

ET 2020-02

Évaluation du potentiel minéral à partir d'un levé géologique du Quaternaire dans la partie SE de la rivière Mistassini (SNRC 32H01, 32H02, 32H07 et 32H08)

Documents complémentaires

Additional Files



Licence



Licence

Cette première page a été ajoutée
au document et ne fait pas partie du
rapport tel que soumis par les auteurs.

Énergie et Ressources
naturelles

Québec 

Évaluation du potentiel minéral à partir d'un levé géologique du Quaternaire dans la partie SE de la rivière Mistassini (SNRC 32H01, 32H02, 32H07 et 32H08)

ET 2020-02



Les bords de routes constituent généralement d'excellents sites d'échantillonnage pour le till de fond.

Mohamed El Amrani

DOCUMENT PUBLIÉ PAR LA DIRECTION GÉNÉRALE DE GÉOLOGIE QUÉBEC

Direction générale

Jean-Yves Labbé, par intérim

Bureau de la connaissance géoscientifique du Québec

Andrea Amortegui

Direction de l'information géologique du Québec

Jean-Yves Labbé

Direction de la promotion et du soutien aux opérations

Robert Thériault, géo., par intérim

Auteur

Mohamed El Amrani, géo.

Lecture critique

Hugo Dubé-Loubert, géo.

Édition

Claude Dion, ing.

Assistance technique

Kathleen O'Brien et Julie Sauvageau

Graphisme

André Tremblay

Évaluation du potentiel minéral à partir d'un levé géologique du Quaternaire dans la partie SE de la rivière Mistassini (SNRC 32H01, 32H02, 32H07 et 32H08)

Mohamed El Amrani

ET 2020-02

Résumé

Le Bureau de la connaissance géoscientifique du Québec (BCGQ) a entrepris au cours de l'été 2018 une campagne de cartographie des dépôts de surface dans la région de la rivière Mistassini (feuilles SNRC 32H01, 32H02, 32H07 et 32H08). Ces travaux ont été jumelés à un échantillonnage systématique des sédiments glaciaires (till) et des sédiments fluvioglaciaires (esker). Au total, 142 échantillons de till et 7 échantillons d'eskers ont été prélevés et analysés afin de caractériser le potentiel minéral de la région. Les données historiques (géologie du roc et géochimie des sédiments de fond de lac), combinées aux nouveaux résultats des analyses géochimiques de la fraction fine du till (<63 µm) et du comptage des minéraux lourds, ont permis de mettre en évidence deux zones présentant un potentiel minéral favorable. La première se situe dans la partie ouest de la région et présente un intérêt pour des minéralisations en niobium, en tantale et en éléments de terres rares. La deuxième zone se situe dans la partie orientale de la région et présente des anomalies en nickel, en fer et en titane. Le schéma de dispersion glaciaire dans la région semble être associé essentiellement à l'érosion des complexes intrusifs (p. ex. Complexe alcalin de Crevier, Complexe anorthositique de Lac-Saint-Jean) lors des phases d'écoulement SSE et S.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	5
LOCALISATION ET CONTEXTE GÉOLOGIQUE.....	5
MATÉRIEL ET MÉTHODE.....	5
REMERCIEMENTS.....	8
RÉSULTATS	8
Zone favorable pour le Nb-Ta et les éléments de terres rares.....	9
Zone favorable pour le Ni et le Fe-Ti	9
Dispersion glaciaire.....	9
CONCLUSION.....	9
RÉFÉRENCES	13

INTRODUCTION

Dans plusieurs régions du Québec, la couverture sédimentaire formée par les dépôts meubles constitue un sérieux obstacle à la cartographie et à l'évaluation du potentiel minéral du substratum rocheux. Dans ce contexte, la glacio-prospection représente l'un des outils les plus couramment utilisés pour orienter l'exploration minérale vers les secteurs prometteurs. Cette méthode permet de délimiter l'aire de répartition des fragments arrachés à un affleurement rocheux minéralisé lors d'une ou de plusieurs phases d'écoulement glaciaire. Cette surface, communément appelée trainée de dispersion glaciaire, offre l'avantage d'être plus large que la source des débris et est donc plus facile à détecter (p. ex. DiLabio, 1990; McClenaghan et Paulen, 2018).

Dans cette optique, le Bureau de la connaissance géoscientifique du Québec (BCGQ) a réalisé, au cours de l'été 2018, un levé des sédiments quaternaires dans la région de la rivière Mistassini (feuilles SNRC 32H01, 32H02, 32H07 et 32H08). Ce levé a permis de cartographier les morphologies et les formations superficielles de la région, de déterminer la séquence des écoulements glaciaires et de prélever plus d'une centaine d'échantillons de till et de sédiments d'eskers (El Amrani, 2019a et 2019b).

Ce rapport a pour objectif de présenter les principaux résultats obtenus à partir des différentes analyses réalisées (géochimie de la fraction fine des tills, examen des concentrés de minéraux lourds) sur les échantillons prélevés dans le but d'évaluer le potentiel minéral du territoire investigué.

LOCALISATION ET CONTEXTE GÉOLOGIQUE

La zone d'étude se trouve au nord de la ville de Girardville, dans la région administrative de Saguenay–Lac-Saint-Jean. Elle s'étend sur 4048 km² et couvre quatre feuilles SNRC à l'échelle 1/50 000 (32H01, 32H02, 32H07 et 32H08; figure 1a). L'accès depuis Girardville et Dolbeau-Mistassini est facilité par un réseau de chemins forestiers assez dense.

Le territoire comprend, dans sa partie sud, une dizaine de zones interdites à l'exploration minérale (figure 1b). Toutefois, ces zones de faible étendue occupent seulement 0,93 % du territoire et correspondent surtout à des refuges biologiques.

Le socle rocheux de la région fait partie de l'Allochtone de la Province géologique de Grenville (Laurin et Sharma, 1975). Les roches métamorphiques d'âge paléoprotérozoïque et mésoprotérozoïque forment l'essentiel du substratum rocheux du territoire et comprennent principalement des migmatites et une variété de gneiss (figure 1b). Les roches intrusives affleurent dans les secteurs nord, est et ouest de la zone et correspondent à des granitoïdes, des syénites,

des monzonites, ainsi qu'à des granites et des pegmatites (figure 1b).

