



**CIBLES D'EXPLORATION AU SUD DE LG4,
BAIE-JAMES, QUÉBEC : INTERPRÉTATION
D'UN NOUVEAU LEVÉ GÉOPHYSIQUE**

Isabelle D'Amours, Charles Maurice et Charles Gosselin

Cibles d'exploration au sud de LG4, Baie-James, Québec : interprétation d'un nouveau levé géophysique

Isabelle D'Amours, Charles Maurice et Charles Gosselin

PRO 2010-03

Introduction

Le ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec annonce la publication de nouvelles données géophysiques (D'Amours, 2010). Poursuivant son objectif de détermination des secteurs stratégiques pour des travaux d'exploration minière, Géologie Québec a réalisé en 2009 un nouveau levé magnétique et de spectrométrie de rayonnement gamma sur le territoire de la Baie-James (figure 1). Ce levé couvre 12 feuillets 1/50 000 (33A09 à 16 et 33B09, 10, 15, 16) qui correspondent à une superficie totale de 11 250 km². Cette nouvelle publication est accompagnée d'un rapport présentant l'ensemble des aspects techniques du levé, de 120 cartes géophysiques au 1/50 000 ainsi que des données numériques associées. Elle est maintenant disponible sous le numéro de document DP 2010-03 à l'adresse suivante : <http://www.mrnfp.gouv.qc.ca/produits-services/mines.jsp>, via le produit « **E-Sigeom (Examine)** ».

Depuis 2007, Géologie Québec réalise de vastes campagnes de levés géophysiques sur le territoire de la Baie-James. Ces levés visent à offrir un inventaire géophysique de grande qualité dans une région qui connaît un essor considérable en travaux d'exploration, soit le triangle situé entre les trois projets miniers avancés de Renard (diamant), d'Éléonore (or) et de Coulon (zinc, cuivre; figure 1). Le présent document présente deux techniques d'interprétation quantitative pour ce levé et propose une série de cibles pour l'exploration minière.

Contexte géologique régional et potentiel minéral

Malgré les efforts de quelques compagnies d'exploration minière sur des zones ciblées de la Baie-James au début des années 1990, les connaissances géoscientifiques de ce territoire demeuraient limitées. La volonté du gouvernement de mieux évaluer le potentiel minéral de cette vaste région a jeté les bases du Programme « Moyen Nord » (Beaumier *et al.*, 1994; Chartrand et Gauthier, 1995). Ce programme a entraîné la publication de quinze rapports géologiques couvrant 34 cartes à l'échelle de 1/50 000 et une à l'échelle de 1/250 000 (voir les références incluses dans Simard et

Gosselin, 1998; Goutier *et al.*, 2002; Moukhsil *et al.*, 2003). Récemment, les efforts de cartographie du MRNF se sont concentrés dans le secteur du réservoir Opinaca, dans le secteur du projet Éléonore (figure 1; Bandyayera et Fliszár, 2007, Bandyayera et Lacoste, 2009, Bandyayera *et al.*, en préparation).

La région couverte par le nouveau levé géophysique (D'Amours, 2010) se situe à l'intérieur de la Sous-province d'Opinaca (Card et Ciesielski, 1986). Elle est constituée principalement de paragneiss migmatitisés, de diatexites appartenant au Complexe de Laguiche et de suites intrusives tardives de composition felsique à intermédiaire. La partie ouest de la région a fait l'objet d'une cartographie régionale à l'échelle de 1/250 000 par Simard et Gosselin (1998). La zone centrale, entre les longitudes 73°00' et 74°00' (figure 1) n'a quant à elle, jamais fait l'objet d'un levé géologique tandis que la portion est, a été couverte par des travaux de cartographie régionale pendant les années 1970 (Hocq, 1975, 1976 et 1985). Finalement, soulignons que la zone centrale ne contient, à ce jour, aucun titre minier et demeure donc entièrement ouverte à l'exploration.

Mis à part les gîtes diamantifères du projet Renard (33A16), un indice de tungstène (33A16) et un indice de thorium (\pm uranium; 33B10) sont les seules occurrences minérales recensées dans la région visée. Cette faible abondance d'indices pourrait s'expliquer, en partie, par les travaux de cartographie peu détaillés ou absents dans ce secteur. En effet, mentionnons la présence à proximité de gisements importants, comme le gîte Roberto, du projet Éléonore ainsi que le gisement Cu-Mo-Au porphyrique du lac Macleod (33A03) découvert en 1982.

