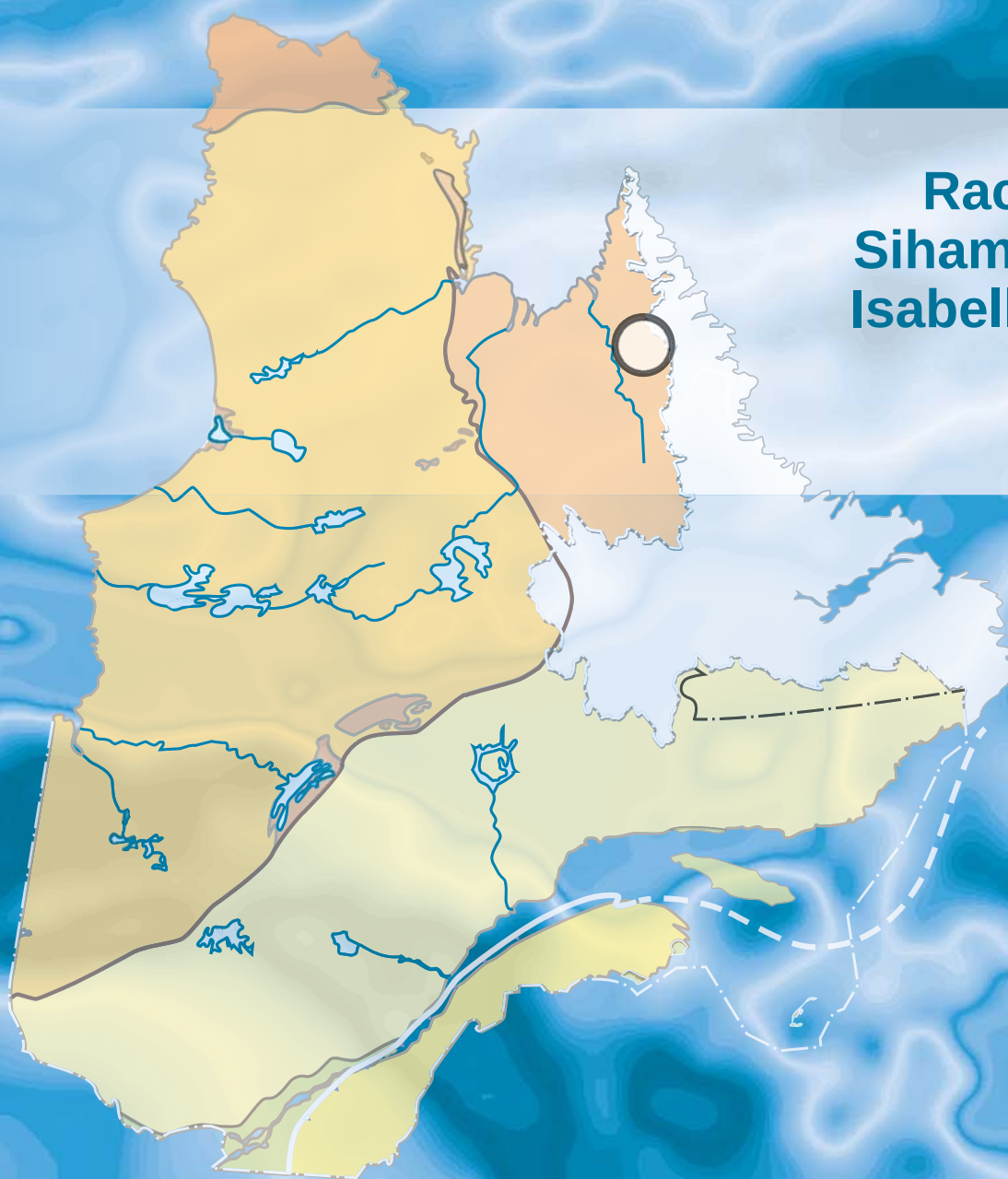


# Levé magnétique et spectrométrique aéroporté dans la partie nord de l'Orogène de l'Ungava, Province de Churchill

Rachid Intissar,  
Siham Benahmed,  
Isabelle D'Amours

DP 2014-03



# Levé magnétique et spectrométrie aéroporté dans la partie nord de l'Orogène de l'Ungava, Province de Churchill

Rachid Intissar<sup>1</sup>, Siham Benahmed<sup>1</sup>, Isabelle D'Amours<sup>2</sup>