La région renferme quelques zones minéralisées connues (figure 1b). Il s'agit d'indices de niobium (Crevier, Crevier SE, Niotaz, Niotaz Sud, Dolbeau-NO), de nickel (Zec aux Rats, Saint-Stanislas-Nord, Lac du Caribou, Lac de la Mitaine-NO, Lac Yenevac), de cuivre (Mc Nickel, Lac Jumeau Sud, Samaqua, Rivière Mistassibi), de fer (Girardville, Saint-Stanislas, Catherine, Lac Perron) et d'un seul indice de titane (Lac de L'Écluse). Les principales minéralisations du niobium se situent dans la partie NW de la région où elles sont associées aux syénites néphéliniques pegmatitiques du Complexe alcalin de Crevier (Bergeron, 1980; Sénéchal, 2010; Block *et al.*, 2011; Chartrand, 2012; Ouellet, 2013; Groulier *et al.*, 2014). Les indices de Fe-Ti (Guérin Tremblay et Tremblay, 2012; Tremblay, 2014) et de Ni-Cu (Rondot, 1963; Ouellet, 2000; Doucet, 2014) sont principalement associés au Complexe anorthositique de Lac-Saint-Jean dans la partie orientale de la région.

La région a connu au Quaternaire une succession d'événements glaciaires et postglaciaires qui ont contribué à la mise en place d'un volume important de dépôts meubles. L'évolution de l'Inlandsis Laurentidien dans cette région est relativement complexe. Elle est associée à au moins quatre différentes phases d'écoulement glaciaire régionales (El Amrani, 2019a) : 1) un écoulement ancien vers le SE enregistré uniquement sur les surfaces rocheuses; 2) un écoulement vers le SSE; 3) un écoulement vers le S; et 4) un écoulement récent vers le SSW illustré par des marques d'érosion glaciaire et quelques formes de terrain (figure 2). La plupart des formes de terrain et des marques d'érosion glaciaire de la région sont associées aux écoulements SSE et S.

L'information sur la nature, l'étendue et la répartition des affleurements rocheux ainsi que l'identification des écoulements glaciaires ayant influencé la production et le transport du matériel diamictique sont des données extrêmement importantes. Elles permettent d'avoir un aperçu global de la dynamique glaciaire et d'établir un modèle de dispersion utile pour expliquer les résultats d'analyse anomaux.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Dans le cadre de ce projet, 142 échantillons ont été prélevés dans le till et 7 échantillons dans les sédiments fluvioglaciaires (eskers). Pour chaque site d'échantillonnage, des observations de nature géomorphologique, lithostratigraphique et sédimentologique ont été réalisées. Les déplacements sur le terrain ont été principalement effectués en camion. Des véhicules de type quad ont été utilisés pour circuler sur les chemins non carrossables. Le prélèvement des échantillons de till a été systématiquement effectué à environ tous les cinq kilomètres le long des chemins forestiers carrossables, ce qui correspond à une maille d'à peu

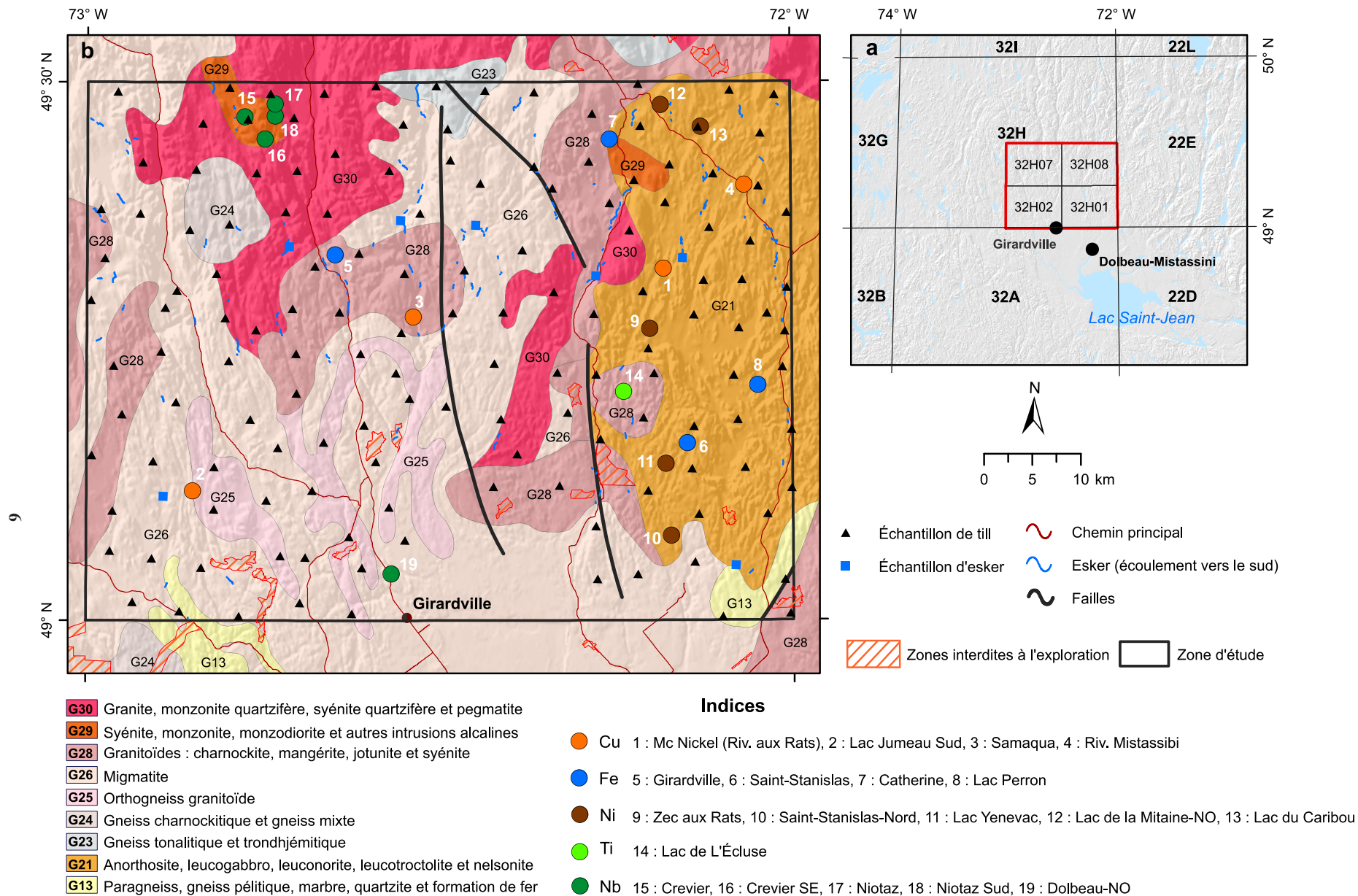


FIGURE 1 – Géologie et potentiel minéral de la zone d'étude (modifié de Thériault et Beauséjour, 2012; SIGÉOM, 2019).