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

Édition : Charles Gosselin

Compilation des données : Isabelle D'Amours

Graphisme : André Tremblay

Photos : Pénélope Burniaux, Pierre Rhéaume et Daniel Bandyayera

www.mrnfp.gouv.qc.ca/produits-services/mines.jsp

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2010

© Gouvernement du Québec, 2010

telles 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 2). Les anomalies magnétiques présentant un coefficient de corrélation dont la valeur absolue (positive ou négative) est supérieure à 0,90 avec le modèle (tableau 1) sont présentées sur la carte de la dérivée première verticale par des cercles dont le rayon est proportionnel au coefficient de corrélation (figures 3 et 4). Les coefficients de corrélation négatifs représentent une aimantation inverse, une situation fréquemment observée pour les cheminées kimberlitiques dans les Territoires du Nord-Ouest (Keating et Salliac, 2004). Les paramètres du cylindre sont choisis en fonction de la dimension de la maille (60 m) de façon à ce que la réponse modélisée soit de dimension semblable à la fenêtre d'analyse (480 m ou 81 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. Tous les résultats provenant de la modélisation sont illustrés et aucune interprétation géologique n'a été effectuée. Par exemple, les anomalies correspondant à des dykes de gabbro d'âge protérozoïque sont également présentées. Les paramètres utilisés dans les calculs sont décrits dans le tableau 2. La distance au sommet du cylindre a été définie à 115 m. La hauteur nominale de vol est de 80 m. Toutefois, la moyenne est de 115 m sur tout le levé et on peut supposer qu'il y a également une certaine épaisseur de recouvrement, en particulier sur terrain plat lorsque l'avion réussit à maintenir son altitude nominale. Ce modèle théorique a déjà été appliqué dans la région de Kirkland Lake, où cinq des sept corps kimberlitiques connus ont été modélisés avec succès (corrélation > 0,85; Keating, 1995). Dans la région visée, par contre, aucune anomalie de Keating ne correspond aux cheminées kimberlitiques de Renard 1, 2, 3, 4 et 65 (figure 5). Une explication possible est que le modèle utilise un corps de 200 m de diamètre, tandis que les kimberlites de Renard sont plus petites, avec des diamètres variant entre 75 et 150 m. Mentionnons également que le corps composite Renard 65 possède, tant qu'à lui, une géométrie très différente du cylindre vertical. Les anomalies générées par le calcul du coefficient de Keating demeurent un outil à utiliser en combinaison avec d'autres données (résistivité apparente, géochimie, minéraux indicateurs).

La région couverte par le nouveau levé est traversée par des dykes de diabase d'orientation NW à NNW et NE, correspondant à des hauts magnétiques linéaires. Ces dykes, de même que les intersections entre deux dykes, peuvent représenter des couloirs favorables à la montée de magmas kimberlitiques (Wilkinson *et al.*, 2001). Ainsi, l'association de ces couloirs avec la présence d'anomalies de Keating ajouterait un intérêt supplémentaire pour ces cibles.

Cibles d'exploration uranifères déterminées à partir des données de spectrométrie

L'interprétation des données de spectrométrie du rayonnement gamma nécessite une bonne compréhension de la géomorphologie et de l'environnement quaternaire puisque la majeure partie du rayonnement gamma mesuré provient des 30 premiers centimètres du sol (IAEA-TECDOC-1363, 2003). Il est donc important de connaître la relation entre les matériaux de surface et le substratum rocheux. L'utilisation de la spectrométrie du rayonnement gamma pour la cartographie et la définition de cibles requiert une approche intégrée qui combine des techniques de rehaussement des images (images ternaires des radioéléments, rapports et normalisation) ainsi des techniques d'analyse statistique (analyse de groupement, différence moyenne, classification supervisée) autant que l'intégration avec d'autres types de données géophysiques aéroportées telles que les cartes magnétiques et électromagnétiques.

Les cibles d'exploration définies par nos travaux (figures 6 et 7; tableau 3) consistent en des zones où le rapport $eqU/eqTh$ se situe au 100^e rang centile et dont les valeurs de concentration en équivalent uranium sont les plus élevées, c'est-à-dire supérieures à 1,9 ppm, la moyenne pour le levé étant de 0,43 ppm avec un écart type de 0,3. Ces valeurs peuvent sembler très faibles, toutefois il faut prendre en considération le fait que pour un levé aéroporté à 100 m d'altitude, moins de 40 % du rayonnement mesuré émane d'une source de rayon de 100 m sous le senseur et plus de 20 % des photons mesurés pour une source infinie proviennent de distances latérales de plus de 300 m. Le « champ de mesure » contribuant à chaque lecture est donc beaucoup plus vaste que le pas d'échantillonnage de 80 m (International Atomic Energy Agency, 2003). Nous estimons donc que trois secteurs semblent favorables et renferment des zones à investiguer : le secteur ouest (cibles 1 à 7, figure 6), ainsi que le secteur central et est (cibles 8 à 19 et 20 à 22, figure 7). La majorité des cibles des secteurs ouest et est sont situées sur des terrains couverts par des titres miniers actifs tandis que le secteur central est complètement ouvert à l'exploration. Bien que mal connu, ce dernier secteur se compose de paragneiss migmatitisés et de diatexites offrant un contexte géologique similaire à celui documenté plus à l'ouest (SNRC 33B14) par Dios Exploration dans le cadre du projet « Upinor » (<http://diosexplo.com/french/projects.php>). Rappelons que leurs travaux décrivent une minéralisation en uranium associée à des injections de composition granitique à l'intérieur du Complexe de Laguiche. Plusieurs échantillons y ont retourné des valeurs de plus de 0,05 % U_3O_8 , dont un à 0,23 %.