DP 2014-03

## INTRODUCTION

---

Poursuivant son objectif de détermination de secteurs stratégiques pour des travaux d'exploration minière, Géologie Québec a réalisé durant l'été 2012 et l'été 2013 un nouveau levé géophysique dans la partie nord de l'Orogène de l'Ungava, Province de Churchill (figure 1; présent rapport). Le levé magnétique et de spectrométrie de rayonnement gamma présenté dans ce document, couvre en totalité ou en partie 44 feuillets SNRC au 1/50 000 (figure 2 et tableau 1). Il vise à offrir un inventaire géophysique de grande qualité dans une région très peu explorée. Pour chacun des feuillets SNRC, 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'uranium, le thorium, le rapport  $eqU/eqTh$ , le rapport  $eqU/K$ , le rapport  $eqTh/K$  et la carte de l'image ternaire des radioéléments. La liste des différentes 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-Sigom (Examine)** », à l'adresse suivante : <http://www.mrn.gouv.qc.ca/produits-services/mines.jsp>

## MÉTHODOLOGIE

---

Le présent levé a été exécuté par Fugro Airborne Surveys Corp. entre le 07 juin 2012 et le 14 août 2013. En effet, suite à une météorologie très défavorable, l'acquisition s'est arrêtée le 23 août 2012 et a été reprise le 1<sup>er</sup> juillet 2013 pour se terminer le 14 août 2013. Trois avions Cessna 208B immatriculés C-FZLK, C-GNCA et C-GGRD ont été utilisés. Ces avions étaient équipés d'un magnétomètre à vapeur de césium à faisceau partagé (sensibilité de 0,005 nT) installé dans une poutre de queue. L'espacement nominal des traverses était de 300 m et celui des lignes de contrôle, de 2000 m. Les trois aéronefs volaient à une hauteur nominale de 80 m au-dessus du sol. Les traverses étaient orientées nord-sud (0 degrés UTM) perpendiculairement aux lignes de contrôle. La trajectoire de vol a été restituée par l'application, après vol, de corrections différentielles aux données brutes du système GPS.

---

1 - Ministère des Ressources naturelles, Québec

2 - Consultante externe

## Données magnétiques

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 nivelé 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 404 m (au dessus de niveau moyen de la mer), en date du 01 janvier 2013, a été soustrait. La soustraction de l'IGRF nous permet d'obtenir une 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 grandes longueurs 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 telles 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 anomalies magnétiques présentant un coefficient de corrélation avec le modèle calculé avec les paramètres décrits au tableau 2, dont la valeur absolue (positive ou négative) est supérieure à 0,85, 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 représentent une aimantation inverse, une situation fréquemment observée pour les cheminées kimberlitiques dans les Territoires du Nord-Ouest (Keating and 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 la fenêtre d'analyse (600 m ou 9 cellules). Cette dernière devant 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 utilisé pour ce levé.

## Données de spectrométrie gamma

Les lectures du rayonnement gamma ont été effectuées à l'aide d'un spectromètre gamma modèle GR820 du Fabricant Exploranium, utilisant comme capteur des cristaux de NaI de 4,2 litres. Le volume total de cristaux orientés vers le bas était de 33,4 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 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 256 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 1 460 keV émis par le  $^{40}\text{K}$ , tandis que l'uranium et le thorium sont mesurés indirectement d'après les photons gamma émis par des produits de filiation ( $^{214}\text{Bi}$  pour l'uranium et  $^{208}\text{Tl}$  pour le thorium). 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 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 1 660 à 1 860 keV, pour la mesure des variations du radon, et dans la fenêtre de 3 000 keV et plus pour la mesure des rayons cosmiques. Toutes les mesures ont été corrigées de 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 m. Les rapports  $\text{eqU}/\text{eqTh}^3$ ,  $\text{eqU}/\text{K}$  et  $\text{eqTh}/\text{K}$  furent finalement calculés à partir de ces grilles tout en réduisant au minimum les erreurs statistiques.