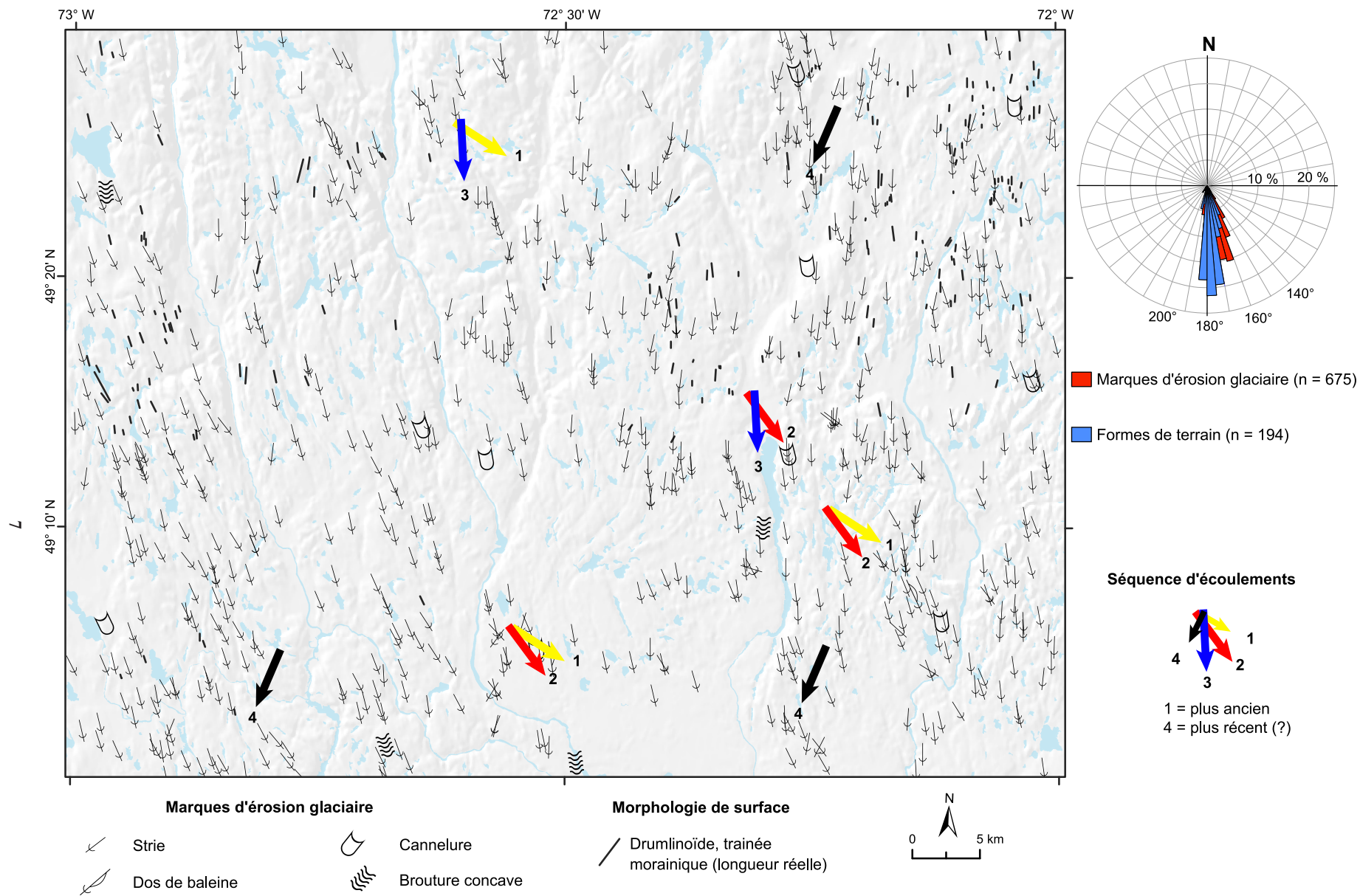


FIGURE 2 – Directions et phases d'écoulement glaciaire.

près un échantillon au 25 km² dans les secteurs bien desservis. Les quelques eskers identifiés sur les photos aériennes ont également été échantillonnés lorsqu'accessibles.

L'échantillonnage a été effectué à l'aide d'une pelle dans la partie non altérée des dépôts (horizon C). La profondeur d'échantillonnage varie entre 0,3 et 1,2 m dans les trous et entre 0,4 et 3,2 m dans les coupes stratigraphiques (bords de routes, bancs d'emprunt, etc.). Dans le cas des sédiments glaciaires, seulement le till de fond a été recueilli. Le poids moyen des prélèvements est de 10 kg pour le till et de 15 kg pour les sédiments d'esker. À chaque site d'échantillonnage de till, un second échantillon d'environ 1 kg a été prélevé pour l'analyse géochimique de la fraction fine. Dans le cas des eskers, un tamisage initial a été réalisé sur place afin de récupérer seulement la fraction granulométrique inférieure à 8 mm. Afin d'éviter toute contamination des échantillons, la pelle a été systématiquement nettoyée avant chaque échantillonnage.