Références

- BANDYAYERA, D. – FLISZÁR, A., 2007 – Géologie de la région de la Baie Kasipasikatch (SNRC 33C09) et du lac Janin (SNRC 33C16). Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; RP 2007-05, 15 pages, 2 plans.
- BANDYAYERA, D. – LACOSTE, P., 2009 – Géologie de la région du lac de Rotis (33C10), du lac Bernou (33C11) et du lac Boyd (33C15). Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; RP 2009-06, 15 pages, 3 plans.
- BANDYAYERA, D. – RHÉAUME, P. – MAURICE, C. – BÉDARD, E. – MORFIN, S. – SAWYER, E.W., en préparation – Synthèse géologique du secteur du réservoir Opinaca, Baie-James. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec, RG 2010-02.
- BEAUMIER, M. – CHARTRAND, F. – SIMARD, A., 1994 – Vers une meilleure connaissance du potentiel minéral du territoire de la Baie de James. Ministère des Ressources naturelles, Québec; PRO 94-05, 7 pages.
- CHARTRAND, F. – GAUTHIER, M., 1995 – Cadre géologique et potentiel minéral des roches archéennes du bassin de La Grande Rivière, Baie James. Ministère des Ressources naturelles, Québec; PRO 95-06, 10 pages.
- CARD, K.D. – CISIELSKI, A., 1986 – Subdivisions of the Superior Province of the Canadian Shield. Geoscience Canada; volume 13, pages 5-13.
- D'AMOURS, I., 2010 – Levé magnétique et spectrométrie aéroporté dans le secteur sud de LG4, Baie-James, Québec. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec, DP 2010-03, 16 pages, 120 plans.
- GOUTIER, J. – DION, C. – OUELLET, M.-C. – DAVIS, D.W. – DAVID, J. – PARENT, M., 2002 – Géologie de la région du Lac Guyer (33G/05, 33G/06 et 33G/11). Ministère des Ressources naturelles, Québec; RG 2001-15, 53 pages.
- HOCQ, M., 1975 – Géologie de la région du Lac Campan (Nouveau-Québec). Ministère des Ressources naturelles, Québec; DP 331, 14 pages, 9 plans.
- HOCQ, M., 1976 – Géologie de la région du Lac Cadieux (Nouveau-Québec). Ministère des Ressources naturelles, Québec; DPV 433, 17 pages, 1 plan.
- HOCQ, M., 1985 – Géologie de la région de la région des lacs Campan et Cadieux, territoire du Nouveau-Québec. Ministère des Ressources naturelles, Québec; ET 83-05, 188 pages, 4 plans.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 1991 – Airborne Gamma Ray Spectrometer surveying. IAEA-TECDOC-323, Vienna, 97 pages.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2003 – Guidelines for radioelement mapping using gamma ray spectrometry data. IAEA-TECDOC-1363, Vienna, 173 pages.
- KEATING, P., 1995 – A simple technique to identify magnetic anomalies due to kimberlite pipes. Exploration and Mining Geology; volume 4, pages 35-41.
- KEATING, P. – SAILHAC, P., 2004 – Use of the analytical signal to identify magnetic anomalies due to kimberlite pipes. Geophysics; volume 69, pages 180-190.
- MOUKHSIL, A. – LEGAULT, M. – BOILY, M. – DOYON, J. – SAWYER, E. – DAVIS, D.W., 2003 – Synthèse géologique et métallogénique de la ceinture de roches vertes de la moyenne et de la Basse Eastmain (Baie-James). Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, Québec; ET 2002-06; 57 pages.
- SIMARD, M. – GOSSELIN, C., 1999 – Géologie de la région du lac Lichteneger (SNRC 33B). Ministère des Ressources naturelles, Québec; RG 98-15, 25 pages, 1 plan.
- WILKINSON, L. – KJARSGAARD, B.A. – LECHÉMINANT, A.N. – HARRIS, J., 2001 – Diabase dyke swarms in the Lac de Gras area, Northwest Territories and their significance to kimberlite exploration: initial results. *In*: Current Research, Part C; Geological Survey of Canada; Paper 2001-C8, 17 pages.

