

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

**Rachid Intissar,
Siham Benahmed,
Robert Thériault**

DP 2015-01

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

Rachid Intissar, Siham Benahmed, Robert Thériault (MERN)

INTRODUCTION

Dans le but de cibler des secteurs stratégiques propices à des travaux d'exploration minérale, Géologie Québec a réalisé durant l'été 2014 deux nouveaux levés géophysiques dans les secteurs des rivières Brochant et Buron, à la limite des provinces géologiques du Supérieur et de Churchill (NW de la baie d'Ungava). Le présent rapport traite du levé situé dans le secteur de la rivière Brochant, sur la côte ouest de la baie d'Ungava (figure 1; présent rapport et Benahmed *et al.*, 2015).

Le levé magnétique et de spectrométrie du rayonnement gamma présenté dans ce document, couvre en partie ou en totalité 21 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. Pour chacun des feuillets levés, une série de 10 cartes est disponible soit : la composante résiduelle du champ magnétique total, la première dérivée du champ magnétique, le taux d'absorption naturel des rayons gamma dans l'air, le potassium, l'équivalent uranium (éqU), l'équivalent thorium (éqTh), le rapport éqU/éqTh, le rapport éqU/K, le rapport éqTh/K et la carte de 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-Sigcom (Examine)** », à l'adresse suivante : http://sigcom.mrn.gouv.qc.ca/signet/classes/I1102_indexAccueil?l=f

MÉTHODOLOGIE

Le présent levé a été exécuté par GEO DATA SOLUTIONS GDS Inc. entre le 22 juillet et le 5 septembre 2014. Deux avions bimoteurs ont été utilisés dont un Piper Navajo PA-31 immatriculé C-FQQB et un Piper Beechcraft KingAir 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 au-dessus du sol de 80 m. Les traverses étaient orientées E-W (latitude constante), perpendiculairement 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 utilisés 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 été effectué suivant une surface de vol prédéterminée afin de minimiser les différences du champ magnétique total mesurées 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. Le champ géomagnétique international de référence (IGRF), défini à une altitude de 278,56 m en date du 15 août 2014, a ensuite été soustrait. La soustraction de l'IGRF permet d'obtenir une composante résiduelle 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 représentant possiblement 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) et 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 (positif ou négatif) 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). Cette dernière doit être de dimension suffisante pour que la corrélation soit statistiquement significative. Considérant ces éléments, un cylindre de 200 m de diamètre est la plus petite dimension pouvant être utilisée pour ce levé.

Données de spectrométrie gamma

Les lectures du rayonnement gamma ont été effectuées à l'aide d'un spectromètre gamma de Radiation Solutions Inc., modèle RS-500, utilisant comme capteur des cristaux de NaI 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 associée au rayonnement cosmique et pour la mesure des variations du rayonnement naturel causées par le radon atmosphérique. Ce système compile, à partir des réponses individuelles des cristaux de NaI(Tl), 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 en utilisant les photons gamma émis par des produits de filiation (^{214}Bi pour l'uranium et ^{208}Tl pour le thorium). Les plages d'énergie utilisées pour mesurer 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 des variations 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 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 supposés être à l'équilibre avec les isotopes parents. La concentration de potassium est déterminée directement d'après ^{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.
- 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, 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., 2010b – 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., 2012b – Levé gradio-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. – 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.
- 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.