Le traitement et l'examen des concentrés de minéraux lourds ont été effectués par IOS Services Géoscientifiques en utilisant le protocole modifié de McClenaghan (2011) décrit dans le rapport du prestataire de service (Fournier, 2019). Après le prélèvement d'un témoin de 500 g, chaque échantillon a été tamisé en différentes classes granulométriques, puis séché et pesé. La fraction granulométrique de 250 à 1000 µm a été soumise à une séparation gravimétrique à l'aide d'une table à secousses. La concentration et la récupération des grains d'or et des minéraux du groupe du platine ont été effectuées à cette étape à l'aide d'un lit fluidisé installé en amont de l'instrument. Le matériel provenant de la table à secousses a été récupéré, puis nettoyé à l'acide oxalique. Il a été ensuite soumis à une séparation densimétrique à l'aide d'une liqueur dense (polytungstate de lithium, masse volumique de 3,2 g/ml) afin d'en récupérer la fraction lourde. Les grains de la fraction non ferromagnétique obtenue après une séparation magnétique (séparateur à barrière de champ Frantz LB-1) ont été examinés à l'aide d'un stéréomicroscope. Certains minéraux ont été analysés au microscope électronique à balayage (MEB) couplé à un spectromètre à dispersion d'énergie EDS-SDD pour déterminer leur composition chimique et valider l'identification visuelle. Certains de ces minéraux ont aussi fait l'objet d'analyses géochimiques semi-quantitatives. Les résultats bruts des analyses des concentrés de minéraux lourds ont déjà été diffusés dans un rapport de la série DP (El Amrani, 2019b) et sont disponibles en ligne dans la base de données documentaire « Examine ».

Les analyses géochimiques du till ont été réalisées au laboratoire ActLabs à partir d'une aliquote de 30 g de la fraction fine (<63 µm) obtenue après tamisage de l'échantillon initial. Les éléments majeurs ont été analysés par fusion totale et spectrométrie d'émission optique par plasma inductif (ICP-OES). Les éléments en traces et les métaux ont été dosés par spectrométrie de masse par plasma inductif (ICP-MS) après digestion à l'eau régale ou, dans le cas des éléments de terres rares, à la suite d'une fusion totale

(0,5 g). Les résultats bruts des analyses géochimiques de la fraction fine du till sont disponibles dans la base de données du SIGÉOM sous le volet « Géochimie - échantillons de sédiments » à l'adresse suivante : http://sigéom.mines.gouv.qc.ca/signet/classes/I1102_aLaCarte?l=F.

À des fins de contrôle de qualité des analyses, des standards et des blancs ont aussi été envoyés au laboratoire ActLabs. De plus, six duplicatas de till, soit 4 % du nombre total d'échantillons, ont été prélevés sur le terrain, traités et analysés afin de tester la précision des dosages effectués au laboratoire. Dans le cas des concentrés de minéraux lourds, des blancs ainsi que des échantillons volontairement enrichis en certaines espèces minérales (or, ilménite, etc.), ont aussi été envoyés au laboratoire d'IOS Services Géoscientifiques.

Le traitement et la représentation des données ont été réalisés sur les logiciels Excel et ArcGis ver. 10. Ce rapport présente seulement les anomalies susceptibles de présenter un intérêt pour l'exploration. Pour chaque élément chimique d'intérêt, les teneurs ont été exprimées en percentiles et seules les valeurs élevées (centile supérieur au 95e rang) ont été représentées sur les cartes. Le contenu en minéraux indicateurs a été exprimé sous la forme de nombre de grains du minéral en question par échantillon d'un poids normalisé à 10 kg.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont à toutes les personnes qui ont participé à la réalisation de ce travail. Mentionnons Hugo Raymond de l'Université du Québec à Montréal pour sa contribution fort appréciée aux travaux de terrain, Jonathan Aubin, Jacques Paquet, Clotilde Duvergier et Marie Dussault pour la logistique, ainsi que Kathleen O'Brien, Julie Sauvageau et Nathalie Bouchard pour le soutien géomatique et la diffusion des données. Enfin, un merci tout particulier à Hugo Dubé-Loubert pour son examen critique de la première version du manuscrit et à Claude Dion pour la révision linguistique et l'édition de la version finale de ce rapport.

RÉSULTATS

Les résultats des analyses de la fraction fine du till et l'examen des concentrés de minéraux lourds du till et des eskers, combinée aux données existantes pour le roc et les sédiments de fond de lac, ont permis de définir deux zones favorables à l'exploration minérale dans la région d'étude : une zone favorable pour les minéralisations en Nb-Ta et les éléments de terres rares (ETR) et une autre pour les minéralisations de Ni et de Fe-Ti.

Zone favorable pour le Nb-Ta et les éléments de terres rares

Cette zone favorable d'ampleur régionale (615 km²), située dans la partie ouest de la région, présente des anomalies en niobium-tantale (figure 3a) et en éléments de terres rares (figure 3b). Dans cette zone, quatre indices de niobium sont déjà connus dans le roc et une dizaine de valeurs sont considérées comme anormales dans les sédiments de fond de lac avec des teneurs allant jusqu'à 8,9 ppm Nb. Dans la fraction fine du till, les teneurs en niobium les plus élevées dans cette zone sont comprises entre 3,8 et 4,4 ppm. L'examen des concentrés de minéraux lourds démontre que certains échantillons contenaient des minéraux riches en niobium, tels que l'ilménite niobifère, avec des valeurs atteignant parfois 23 grains/échantillon dans le till.

Au total, 118 grains de minéraux riches en tantale (p. ex. colombo-tantalite) ont aussi été détectés, essentiellement dans le till. Deux échantillons en contiennent respectivement 24 et 26 grains. Par contre, les teneurs en tantale dans la fraction fine du till (< 63 µm) sont toutes en dessous de la limite de détection (< 0,05 ppm).

Les valeurs anormales (> 95^e percentile) obtenues pour les éléments de terres rares varient entre 267,5 à 704,4 ppm dans les sédiments de fond de lac et entre 480,7 et 681,4 ppm dans la fraction fine du till (figure 3b). Notons également que 15 grains de monazite (total pour tous les échantillons) ont été observés dans les concentrés de minéraux lourds d'échantillons de till provenant de la partie ouest de la région. Ces grains semblent être associés à la même anomalie en Nb-Ta-ETR identifiée pour ce secteur.

