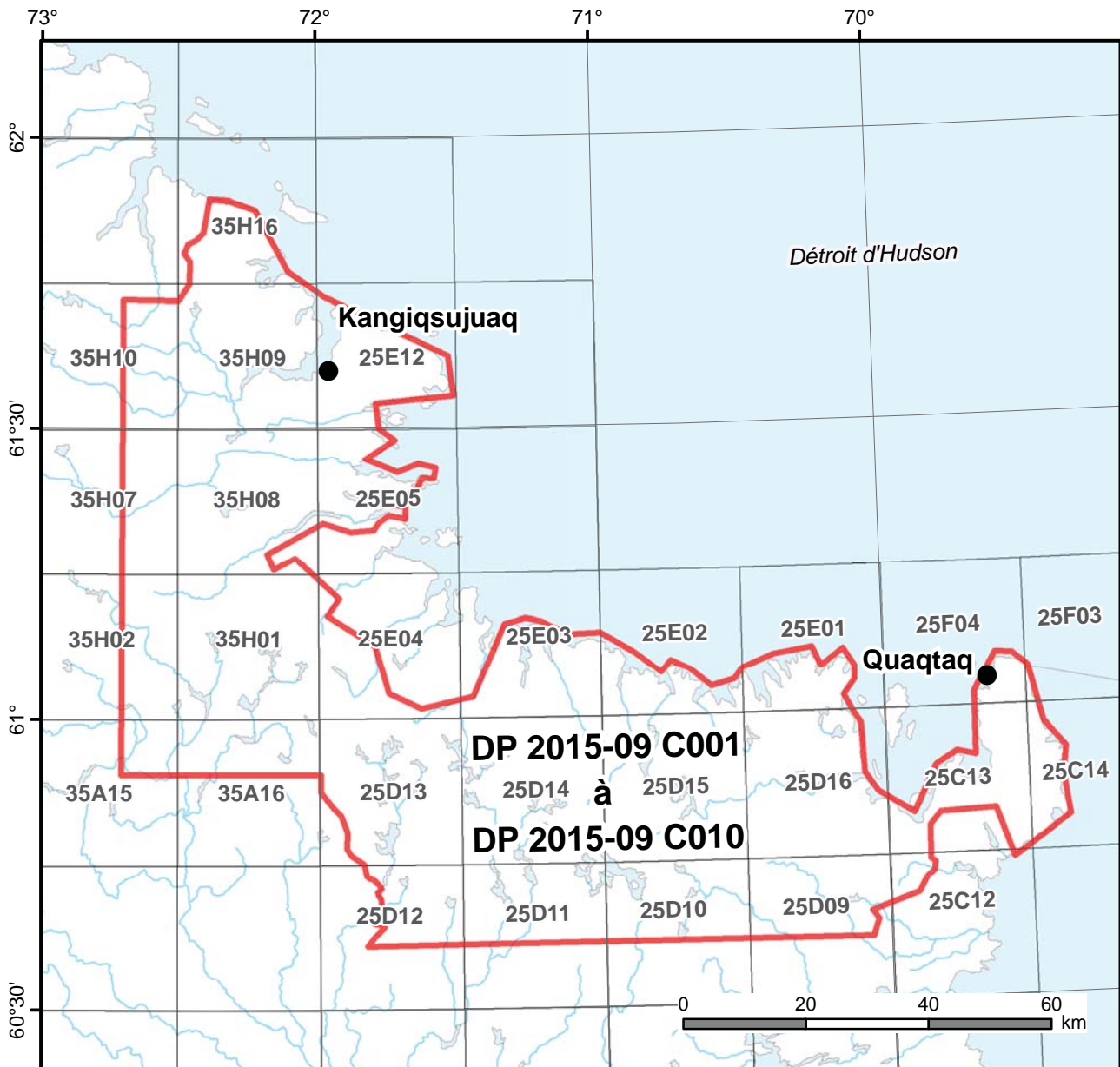


FIGURE 2 – Localisation et inventaire des cartes présentées dans ce rapport.

