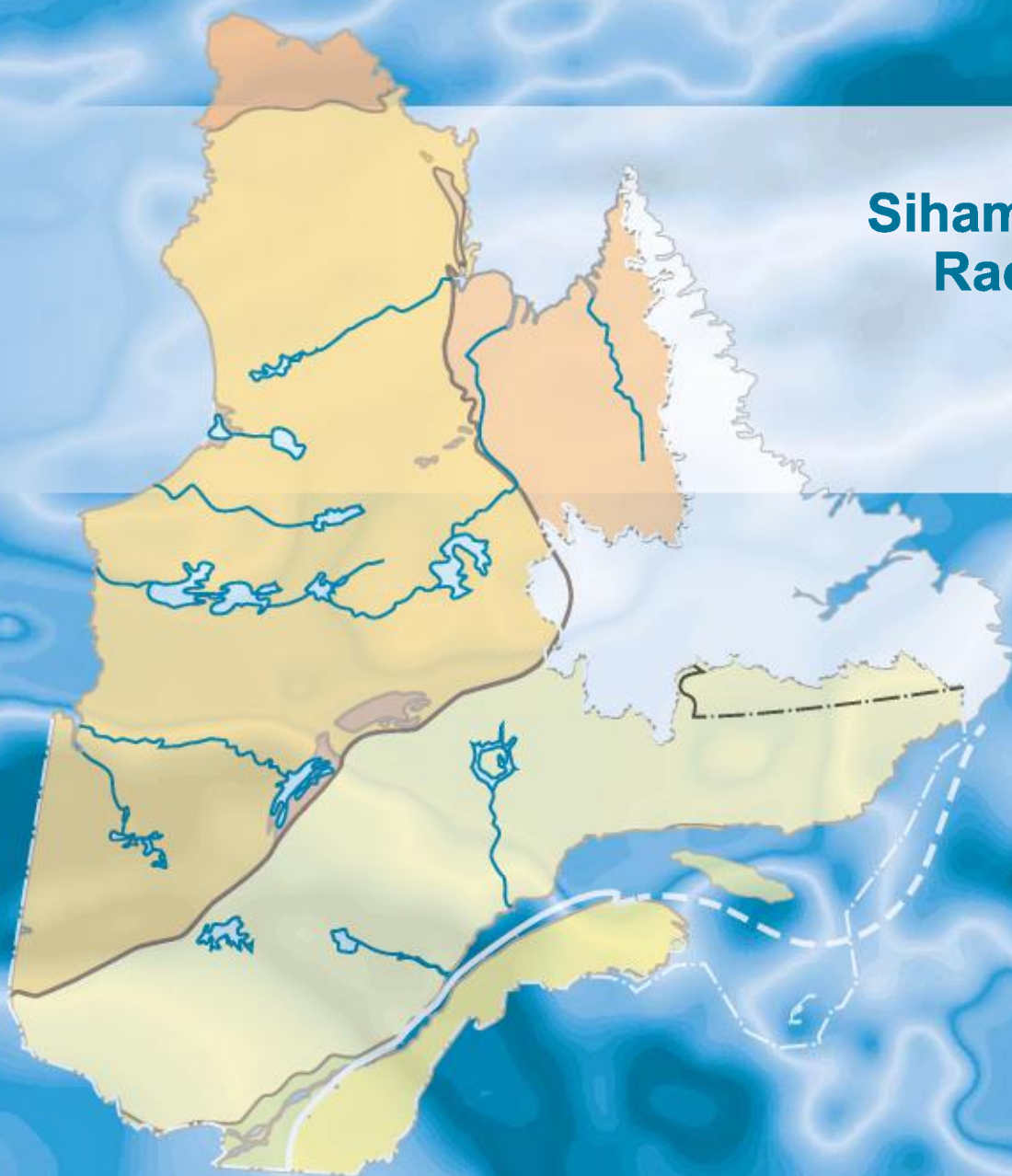


Levé magnétique et spectrométrique aéroporté dans le secteur de la rivière Arnaud, côte nord-ouest de la baie d'Ungava

**Siham Benahmed
Rachid Intissar**

DP 2015-08



Levé magnétique et spectrométrie aéroporté dans le secteur de la rivière Arnaud, côte nord-ouest de la baie d'Ungava

Siham Benahmed et Rachid Intissar (MERN)

INTRODUCTION

Dans le but de cibler des secteurs stratégiques propices à l'exploration minérale, Géologie Québec a réalisé à l'été 2015 un levé magnétique et spectrométrie aéroporté dans le secteur de la rivière Arnaud, sur la côte nord-ouest de la Baie d'Ungava et à la limite des provinces géologiques du Supérieur et de Churchill (figure 1).