La forme allongée selon une direction NNW-SSE de l'anomalie en Nb-Ta-ETR (~45 km de longueur et ~14 km de largeur) et sa position au sud du Complexe alcalin de Crevier suggèrent une dispersion glaciaire des minéraux à partir de cette unité déjà connue pour les minéralisations de ce type (Bergeron, 1980; Sénéchal, 2010; Block *et al.*, 2011; Chartrand, 2012; Ouellet, 2013; Groulier *et al.*, 2014). Cette observation est cohérente avec les principales directions d'écoulement glaciaire reconnues pour la région (phases SSE et S).

Zone favorable pour le Ni et le Fe-Ti

Cette zone d'importance régionale (746 km²) montre une forme allongée selon une direction N-S et renferme un potentiel pour les minéralisations en nickel et en fer-titane (figures 4 et 5).

Les teneurs en nickel les plus élevées obtenues dans la fraction fine du till dans cette zone oscillent entre 17,8 et 28,9 ppm (figure 4). Des valeurs comparables ont été enregistrées dans les sédiments de fond de lac, dont une valeur exceptionnellement élevée (897,7 ppm). Aucun minéral indicateur de minéralisation de nickel n'a été identifié lors de l'examen des concentrés de minéraux lourds. Les teneurs en cuivre, reconnu par son association avec le nickel dans

cette zone (Rondot, 1963; Ouellet, 2000; Doucet, 2014), ne dépassent pas 28,5 ppm dans la fraction fine du till. Un seul grain de chalcopyrite a été détecté dans un échantillon.

Cette zone favorable se caractérise également par des teneurs anormales (> 95^e percentile) en titane dans la fraction fine du till qui varient entre 1370 et 2030 ppm (figure 5a). Ces valeurs sont relativement plus élevées que celles obtenues dans les sédiments de fond de lac de la même zone (610 à 1570 ppm). La presque totalité de ces échantillons (till et esker) contient au moins trois grains d'ilménite (figure 5a).

Des analyses géochimiques de la fraction fine du till ont donné des teneurs anormales en fer (jusqu'à 51 100 ppm). La plupart de ces anomalies semble être associée à celles précédemment décrites pour le titane (figure 5b).

Enfin, l'étendue et l'orientation de l'anomalie de Ni-Fe-Ti indiquent l'implication des phases glaciaires SSE et S dans le processus de dispersion glaciaire. Dans l'état actuel des connaissances sur la géologie du secteur, cette anomalie d'importance régionale pourrait être associée aux roches du Complexe anorthositique de Lac-Saint-Jean qui renferment plusieurs indices minéralisés de ce type.

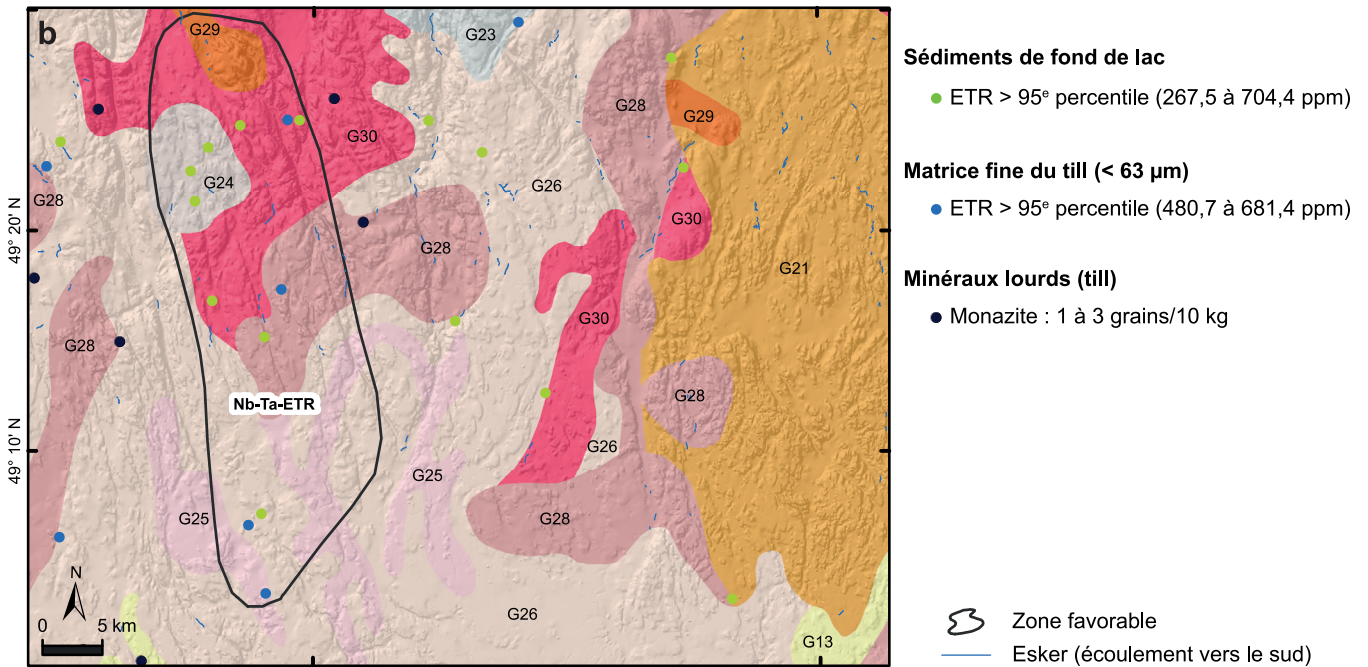
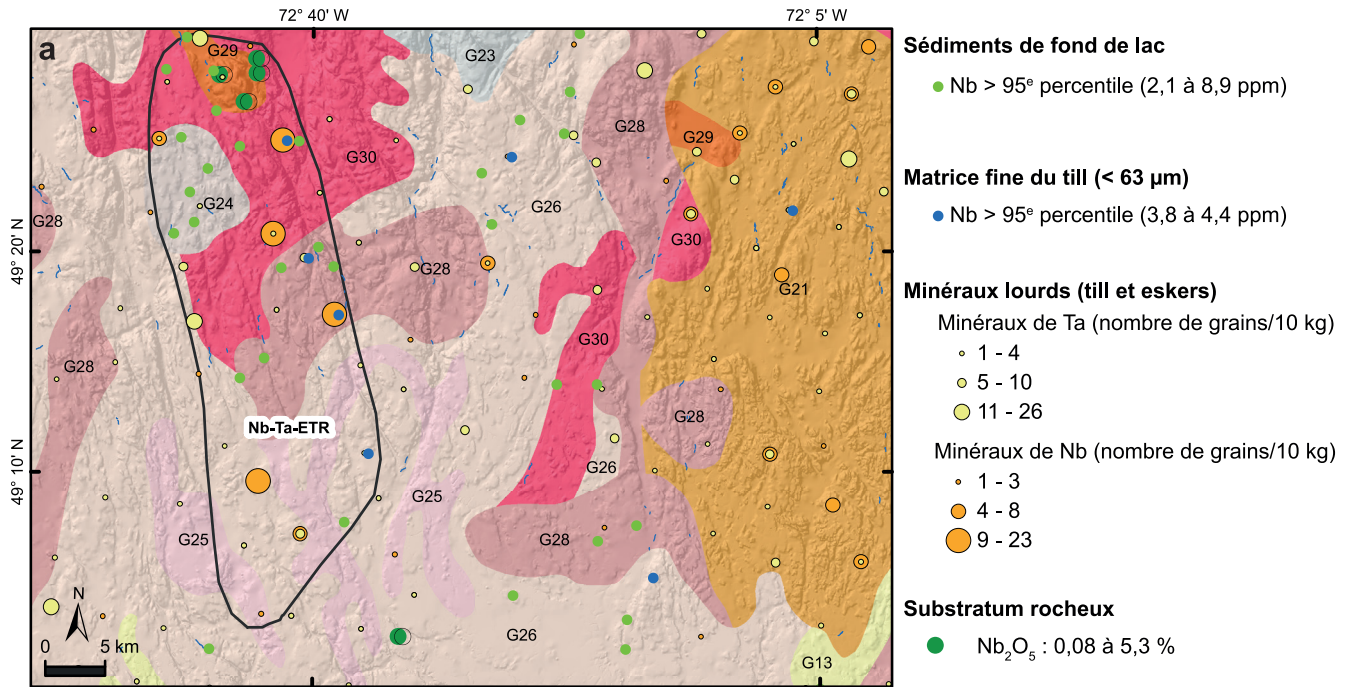
Dispersion glaciaire