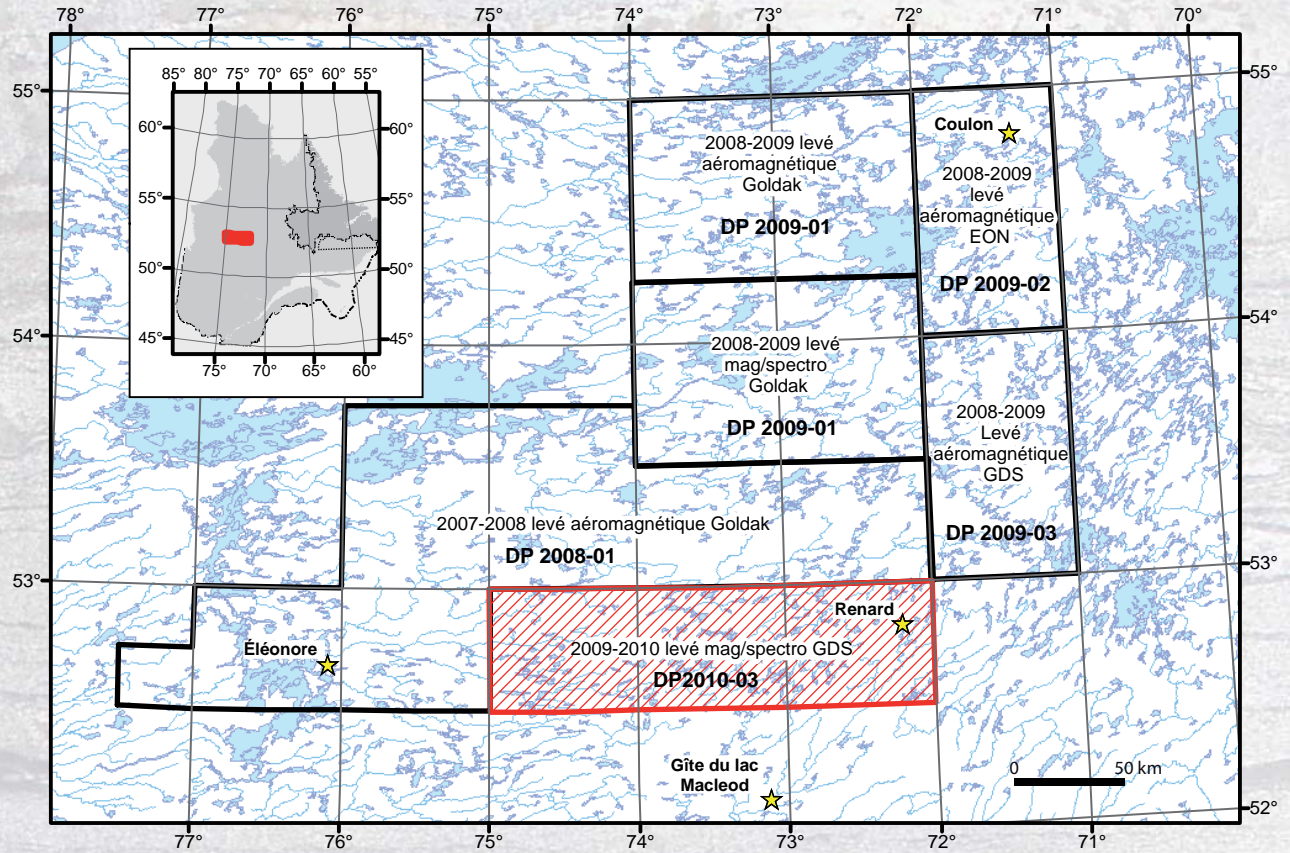


Figure 1 - Localisation du nouveau levé et des autres levés géophysiques haute résolution réalisés depuis 2007 sur le territoire de la Baie-James.

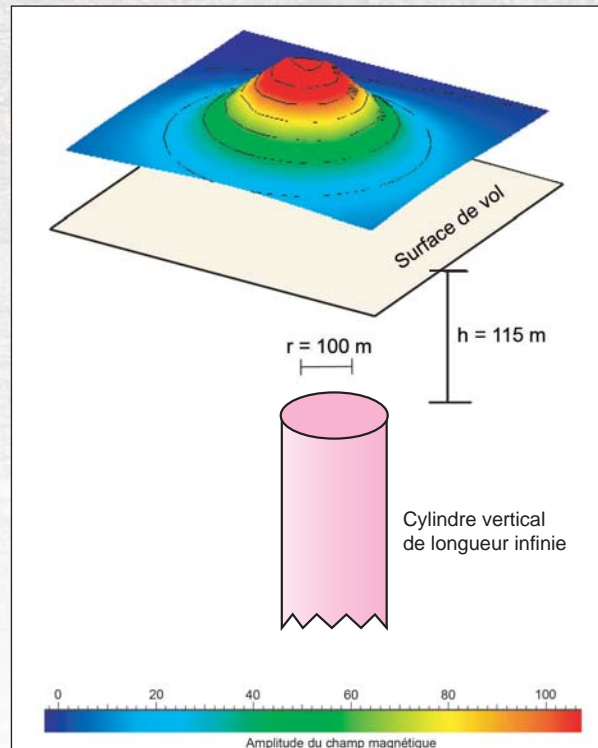


Figure 2 - Modèle théorique utilisé pour le calcul du coefficient de Keating (Keating, 1995).