Les mesures spectrométriques du présent levé sont particulièrement faibles, probablement à cause du recouvrement de till et du pergélisol. Pour cette raison, l'interprétation doit se faire de façon très prudente, en particulier dans les zones où la hauteur de vol dépasse 200 m (creux des vallées). À ces endroits, la formule empirique pour calculer l'atténuation des comptes (calibration de Breckenridge), n'apparaît pas très valable, surtout lorsque les valeurs mesurées sont très faibles. De plus, cet effet se répercute sur le calcul des ratios et peut causer des valeurs finales faussement anormales. L'interprète devrait se référer aux données brutes et intermédiaires qui sont disponibles dans la base de donnée, disponible avec les données numériques, en cas de doute.

## RÉFÉRENCES

---

- CLARK, T. – D'AMOURS, I., 2012 – Interprétations structurales et métallogéniques dans la Fosse du Labrador d'après les cartes magnétique et spectrométrique. Ministère des Ressources naturelles, Québec; RP 2012-02, 12 pages.
- 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.
- 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. – SIMARD, M., 2012 – Cibles d'exploration déterminées à partir des données de spectrométrie dans les secteurs du lac Le Moyne et de la rivière Koksoak, Province de Churchill. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; PRO 2012-01, 8 pages.
- 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. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 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. – 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-gravimétrie 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.
- 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.

---

3 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 ( $\text{Bi}^{214}$  &  $\text{Tl}^{208}$  respectivement) qui sont supposés être à l'équilibre avec l'isotope parent. La concentration de potassium est déterminée directement d'après  $\text{K}^{40}$ . (IAEA-TECDOC-323, 1991)

- 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.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY., 1991 – Airborne Gamma Ray Spectrometer surveying. IAEA–TEC-DOC-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. – MAURICE, C. – CLARK, T. – D’AMOURS, I., 2013 – Cibles d’exploration déterminées à partir des données de spectrométrie dans les secteurs du lac Romanet et de la rivière à la Baleine, Province de Churchill. Ministère des Ressources naturelles, Québec; PRO 2013-01, 17 pages.
- 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