Les marques de l'érosion glaciaire et les formes de terrain d'origine glaciaire permettent de déterminer la direction des écoulements, mais elles ne fournissent aucune information sur la distance de transport des matériaux. Il est généralement possible d'identifier et de délimiter une trainée de dispersion glaciaire par l'étude de la distribution des échantillons présentant une lithologie et/ou des compositions minéralogique ou géochimique particulières. Dans l'état actuel des connaissances sur la géologie de la région d'étude, l'absence de bons indicateurs lithologiques rend difficile l'évaluation des distances effectives de transport glaciaire.

CONCLUSION

Le croisement des informations historiques (géochimie des sédiments de fond de lac et géologie du roc) et des nouvelles données provenant de l'analyse de la fraction fine du till et de l'examen des concentrés de minéraux lourds du till et des eskers a permis d'identifier deux principales zones d'intérêt pour l'exploration minérale dans la région au SE de la rivière Mistassini. La première zone favorable se situe dans la partie occidentale de la région et se caractérise par son potentiel en niobium, en tantale et en éléments de terres rares. La seconde zone, localisée dans la partie est de la région, est associée à des anomalies de nickel et de fer-titane.

La définition de ces zones favorables représente une première étape dans l'évaluation du potentiel minéral de la région. Un échantillonnage plus serré de ces zones est recommandé afin de mieux cerner la géométrie des trainées de dispersion et de pouvoir circonscrire plus précisément



- G30** Granite, monzonite quartzifère, syénite quartzifère et pegmatite
- G29** Syénite, monzonite, monzodiorite et autres intrusions alcalines associées
- G28** Granitoïdes à orthopyroxène : charnockite, mangérite, jotunite et syénite à hypersthène
- G26** Migmatite
- G25** Orthogneiss granitoïde
- G24** Gneiss charnockitique et gneiss mixte
- G23** Gneiss tonalitique et trondhémitique
- G21** Anorthosite, leucogabbro, leuconorite, leucotroctolite et nelsonite
- G13** Paragneiss, gneiss pélitique, marbre, quartzite et formation de fer