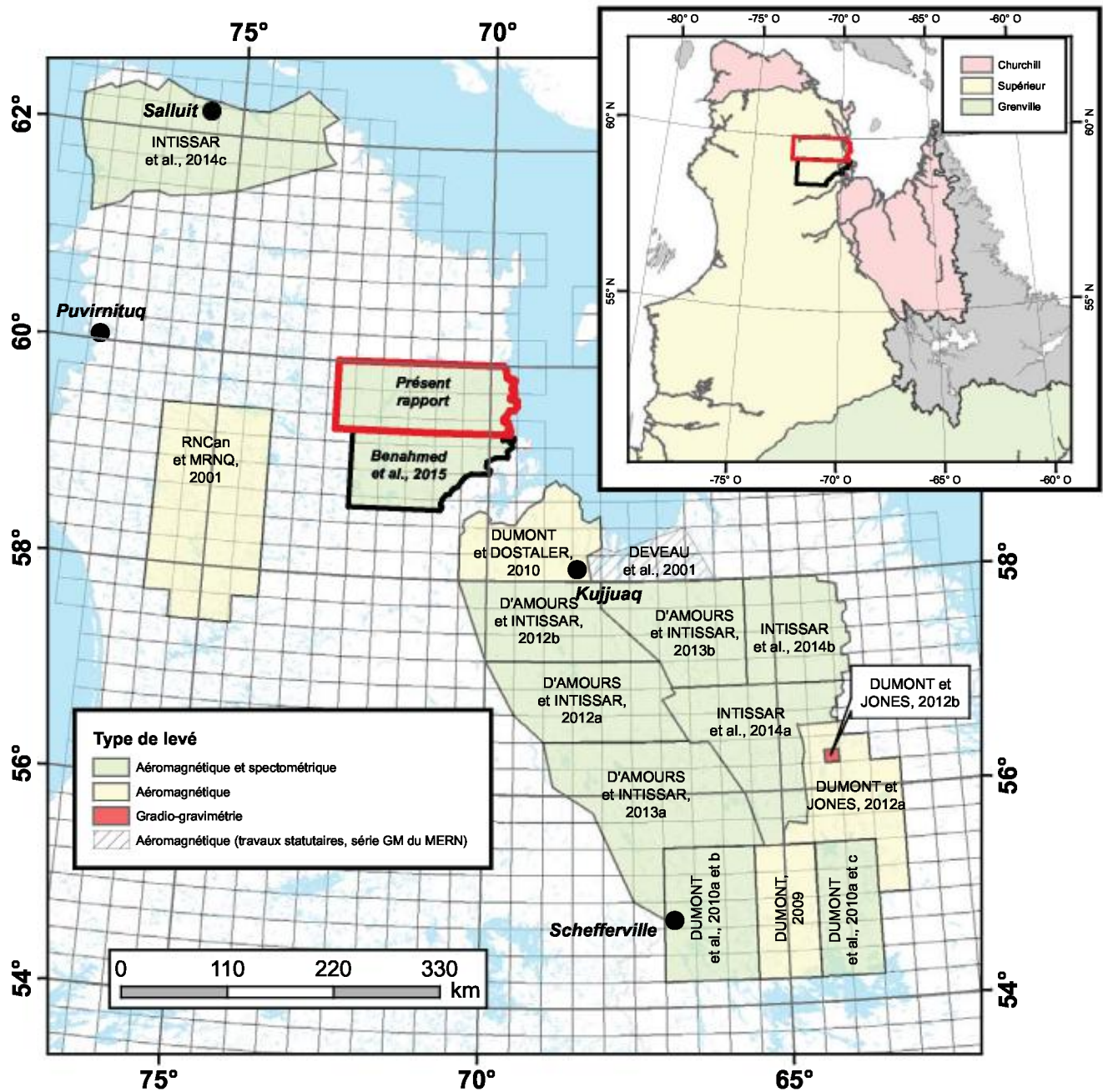


FIGURE 1 – Localisation du présent levé et des levés géophysiques récents dans le nord du Québec.