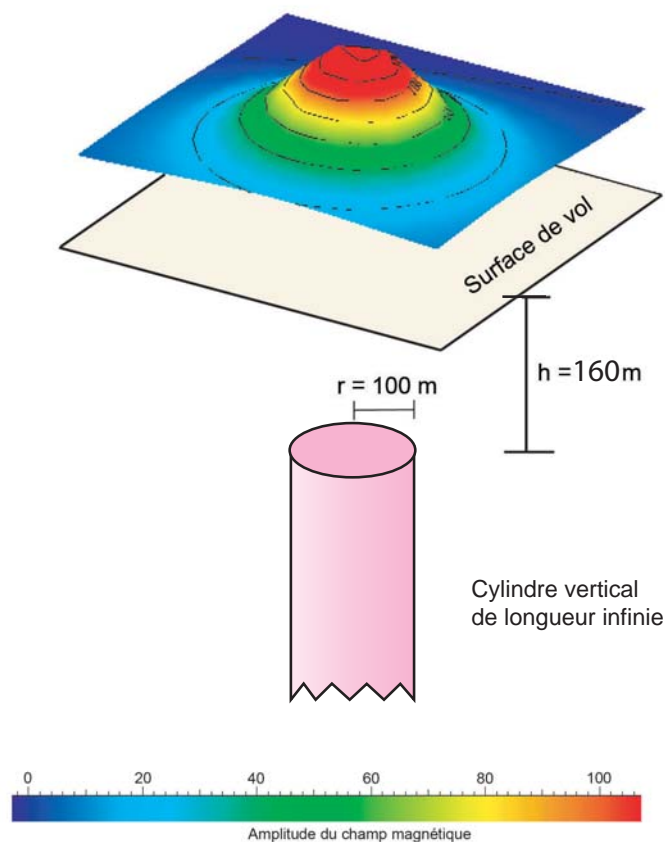


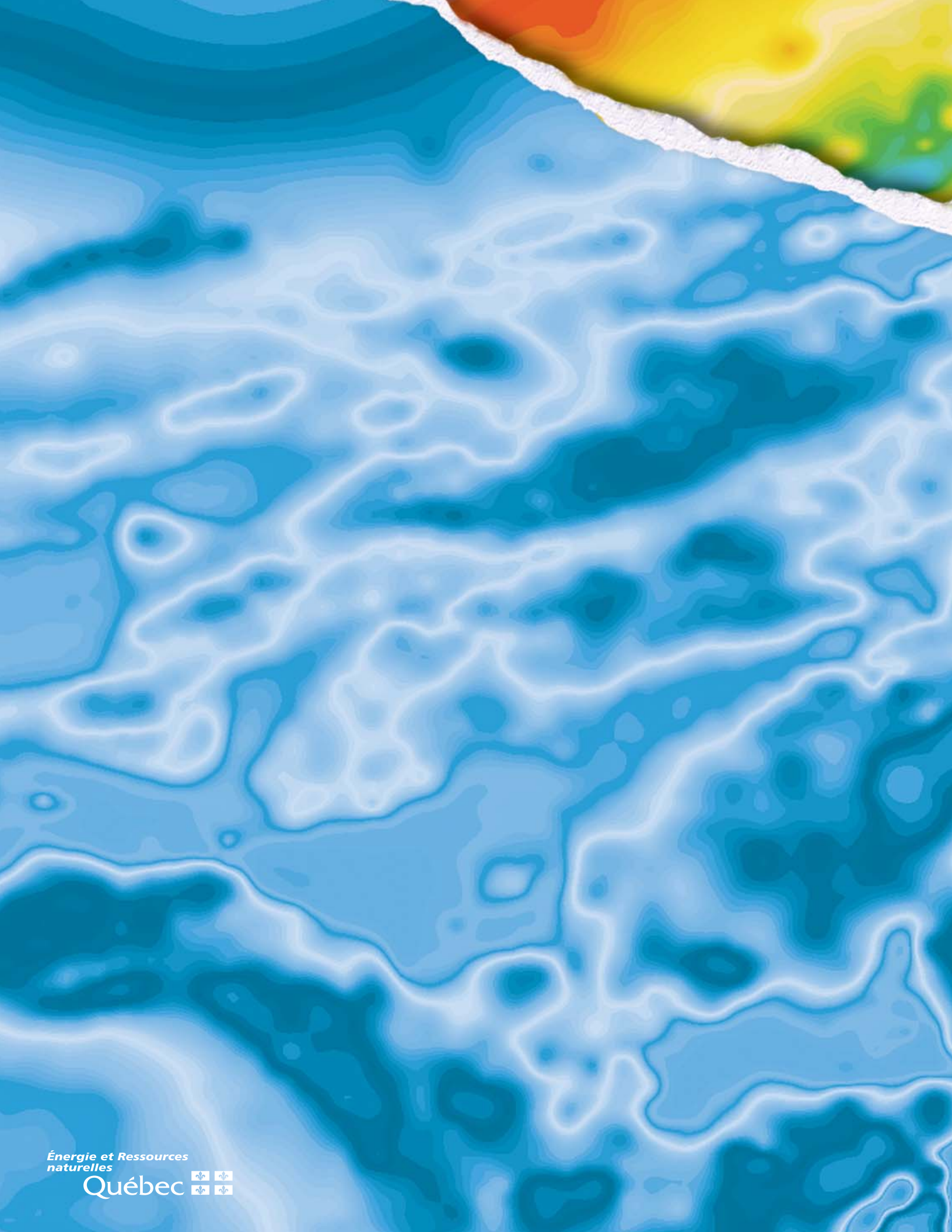
FIGURE 3 – Modèle théorique utilisé pour le calcul du coefficient de Keating (Keating, 1995).

TABLEAU 1 – Sommaire des numéros de cartes.

Produits cartographiques	Numéro de plan
Carte de la composante résiduelle du champ magnétique total	DP 2016-01 C001
Carte de la dérivée première verticale du champ magnétique total résiduel	DP 2016-01 C002
Carte du taux d'absorption naturelle des rayons gamma dans l'air	DP 2016-01 C003
Carte du potassium	DP 2016-01 C004
Carte de l'équivalent Uranium	DP 2016-01 C005
Carte de l'équivalent Thorium	DP 2016-01 C006
Carte du rapport $\text{eqU}/\text{eqTh}$	DP 2016-01 C007
Carte du rapport $\text{eqU}/\text{K}$	DP 2016-01 C008
Carte du rapport $\text{eqTh}/\text{K}$	DP 2016-01 C009
Carte de l'image ternaire des radioéléments	DP 2016-01 C010

TABLEAU 2 – Paramètres utilisés pour le calcul des coefficients de Keating.

Inclinaison magnétique	79,1°
Déclinaison magnétique	23,9° W
Intensité relative du champ magnétique total (kH)	100 nT
Distance au sommet du cylindre	160 mètres
Rayon du cylindre	100 mètres
Longueur du cylindre	infini (-1)
Coefficient de corrélation minimal	0,90 (90 %)
Dimension de la fenêtre	9 (9 X 9 cellules de maille)
	600 m
Filtre de lissage	2 passes



Énergie et Ressources  
naturelles

Québec 