Séquence d'écoulements

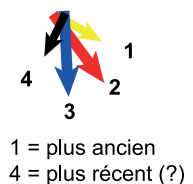
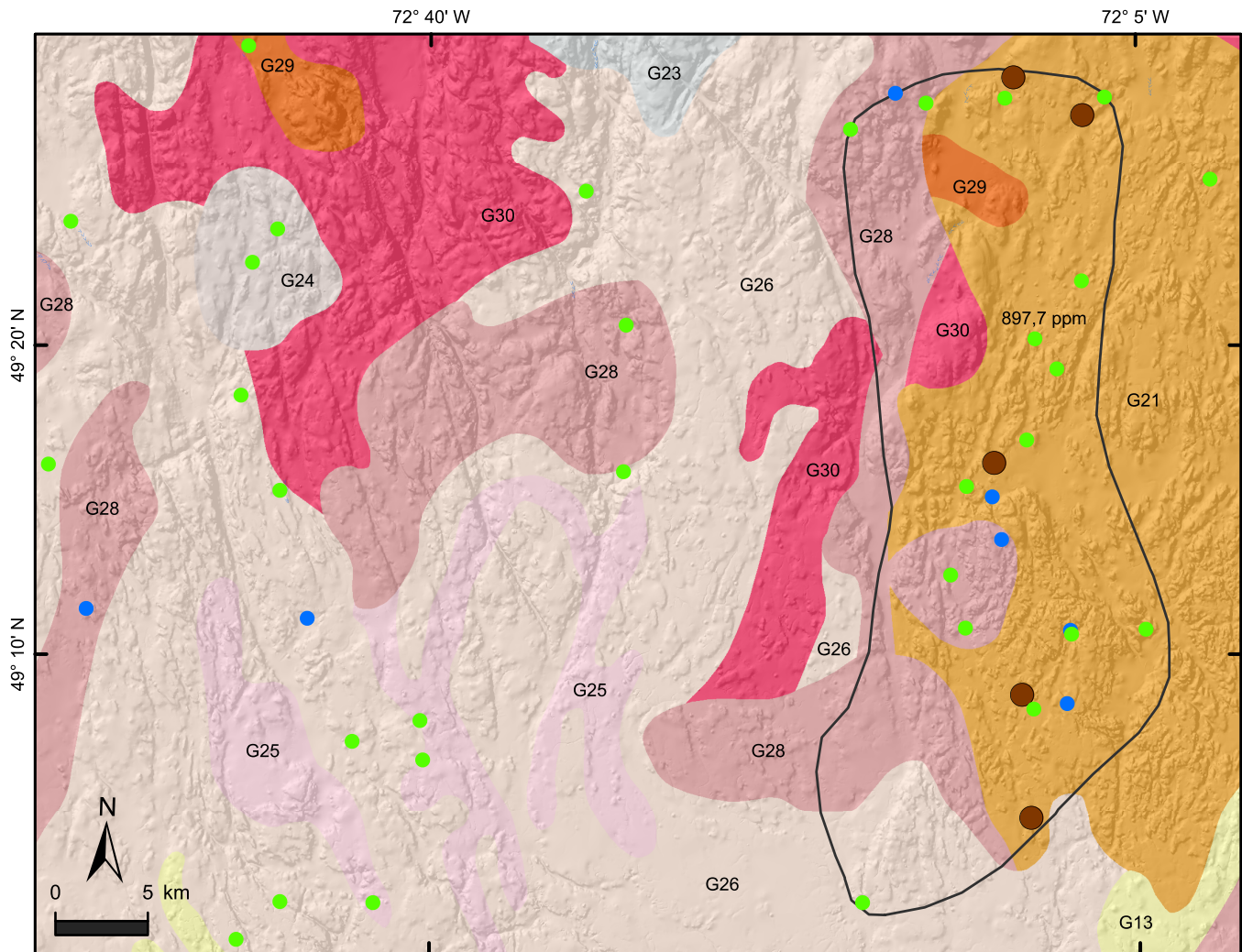


FIGURE 3 – Potentiel pour les minéralisations de niobium-tantale (a) et d'éléments de terres rares (b).



- G30** Granite, monzonite quartzifère, syénite quartzifère et pegmatite
- G29** Syénite, monzonite, monzodiorite et autres intrusions alcalines associées
- G28** Granitoïdes à orthopyroxène : charnockite, mangérite, jotunite et syénite à hypersthène
- G26** Migmatite
- G25** Orthogneiss granitoïde
- G24** Gneiss charnockitique et gneiss mixte
- G23** Gneiss tonalitique et trondhjémitique
- G21** Anorthosite, leucogabbro, leuconorite, leucotroctolite et nelsonite
- G13** Paragneiss, gneiss pélitique, marbre, quartzite et formation de fer

Sédiments de fond de lac

- Ni > 95^e percentile (13,4 à 897,7 ppm)

Matrice fine du till (< 63 µm)

- Ni > 95^e percentile (17,6 à 28,9 ppm)

Substratum rocheux

- Ni : jusqu'à 1,2 %

Cible d'exploration

Esker (écoulement vers le sud)

Séquence d'écoulements

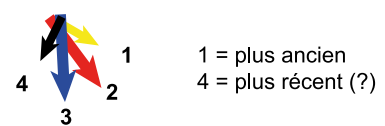


FIGURE 4 – Potentiel pour les minéralisations de nickel.