Le levé faisant l'objet de ce document couvre en totalité ou en partie 18 feuillets SNRC au 1/50 000 (figure 2). Il vise à offrir une couverture géophysique de grande qualité dans une région où les connaissances de la géologie et du potentiel minéral présentent des lacunes. Une série de dix cartes ont été produites pour le secteur d'intérêt soit la composante résiduelle du champ magnétique total, la dérivée première du champ magnétique total résiduel, le taux d'absorption naturel des rayons gamma dans l'air, le potassium, l'équivalent uranium (éqU), l'équivalent thorium (éqTh), le rapport $\text{éqU}/\text{éqTh}$, le rapport $\text{éqU}/\text{K}$, le rapport $\text{éqTh}/\text{K}$ et la carte de l'image ternaire des radioéléments. 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/signet/classes/I1102_indexAccueil?l=f

MÉTHODOLOGIE

La firme Géo Data Solutions GDS inc. a réalisé le levé entre le 10 juillet 2015 et le 19 août 2015. L'acquisition des données a nécessité l'utilisation de deux avions bimoteurs, dont un Piper Navajo immatriculé C-FQQB et un Beechcraft King Air A100 immatriculé C-FLRB. L'espacement nominal des traverses était de 300 m et celui des lignes de contrôle de 2000 m. L'aéronef volait 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 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. Pour obtenir la composante résiduelle, nous avons ensuite soustrait de ces données le champ géomagnétique international de référence (IGRF) défini à une altitude de 330 m en date du 30 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 de la courbe de niveau zéro et des contacts verticaux 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 de longueur infinie et de rayon connu (figure 3). Les paramètres utilisés dans ce modèle sont donnés au tableau 1. Les anomalies magnétiques modélisées présentant un coefficient de corrélation supérieur à 0,90 en valeur absolue sont présentées sur la carte 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 dans le cas des 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 comparable 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 de Radiation Solutions, modèle RS-500, utilisant comme capteur des cristaux de NaI de 4,2 litres. Le volume total des cristaux orientés vers le bas était de 33,6 litres, tandis que le volume des cristaux orientés vers le haut était de 8,4 litres. Ces derniers ont été utilisés pour la correction liée au rayonnement cosmique et aux 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 512 canaux en respectant une distribution de Poisson. La calibration des spectres est réalisée en comparant plusieurs pics gamma naturels aux spectres enregistrés.

Le potassium est mesuré directement d'après les photons gamma de 1460 keV émis par le ^{40}K , tandis que l'uranium et le thorium sont mesurés indirectement à partir des photons gamma produits par leurs produits de filiation (^{214}Bi pour l'uranium et ^{208}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. 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. Les effets produits par les variations de la hauteur de vol, de la température et de la pression atmosphérique ont été corrigés avant la conversion des données en concentration équivalente au sol. Ces 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 $\text{éqU}/\text{éqTh}^1$, $\text{éqU}/\text{K}$ et $\text{éqTh}/\text{K}$ furent finalement calculés à partir de ces grilles tout en réduisant au minimum les erreurs statistiques.

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

RÉFÉRENCES

- 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.
- 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, 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., 2012b – 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., 2013b – 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 cartes, 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, 4 pages, 34 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, 10 plans, données numériques.
- DUMONT, R. – FORTIN, R. – HEFFORD, S. – DOSLATER, F., 2010b – Série des cartes géophysiques, parties des SNRC 23-I, 23 J, 23-O, 23 P, Levés géophysiques lac Attikamagen, région de Schefferville. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; DP 2010-02, 6 pages, 110 plans, données numériques.
- DUMONT, R. – FORTIN, R. – HEFFORD, S. – DOSLATER, F., 2010c – Série des cartes géophysiques, parties des SNRC 13L, 13M, 23-I et 23 P, Levés géophysiques lac Ramusio, région de Schefferville. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; DP 2010-01, 6 pages, 80 plans, données numériques.
- DUMONT, R. – JONES, A., 2012a – Levé aéromagnétique de la région du Batholithe de Mistasin, 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., 2012b – 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.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 1991 – Airborne Gamma Ray Spectrometer surveying. IAEA-TECDOC-323, Vienna, 97 pages.
- INTISSAR, R. – BENAHMED, S., 2015 – Levé magnétique et spectrométrie aéroporté dans le secteur de la rivière Laffau sur la côte ouest de la Baie d'Ungava. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; DP 2015-09.
- 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., 2014b – 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 spectrométrie 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.

INTISSAR, R. – BENAHMED, S. – THÉRIAULT, R., 2015 – Levé magnétique et spectrométrie aéroporté dans le secteur de la rivière Brochant sur la côte ouest de la Baie d'Ungava. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; DP 2015-01, 9 pages, 200 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 numérique.