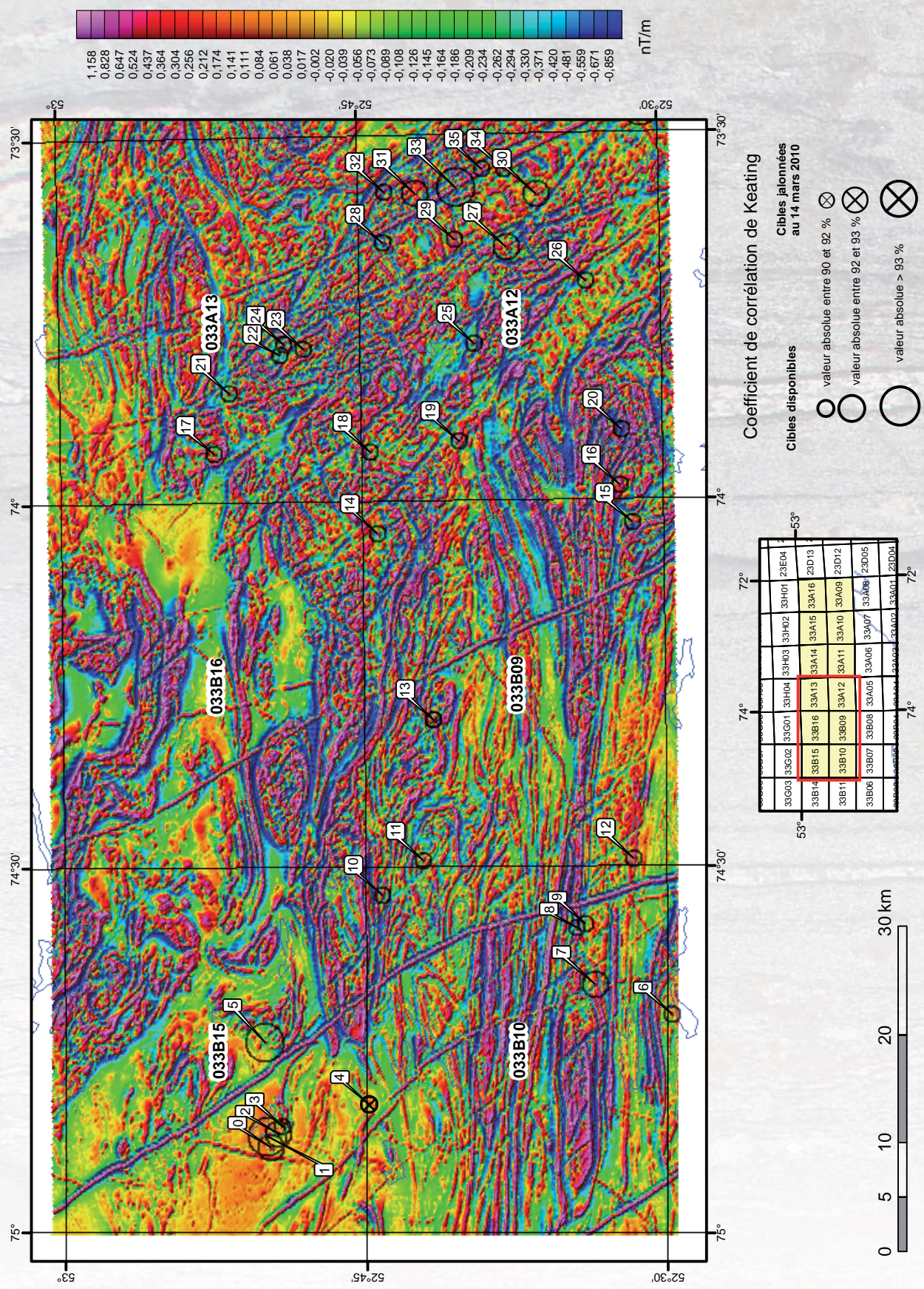


Figure 3 - Carte de la dérivée première verticale du champ magnétique et cibles d'exploration diamantifères établies à partir du coefficient de Keating dans le secteur ouest du levé.