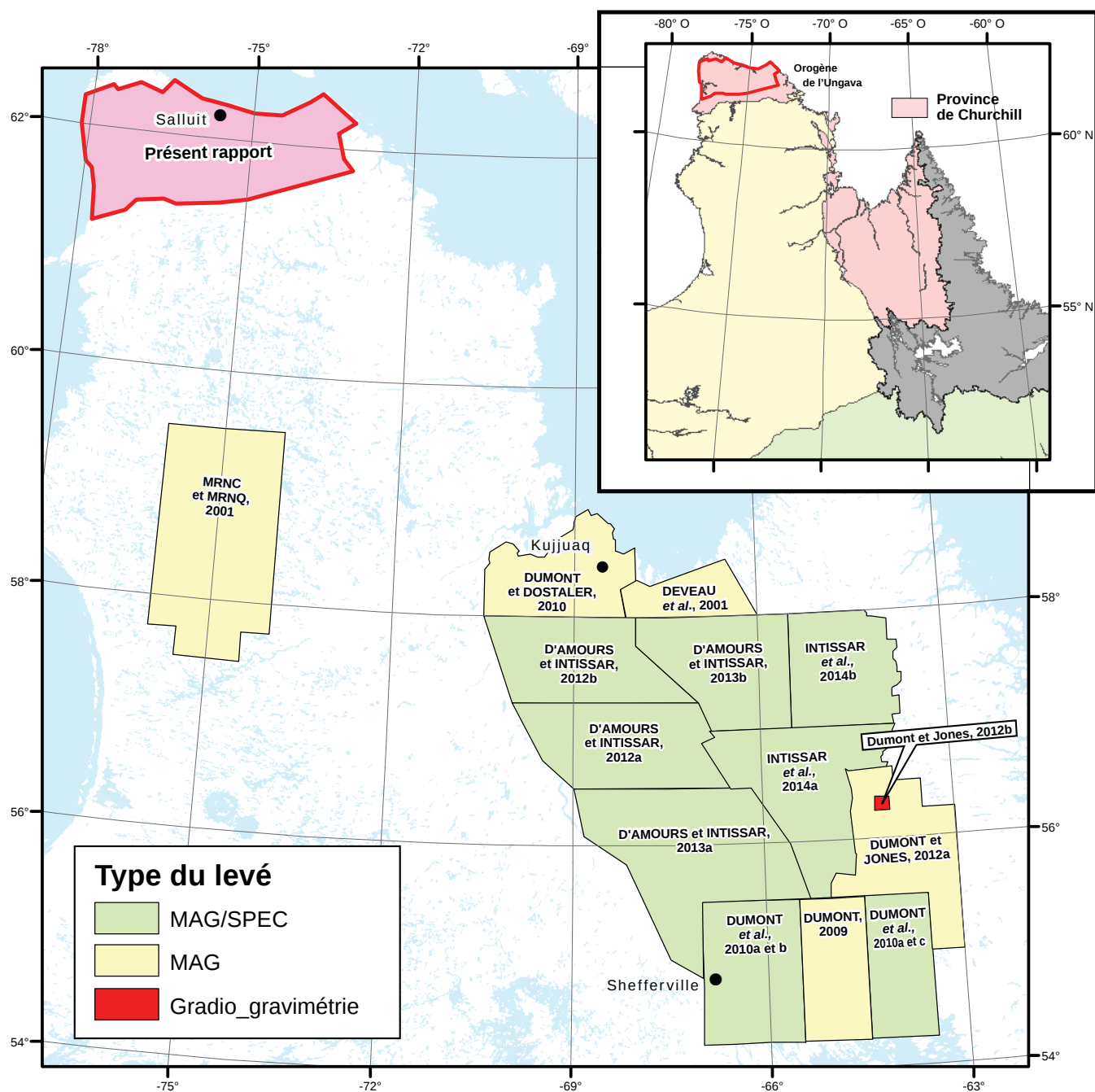


FIGURE 1 – Localisation du présent levé et d'autres publications.