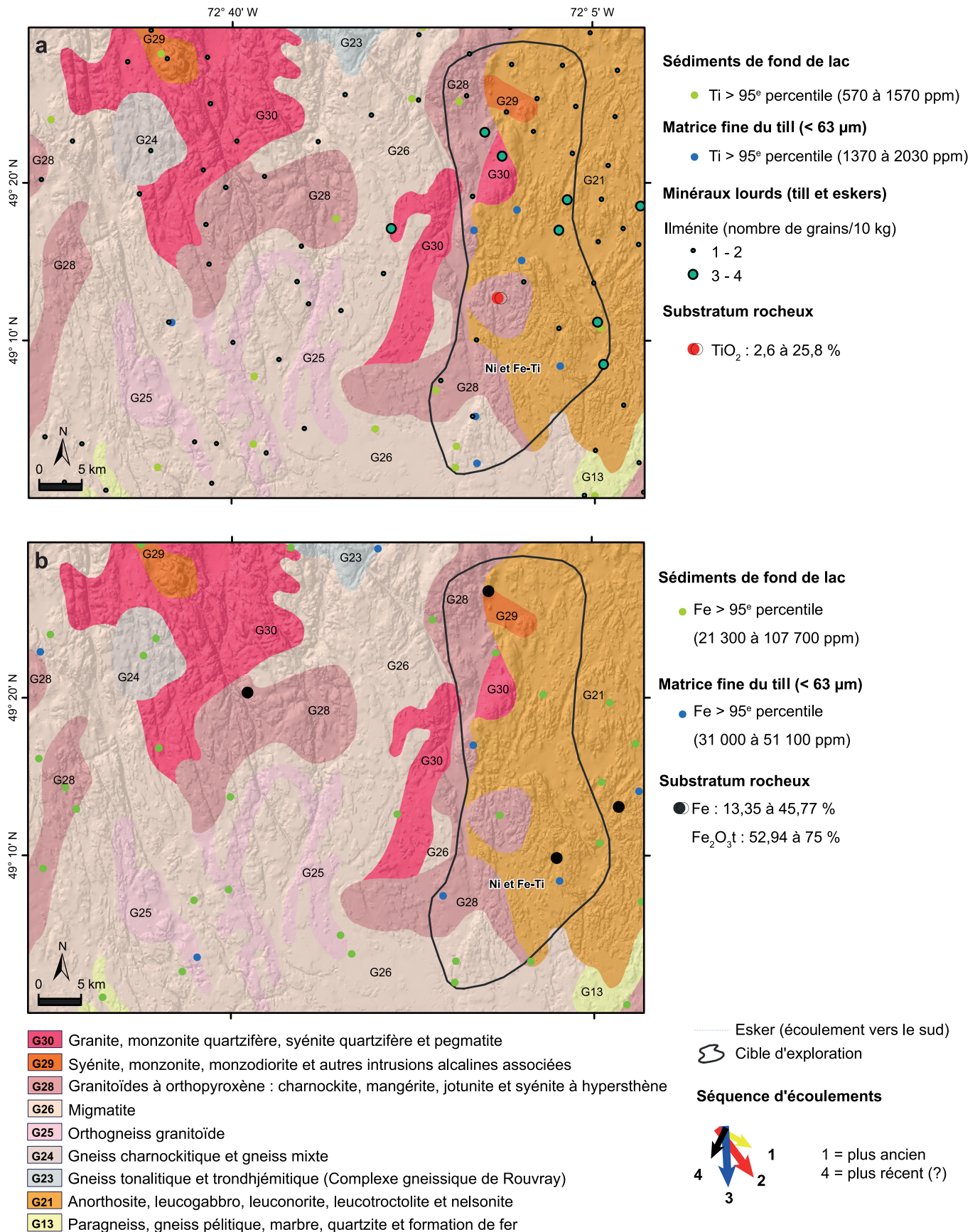


FIGURE 5 – Potentiel pour les minéralisations de fer-titane.

les sources de ces anomalies. Bien que plusieurs indices minéralisés ont déjà été découverts dans le secteur, les anomalies mises en lumière pourraient indiquer la présence d'autres sources rocheuses pour l'instant inconnues. Une étude statistique plus approfondie des données brutes de ce levé est également recommandée.

RÉFÉRENCES

- BERGERON, A., 1980 – Pétrographie et géochimie du complexe igné alcalin de Crevier et de son encaissant métasomatisé. Université du Québec à Chicoutimi; mémoire de maîtrise, 140 pages.
- BLOCK, M. – GODIN, R. – GIRARD, R., 2011 – Summer 2010 diamond drilling program in Crevier township Girardville Lac Saint-Jean. Les Minéraux Crevier, rapport statutaire soumis au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; GM 65951, 380 pages, 6 plans.
- CHARTRAND, F., 2012 – Exploration work by MDN Inc. on the Samaqua, Crevier SE and Crevier properties, Lac Saint-Jean area. MDN, rapport statutaire soumis au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; GM 66278, 48 pages, 1 plan.
- DiLABIO, R.N.W., 1990 – Glacial dispersal trains. *In*: Glacial Indicator Tracing (Kujansuu, R. and Saarnisto, M., editors). A.A. Balkema; pages 109-122.
- DOUCET, D., 2014 – Projet Poissons Blancs, campagne de forage d'exploration pour le nickel, le cuivre et le cobalt, Complexe d'anorthosite du Lac Saint-Jean, Québec. Exploration Khalkos, rapport statutaire soumis au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; GM 67944, 236 pages, 6 plans.
- EL AMRANI, M., 2019a – Géologie des dépôts de surface dans la partie SE de la région de la rivière Mistassini (SNRC 32H01, 32H02, 32H07 et 32H08). Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; RP 2019-03, 18 pages, 1 plan.
- EL AMRANI, M., 2019b – Géochimie et minéraux indicateurs des sédiments glaciaires et fluvioglaciaires dans la région de la rivière Mistassini SE, Québec. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; DP 2019-03, 3 pages
- FOURNIER, N., 2019 – Concentration et analyse de minéraux lourds provenant de sédiments glaciaires 2018, projet n° 117840527-2016-01, Chibougamau. IOS Services Géoscientifiques, rapport inédit soumis au Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; 375 pages.
- GROULIER, P.-A. – OHNENSTETTER, D. – ANDRÉ-MAYER, A.-S. – ZEH, A. – SOLGADI, F., MOUKHSIL, A. – EL BAS-BAS, A., 2014 – Étude des minéralisations en Nb-Ta de l'intrusion alcaline de Crevier. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; MB 2014-33, 66 pages.
- GUÉRIN TREMBLAY, H. – Tremblay, C., 2012 – Rapport de la campagne d'exploration été 2011, projet phosphore 2011. Ressources d'Ariane, rapport statutaire soumis au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; GM 67209, 207 pages.
- LAURIN, A.-F. – SHARMA, K.N.M., 1975 – Région des rivières Mistassini, Péribonka, Saguenay, (GRENVILLE 1965-1967). Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; RG 161, 103 pages, 10 plans.
- McCLENAGHAN, M.B., 2011 – Overview of common processing methods for recovery of indicator minerals from sediment and bedrock in mineral exploration. *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*; volume 11, pages 265-278.
- McCLENAGHAN, M.B. – PAULEN, R.C., 2018 – Application of Till Mineralogy and Geochemistry to Mineral Exploration. *In*: Past Glacial Environments Second Edition (Menzies, J and van der Meer, J.J.M., editors). Elsevier, pages 689-751.
- OUELLET, R., 2000 – Rapport des camps de prospection 1998 du fond minier de Saguenay–Lac-Saint-Jean. Fonds minier du Saguenay–Lac-Saint-Jean, rapport statutaire soumis au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; GM 58152, 83 pages.
- OUELLET, R., 2013 – Rapport des travaux de l'été 2012 sur la propriété Niotaz. Claims Sénéchal, rapport statutaire soumis au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; GM 67168, 37 pages.
- RONDOT, J., 1963 – Rapport géologique sur la région de la rivière aux Rats (comté de Roberval). Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; DPV 440, 99 pages.
- SÉNÉCHAL, B., 2010 – Rapport des travaux d'exploration simplifié, projet Crevier. Claims Sénéchal, rapport statutaire soumis au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; GM 65175, 68 pages.
- THÉRIAULT, R. – BEAUSÉJOUR, S., 2012 – Carte géologique du Québec. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; DV 2012-06, 8 pages, carte hors texte.
- TREMBLAY, C., 2014 – Rapport des travaux de la propriété du Lac Perron. Claims Tremblay, rapport statutaire soumis au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; GM 68125, 18 pages.