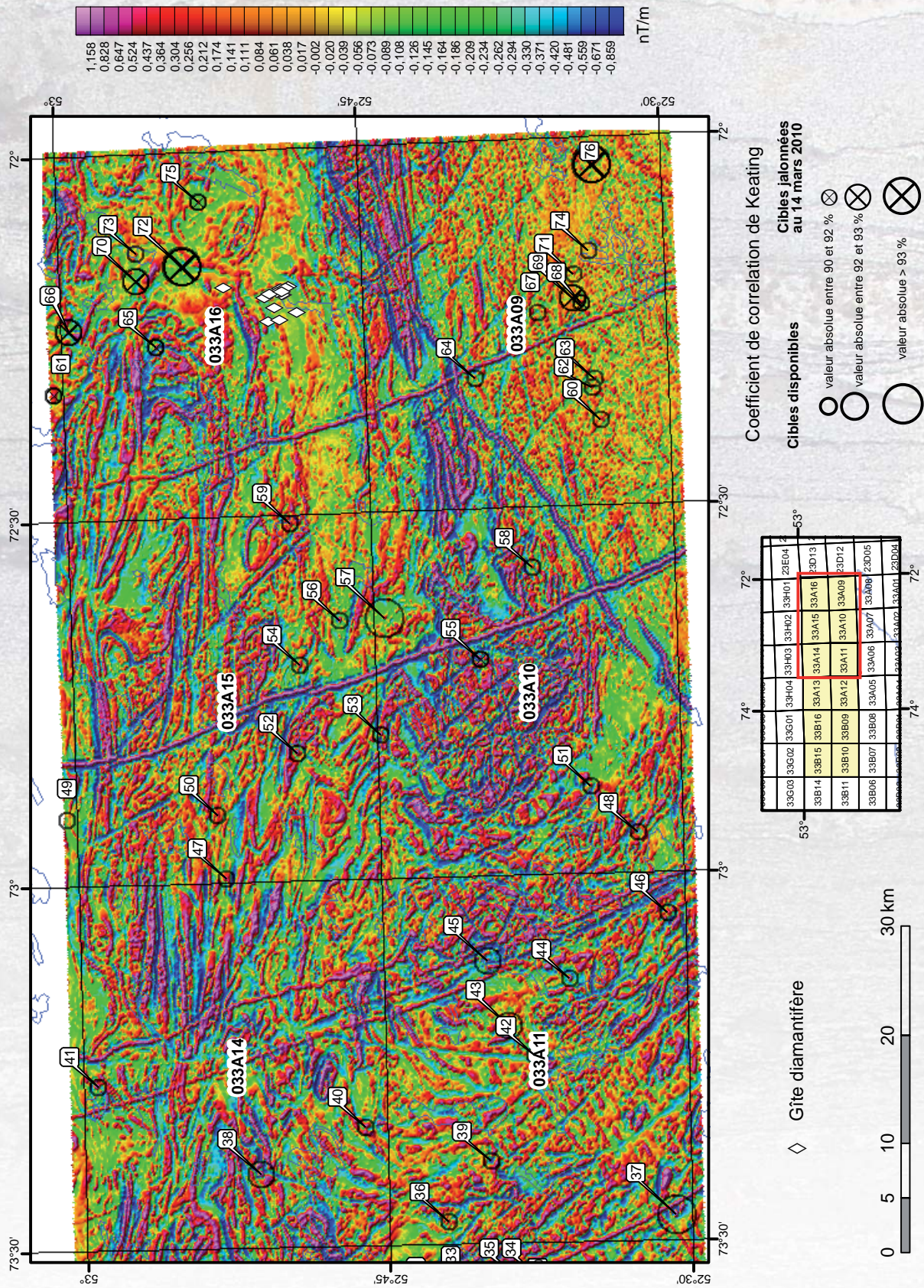


Figure 4 - Carte de la dérivée première verticale du champ magnétique et cibles d'exploration diamantifères établies à partir du coefficient de Keating dans le secteur ouest du levé.

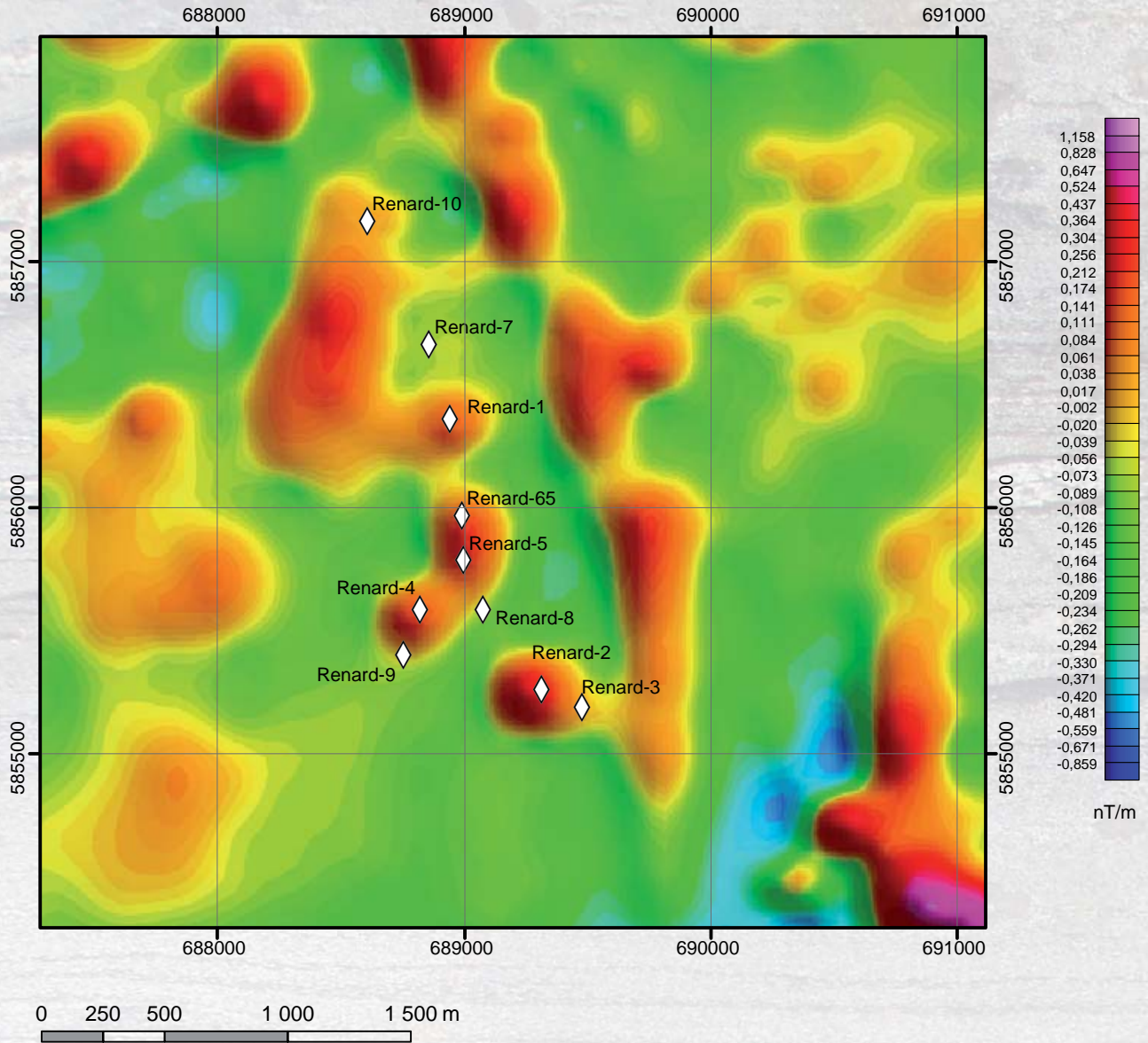


Figure 5 - Première dérivée du champ magnétique résiduel du secteur du Lac Renard.