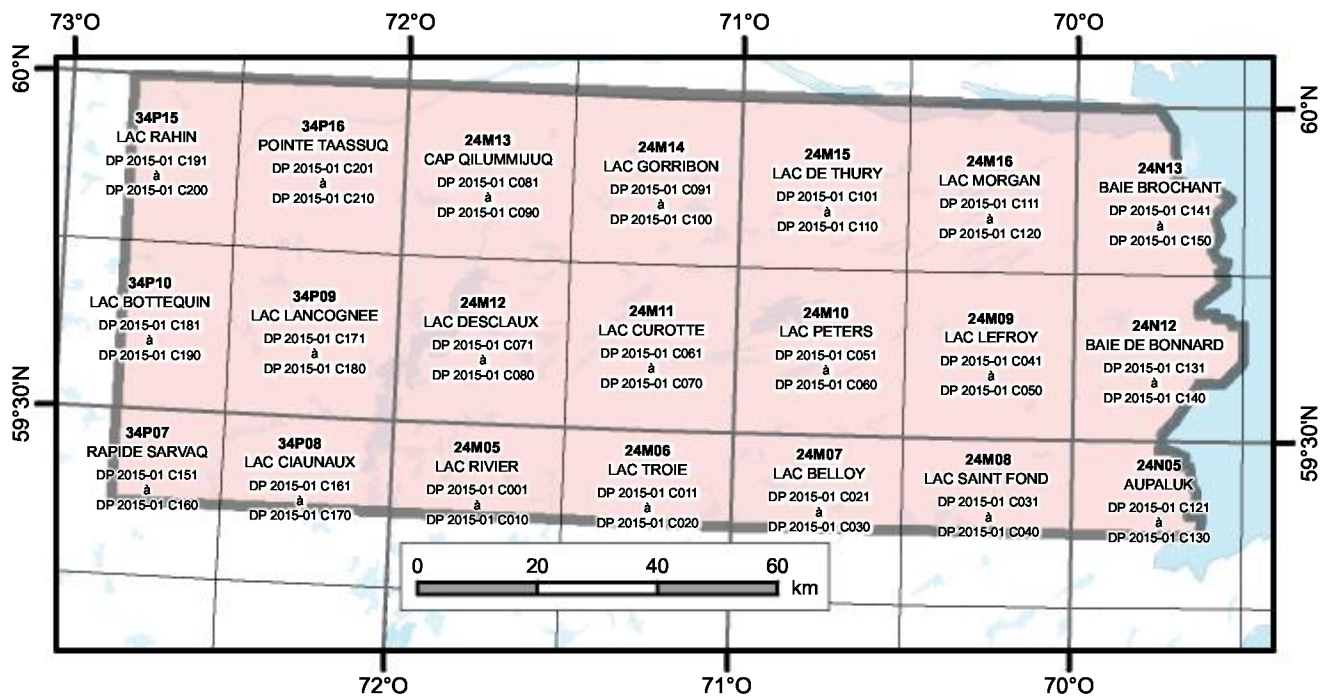


FIGURE 2 – Localisation et inventaire des cartes présentées dans ce rapport.