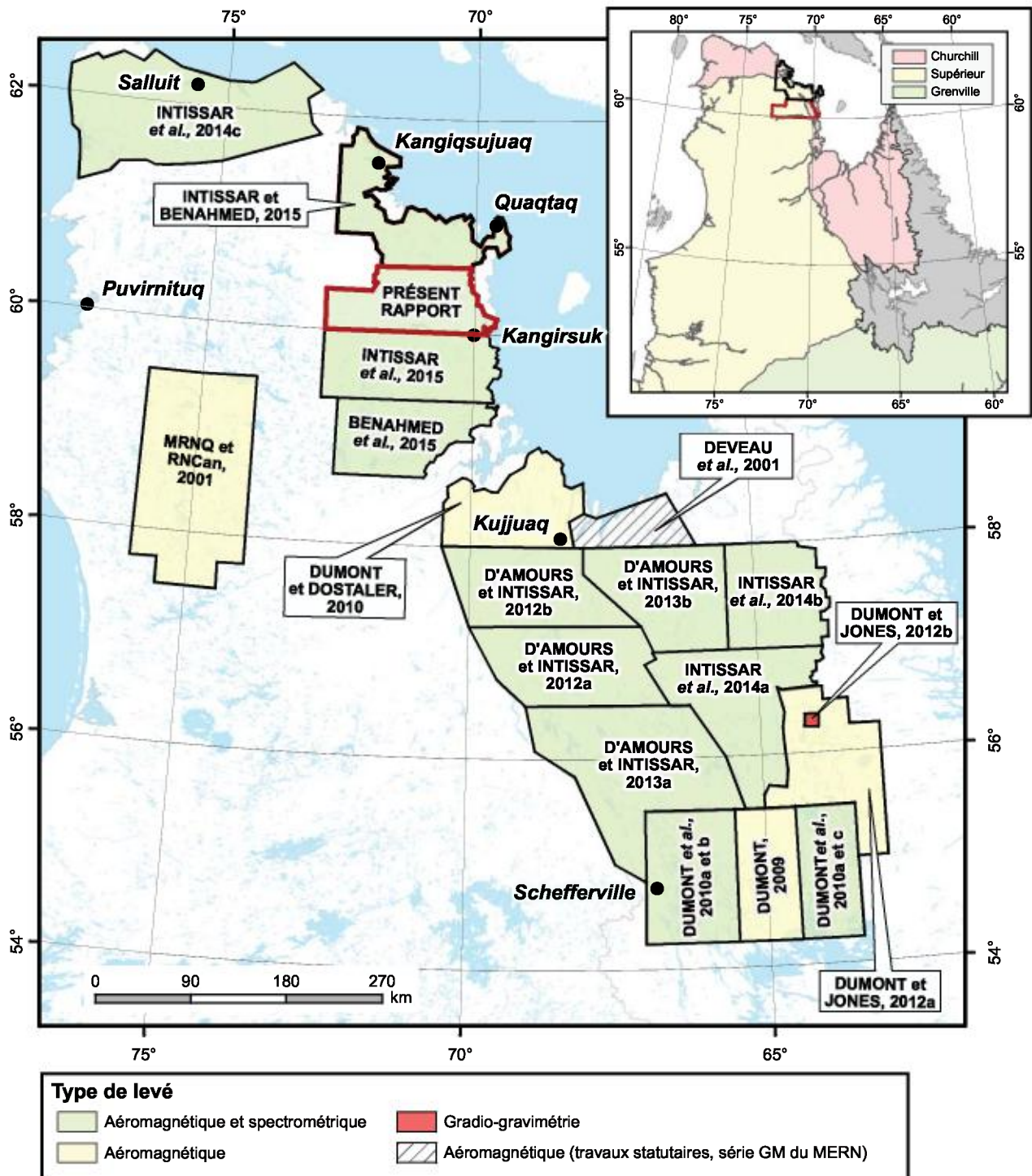


FIGURE 1 – Localisation du présent levé et des levés géophysiques récents dans la région.