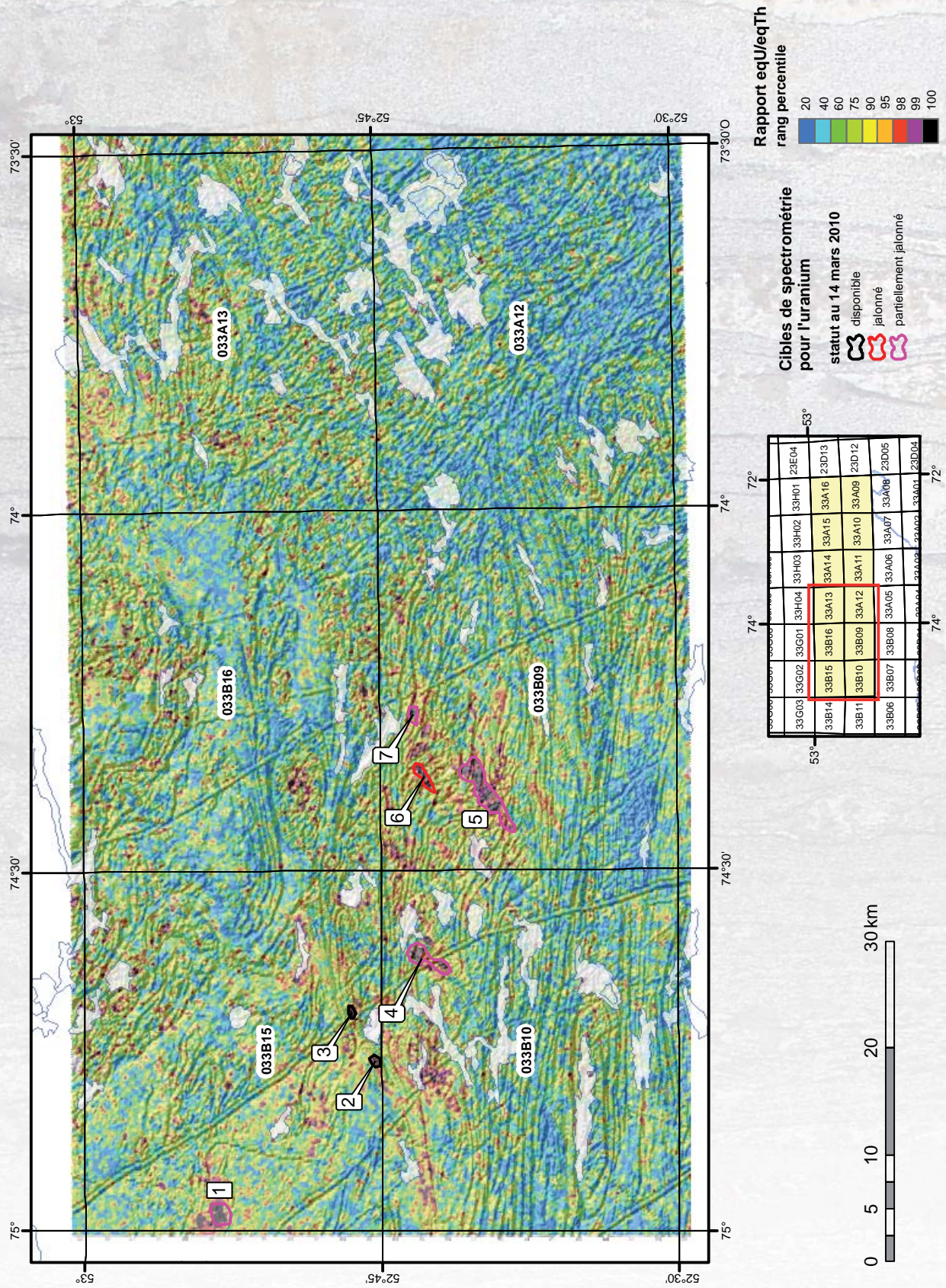


Figure 6 - Rapport Uranium/Thorium superposé au relief ombragé de la première dérivée verticale du champ magnétique et cibles d'exploration uranifères du secteur ouest du levé.

TABLEAU 1 – Liste des cibles pour l'exploration diamantifère ayant un coefficient de Keating de plus de 90 % (valeur absolue). Les cibles surlignées en jaunes étaient jalonnées en date du 14 mars 2010.