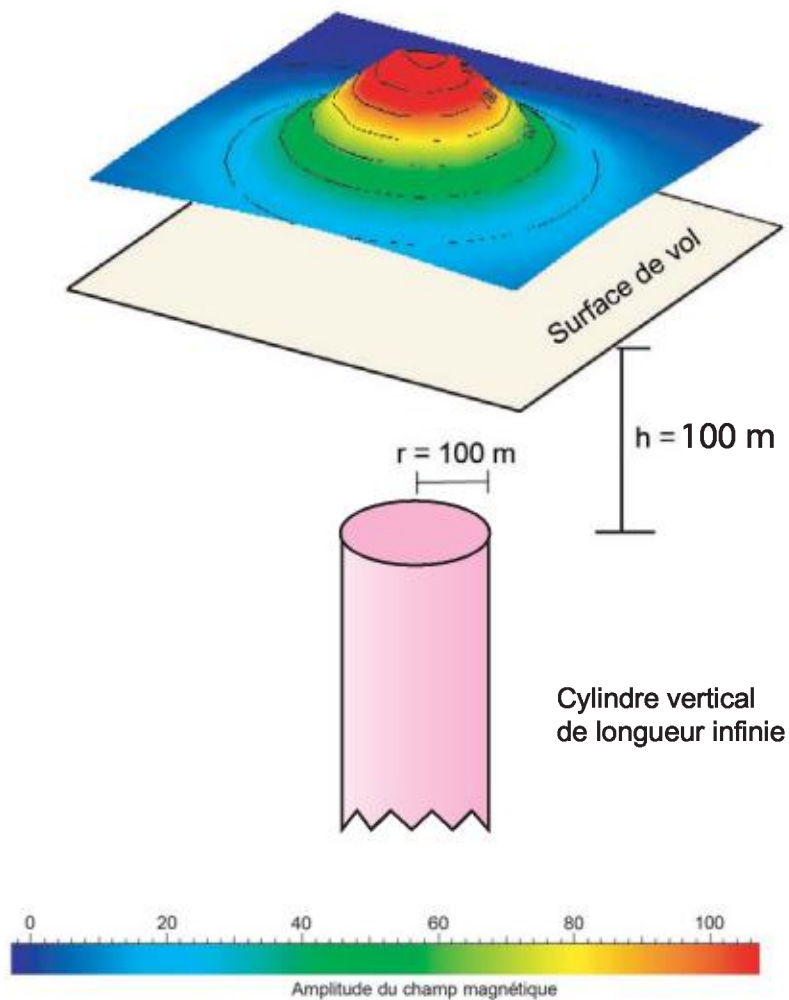


FIGURE 3 – Modèle théorique utilisé pour le calcul des coefficients de Keating (Keating, 1995).

TABLEAU 1 – Sommaire des numéros de cartes.