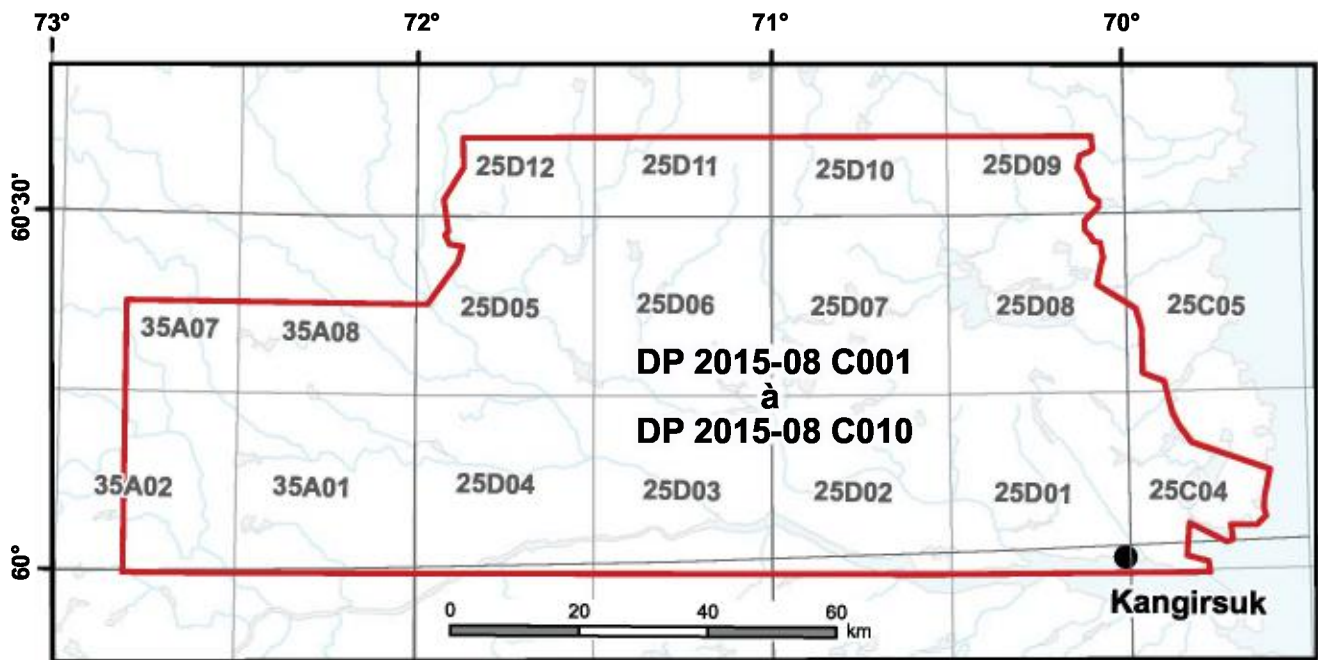


FIGURE 2 – Localisation et inventaire des cartes présentées dans ce rapport.

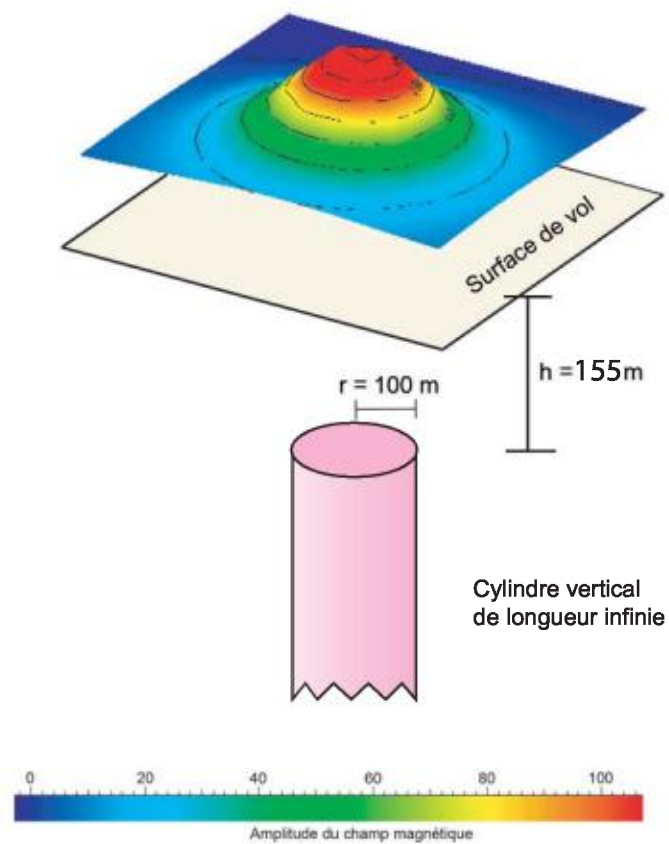


FIGURE 3 – Modèle théorique utilisé pour le calcul du coefficient de Keating (Keating, 1995).

TABLEAU 1 – Paramètres utilisés pour le calcul des coefficients de Keating (Keating, 1995).

Inclinaison magnétique	79,4°
Déclinaison magnétique	24,1° W
Intensité relative du champ magnétique total (kH)	100 nT
Distance au sommet du cylindre	155 m
Rayon du cylindre	100 m
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 