Cible	Estant	Nordant	Amplitude	Coefficient de corrélation
0	507840	5853300	83,1	93
1	508920	5853660	92,8	93,9
2	509160	5852640	103,5	92,8
3	509880	5852220	87,7	90,1
4	511920	5844300	55,8	90,6
5	517560	5853840	60,6	94,6
6	520260	5816280	68,1	91,3
7	522960	5823360	186,6	92,7
8	528180	5825040	199,7	90,2
9	528600	5824260	48,3	-91
10	531240	5843040	185,2	90,2
11	534420	5839200	107,6	91,4
12	534660	5819760	57	90,2
13	547440	5838300	140,4	91,1
14	564600	5843400	155,3	90,2
15	565680	5819880	145,3	90,7
16	569160	5821080	323,2	90,3
17	571860	5858580	92,1	91,5
18	572160	5844120	99,2	90,4
19	573180	5835960	381,4	90,1
20	574320	5820960	448,9	90,7
21	577500	5857200	176,7	91,8
22	581100	5852460	86,1	-90,8
23	581640	5850300	130,8	90,1
24	582060	5852160	155,5	90,7
25	582240	5834520	155,2	90,8
26	588060	5824260	82,2	91,4
27	591120	5831580	156,1	92,7
28	591420	5842980	324,9	91,9
29	591840	5836380	83,6	91,5
30	595980	5828820	149	92,4
31	596040	5839980	116,1	92,9
32	596160	5842920	275,4	91,2
33	596580	5836260	387,7	94,2
34	598320	5831760	177,2	91,3
35	598320	5833800	332,7	91,4
36	603480	5840160	80,6	90,3
37	604200	5819220	434,4	93,2
38	607800	5857380	541	92,4

Cible	Estant	Nordant	Amplitude	Coefficient de corrélation
39	609060	5836260	134,2	-90,1
40	612240	5847780	108,1	90,4
41	615900	5872380	317,6	90,8
42	618780	5832240	67,4	-90,2
43	621540	5834580	105,4	92,8
44	625860	5829000	216,1	90,2
45	627480	5836560	134,3	92,8
46	631980	5819940	78,3	90
47	635040	5860620	86,4	90,9
48	639360	5822760	99	-91,2
49	640380	5875200	30,2	-91,7
50	640920	5861400	62,3	90,2
51	643680	5827020	72,3	90,7
52	646620	5854080	102,1	90,5
53	648360	5846340	142,2	91,7
54	654720	5853780	100,1	90,2
55	655320	5837280	279,1	90,3
56	658860	5850120	157,4	90,5
57	659040	5846040	66,5	93,6
58	663720	5832420	72	91
59	667740	5854740	84,2	90
60	677400	5826120	52,2	90,8
61	679500	5876460	79,3	90,6
62	680340	5826960	65,8	90
63	681120	5826780	46,7	91,6
64	681120	5837760	37,2	91,2
65	683940	5867040	139,7	91,7
66	685320	5875140	191	92,8
67	687180	5832000	60,4	-91
68	688140	5828040	52,4	91,1
69	688500	5828760	36,8	92,8
70	690000	5868900	32,5	92,4
71	690780	5828700	36,1	90,8
72	691380	5864700	31,6	93
73	692520	5868900	38,3	91
74	692880	5827260	13,1	-91,4
75	697320	5863140	44,7	91
76	700920	5827020	31,2	93,2

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

Inclinaison magnétique	75,6°
Déclinaison magnétique	18,5°W
Intensité relative du champ magnétique total (kH)	100 nT
Distance au sommet du cylindre	115 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) 480 m
Filtre de lissage	2 passes

TABLEAU 3 – Liste des cibles pour l'exploration uranifère. Les cibles surlignées en jaunes étaient jalonnées ou partiellement jalonnées en date du 14 mars 2010.

cible	superficie	Estant	Nordant	Max U/Th par rapport au bruit de fond	moyenne U (ppm)	Max U (ppm) sur cible
1	3,18	501544	5859577	2,75	1,94	4,59
2	0,71	515879	5845076	2,30	1,94	2,88
3	0,59	520489	5847334	2,35	1,32	1,92
4	4,69	525498	5840263	3,16	1,18	4,18
5	10,72	541095	5834790	3,61	1,71	3,50
6	1,96	542487	5840572	2,33	1,60	4,43
7	1,17	548332	5841558	1,97	2,24	3,75
8	9,39	611154	5869322	5,07	1,99	5,60
9	5,45	612369	5873371	2,81	1,01	2,37
10	1,84	616405	5868451	1,71	2,11	3,62
11	2,50	620771	5865895	2,17	1,95	6,04
12	1,86	621967	5864647	1,73	1,95	3,36
13	3,86	624034	5873016	2,55	1,17	2,61
14	3,04	625146	5869846	2,39	1,57	3,54
15	1,57	625825	5872164	1,86	1,93	3,75
16	0,99	627126	5851296	2,30	1,93	2,91
17	6,53	631650	5869230	3,50	1,31	2,56
18	0,31	636489	5844627	1,53	2,25	3,11
19	1,50	644263	5873589	2,93	1,42	3,33
20	0,69	684821	5841425	2,23	2,12	3,17
21	5,62	686760	5839935	3,17	1,09	2,52
22	2,26	700500	5844683	2,68	1,20	3,55