| Feuillet SNRC | Numérotation des cartes | | | | | | | | | |
|------------------|-------------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | Champ total | Première dérivée | Taux rayons Y | K | éqU | éqTh | éqU/éqTh | éqU/K | éqTh/K | Terminale |
| 24M05 | DP 2015-01 C001 | DP 2015-01 C002 | DP 2015-01 C003 | DP 2015-01 C004 | DP 2015-01 C005 | DP 2015-01 C006 | DP 2015-01 C007 | DP 2015-01 C008 | DP 2015-01 C009 | DP 2015-01 C010 |
| 24M06 | DP 2015-01 C011 | DP 2015-01 C012 | DP 2015-01 C013 | DP 2015-01 C014 | DP 2015-01 C015 | DP 2015-01 C016 | DP 2015-01 C017 | DP 2015-01 C018 | DP 2015-01 C019 | DP 2015-01 C020 |
| 24M07 | DP 2015-01 C021 | DP 2015-01 C022 | DP 2015-01 C023 | DP 2015-01 C024 | DP 2015-01 C025 | DP 2015-01 C026 | DP 2015-01 C027 | DP 2015-01 C028 | DP 2015-01 C029 | DP 2015-01 C030 |
| 24M08 | DP 2015-01 C031 | DP 2015-01 C032 | DP 2015-01 C033 | DP 2015-01 C034 | DP 2015-01 C035 | DP 2015-01 C036 | DP 2015-01 C037 | DP 2015-01 C038 | DP 2015-01 C039 | DP 2015-01 C040 |
| 24M09 | DP 2015-01 C041 | DP 2015-01 C042 | DP 2015-01 C043 | DP 2015-01 C044 | DP 2015-01 C045 | DP 2015-01 C046 | DP 2015-01 C047 | DP 2015-01 C048 | DP 2015-01 C049 | DP 2015-01 C050 |
| 24M10 | DP 2015-01 C051 | DP 2015-01 C052 | DP 2015-01 C053 | DP 2015-01 C054 | DP 2015-01 C055 | DP 2015-01 C056 | DP 2015-01 C057 | DP 2015-01 C058 | DP 2015-01 C059 | DP 2015-01 C060 |
| 24M11 | DP 2015-01 C061 | DP 2015-01 C062 | DP 2015-01 C063 | DP 2015-01 C064 | DP 2015-01 C065 | DP 2015-01 C066 | DP 2015-01 C067 | DP 2015-01 C068 | DP 2015-01 C069 | DP 2015-01 C070 |
| 24M12 | DP 2015-01 C071 | DP 2015-01 C072 | DP 2015-01 C073 | DP 2015-01 C074 | DP 2015-01 C075 | DP 2015-01 C076 | DP 2015-01 C077 | DP 2015-01 C078 | DP 2015-01 C079 | DP 2015-01 C080 |
| 24M13 | DP 2015-01 C081 | DP 2015-01 C082 | DP 2015-01 C083 | DP 2015-01 C084 | DP 2015-01 C085 | DP 2015-01 C086 | DP 2015-01 C087 | DP 2015-01 C088 | DP 2015-01 C089 | DP 2015-01 C090 |
| 24M14 | DP 2015-01 C091 | DP 2015-01 C092 | DP 2015-01 C093 | DP 2015-01 C094 | DP 2015-01 C095 | DP 2015-01 C096 | DP 2015-01 C097 | DP 2015-01 C098 | DP 2015-01 C099 | DP 2015-01 C100 |
| 24M15 | DP 2015-01 C101 | DP 2015-01 C102 | DP 2015-01 C103 | DP 2015-01 C104 | DP 2015-01 C105 | DP 2015-01 C106 | DP 2015-01 C107 | DP 2015-01 C108 | DP 2015-01 C109 | DP 2015-01 C110 |
| 24M16 | DP 2015-01 C111 | DP 2015-01 C112 | DP 2015-01 C113 | DP 2015-01 C114 | DP 2015-01 C115 | DP 2015-01 C116 | DP 2015-01 C117 | DP 2015-01 C118 | DP 2015-01 C119 | DP 2015-01 C120 |
| 24N05 | DP 2015-01 C121 | DP 2015-01 C122 | DP 2015-01 C123 | DP 2015-01 C124 | DP 2015-01 C125 | DP 2015-01 C126 | DP 2015-01 C127 | DP 2015-01 C128 | DP 2015-01 C129 | DP 2015-01 C130 |
| 24N12 | DP 2015-01 C131 | DP 2015-01 C132 | DP 2015-01 C133 | DP 2015-01 C134 | DP 2015-01 C135 | DP 2015-01 C136 | DP 2015-01 C137 | DP 2015-01 C138 | DP 2015-01 C139 | DP 2015-01 C140 |
| 24N13 | DP 2015-01 C141 | DP 2015-01 C142 | DP 2015-01 C143 | DP 2015-01 C144 | DP 2015-01 C145 | DP 2015-01 C146 | DP 2015-01 C147 | DP 2015-01 C148 | DP 2015-01 C149 | DP 2015-01 C150 |
| 34P07 | DP 2015-01 C151 | DP 2015-01 C152 | DP 2015-01 C153 | DP 2015-01 C154 | DP 2015-01 C155 | DP 2015-01 C156 | DP 2015-01 C157 | DP 2015-01 C158 | DP 2015-01 C159 | DP 2015-01 C160 |
| 34P08 | DP 2015-01 C161 | DP 2015-01 C162 | DP 2015-01 C163 | DP 2015-01 C164 | DP 2015-01 C165 | DP 2015-01 C166 | DP 2015-01 C167 | DP 2015-01 C168 | DP 2015-01 C169 | DP 2015-01 C170 |
| 34P09 | DP 2015-01 C171 | DP 2015-01 C172 | DP 2015-01 C173 | DP 2015-01 C174 | DP 2015-01 C175 | DP 2015-01 C176 | DP 2015-01 C177 | DP 2015-01 C178 | DP 2015-01 C179 | DP 2015-01 C180 |
| 34P10 | DP 2015-01 C181 | DP 2015-01 C182 | DP 2015-01 C183 | DP 2015-01 C184 | DP 2015-01 C185 | DP 2015-01 C186 | DP 2015-01 C187 | DP 2015-01 C188 | DP 2015-01 C189 | DP 2015-01 C190 |
| 34P15 | DP 2015-01 C191 | DP 2015-01 C192 | DP 2015-01 C193 | DP 2015-01 C194 | DP 2015-01 C195 | DP 2015-01 C196 | DP 2015-01 C197 | DP 2015-01 C198 | DP 2015-01 C199 | DP 2015-01 C200 |
| 34P16 | DP 2015-01 C201 | DP 2015-01 C202 | DP 2015-01 C203 | DP 2015-01 C204 | DP 2015-01 C205 | DP 2015-01 C206 | DP 2015-01 C207 | DP 2015-01 C208 | DP 2015-01 C209 | DP 2015-01 C210 |

TABLEAU 2 – Paramètres utilisés pour le calcul des coefficients de Keating (Keating, 1995).

| | |
|---|------------------------------|
| Inclinaison magnétique | 79,1° |
| Déclinaison magnétique | 23,9° W |
| Intensité relative du champ magnétique total (kH) | 100 nT |
| Distance au sommet du cylindre | 100 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 