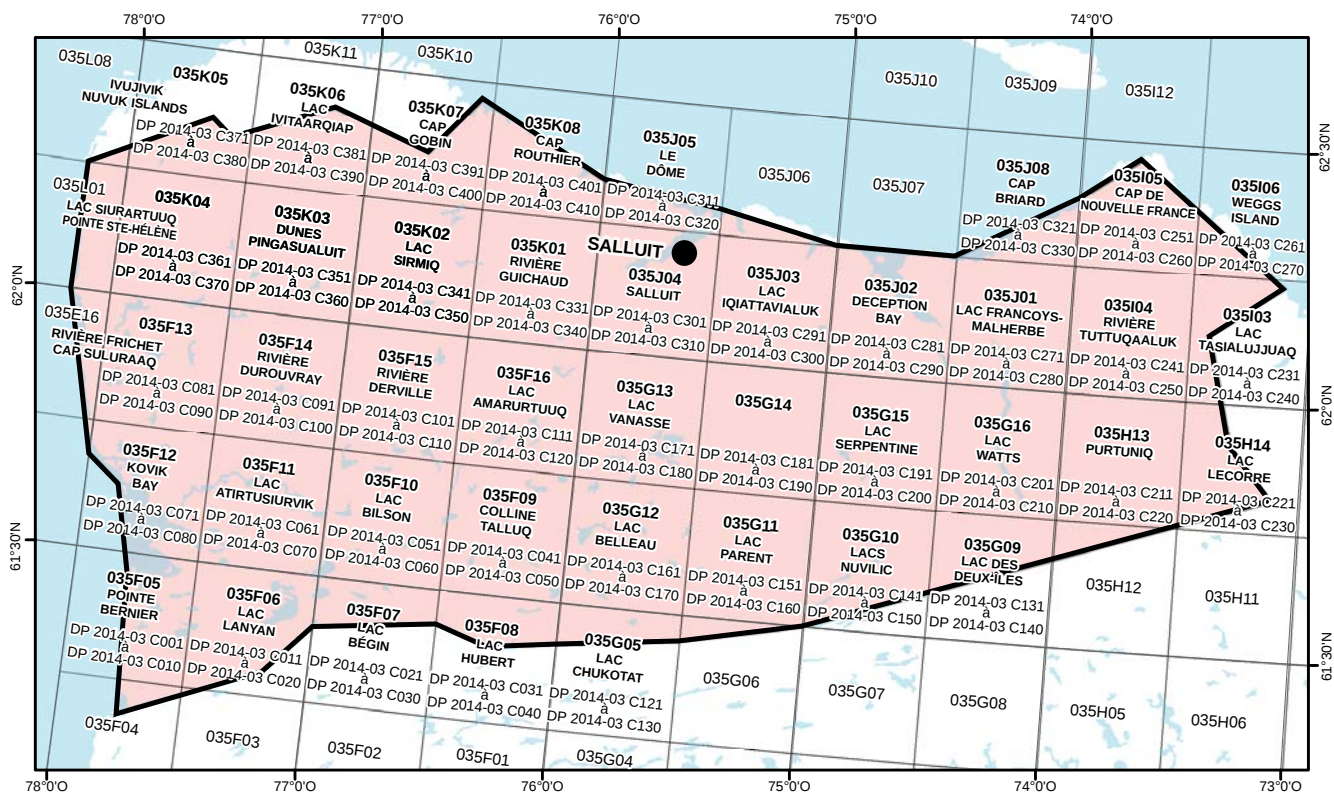


FIGURE 2 – Localisation et sommaire des numéros de cartes.

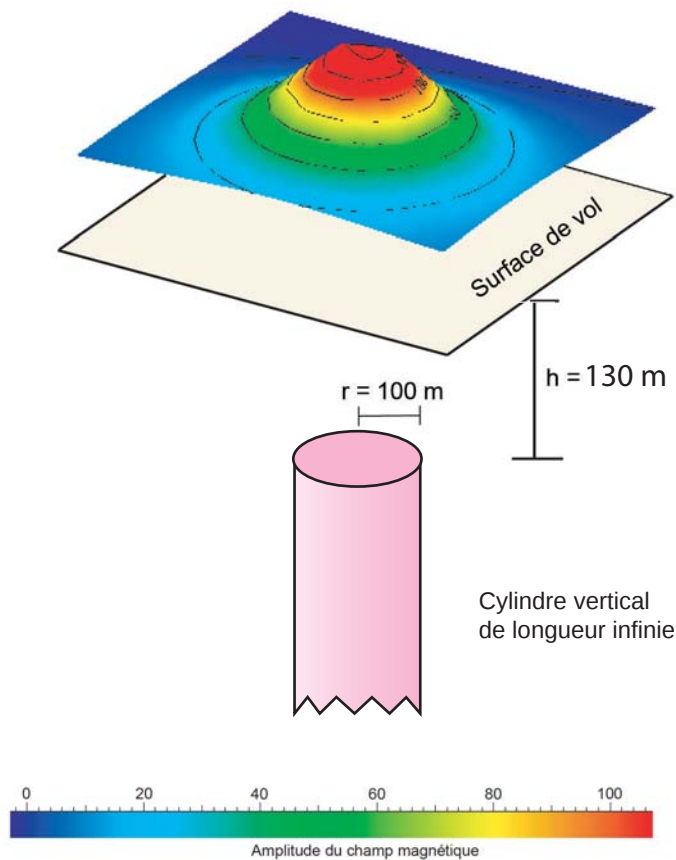


FIGURE 3 – Modèle théorique utilisé pour le calcul du coefficient de Keating (Keating, 1995).



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

|                                                   |                              |
|---------------------------------------------------|------------------------------|
| Inclinaison magnétique                            | 81,1°                        |
| Déclinaison magnétique                            | 24,2°W                       |
| Intensité relative du champ magnétique total (kH) | 100 nT                       |
| Distance au sommet du cylindre                    | 130 mètres                   |
| Rayon du cylindre                                 | 100 mètres                   |
| Longueur du cylindre                              | infini (-1)                  |
| Coefficient de corrélation minimal                | 0,85 (85 %)                  |
| Dimension de la fenêtre                           | 9 (9 X 9 cellules de maille) |
|                                                   | 600 m                        |
| Filtre de lissage                                 | 2 passes                     |

