

Apport de l'analyse des minéraux indicateurs et de la géochimie des dépôts glaciaires et fluvioglaciaires à l'exploration minérale dans la région de la baie Abatagouche (SNRC 321)

ET 2020-01



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

Mohamed El Amrani

Québec 

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, Pierre-Thomas Poulin et Julie Sauvageau

Graphisme

André Tremblay

Apport de l'analyse des minéraux indicateurs et de la géochimie des dépôts glaciaires et fluvioglaciaires à l'exploration minérale dans la région de la baie Abatagouche (SNRC 32I)

Mohamed El Amrani

ET 2020-01

Résumé

Ce rapport présente l'interprétation des résultats obtenus à partir des analyses de la fraction fine du till et des concentrés de minéraux lourds du till et des sédiments fluvioglaciaires (esker) prélevés au cours des étés 2015, 2016 et 2017 dans la région située au SE du lac Mistassini (feuillelet SNRC 32I). Ces résultats pourront servir de vecteurs d'exploration dans cette région dont le potentiel minéral est relativement peu connu.

Au total, 528 échantillons (469 échantillons de till et 59 échantillons de sédiment fluvioglaciaire) ont été prélevés et analysés afin de caractériser leur composition géochimique et leur contenu en minéraux lourds. Les résultats d'analyses croisés avec les données géochimiques disponibles pour le substratum rocheux et les sédiments de fond de lac ont permis de confirmer le potentiel déjà connu dans la région et de mettre en évidence de nouveaux sites et secteurs favorables. La région investiguée semble favorable pour l'or, les métaux usuels, le niobium et les éléments de terres rares.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	5
PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE	5
Localisation	5
Contexte géologique	5
MATÉRIEL ET MÉTHODE.....	8
REMERCIEMENTS.....	8
RÉSULTATS	10
Potentiel en kimberlite diamantifère.....	10
Potentiel en or	10
Potentiel en Ni, Cu et EGP	14
Potentiel en Pb et en Zn.....	14
Potentiel en Nb et en ETR.....	14
Potentiel en Fe.....	18
CONCLUSION.....	18
RÉFÉRENCES	19

INTRODUCTION

Dans les régions englacées, les écoulements glaciaires ont grandement contribué à l'érosion du substrat rocheux sous-jacent, entraînant la production de matériau diamicitique composé d'une matrice fine, de fragments rocheux et de minéraux de taille et de nature variées. Ces éléments sont transportés par la glace et/ou par les eaux de fonte, puis déposés généralement à une distance allant d'une dizaine de mètres à plusieurs kilomètres de la source (Miller, 1984; DiLabio, 1990; McClenaghan et Peter, 2013). L'accumulation des produits de l'érosion glaciaire peut former une couverture sédimentaire épaisse et continue qui constitue une entrave à l'observation du substratum rocheux et, conséquemment, à la découverte d'éventuels gisements économiques. L'étude et l'échantillonnage des dépôts de surface constituent un outil peu coûteux qui permet une évaluation sommaire et rapide du potentiel minéral d'une région donnée.

Dans cette optique, le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec (MERN) a réalisé au cours des étés 2015, 2016 et 2017 trois levés de cartographie du Quaternaire au SE du lac Mistassini (feuillelet SNRC 32I). Ces levés ont permis de cartographier les dépôts de surface de la région, d'échantillonner les sédiments glaciaires et fluvioglaciaires et de déterminer les écoulements glaciaires impliqués dans le transport des sédiments (El Amrani, 2018a, 2018b et 2018c). Les échantillons récoltés au cours de ces levés ont été analysés et les résultats diffusés dans le SIGÉOM et quelques rapports publiés dans la série DP (El Amrani, 2016, 2018d et 2019).

Le présent rapport a pour objectif d'améliorer les connaissances sur le potentiel minéral du territoire couvert. Il présente, dans une première partie, le contexte géologique de la région et la méthode de travail. La seconde partie est consacrée à la présentation et à l'interprétation des résultats d'analyses.

PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Localisation

La zone investiguée (12 841 km²) dans ce projet se situe au SE du lac Mistassini, entre les latitudes 50° N et 51° N et les longitudes 72° W et 74° W, et couvre à peu près 81 % du feuillelet SNRC 32I à l'échelle 1/250 000 (figure 1). Elle est accessible à partir de Chibougamau via la route 167 et depuis la région de Saguenay–Lac-Saint-Jean par de nombreux chemins forestiers. De plus, la région est parsemée de nombreux lacs de dimensions variées qui peuvent servir à l'amerrissage d'hydravions ou à l'usage d'embarcations.

La majeure partie des cours d'eau du territoire se draine vers le sud via les affluents du fleuve Saint-Laurent, tandis que l'autre partie s'écoule vers la baie d'Hudson (figure 1). Cette ligne de partage des eaux d'envergure régionale a pu avoir une importance majeure dans le contrôle des écoulements glaciaires. De point de vue physiographique, le territoire fait partie des hautes-terres laurentiennes du Bouclier canadien (Bostock, 1972) et présente dans l'ensemble un relief modéré avec des montagnes et des collines d'aspect moutonné témoignant de la dynamique et de l'érosion glaciaire.

Le territoire comprend quelques zones interdites à l'exploration minérale (figure 1). Ces zones se situent essentiellement dans les environs du village cri de Mistassini et, dans le nord de la région, aux abords du lac Mistassini.

Contexte géologique

Le substratum rocheux de la région se compose de roches d'âge archéen et protérozoïque (Neilson, 1953; Bergeron, 1957; Caty, 1976; Laurin et Sharma, 1972 et 1975) qui appartiennent aux provinces géologiques de Grenville et du Supérieur (figure 2). Le Parautochtone du Grenville occupe à peu près 84 % du territoire et se compose essentiellement de gneiss associé à quelques lambeaux d'amphibolite, de metabasalte et de gneiss mafique d'origine volcanique. Très peu de travaux de cartographie géologique ont été menés dans ce secteur. Dans la partie NW, des granites, des granodiorites, des monzonites, des pegmatites et des gneiss granitoïdes affleurent par endroits au contact des roches du Supérieur.

L'Allochtone du Grenville, formé en grande partie de gneiss, occupe l'extrême SE du territoire. Quant aux roches appartenant à la Province du Supérieur, elles affleurent à l'ouest et au NW du territoire. Dans la Sous-province d'Opatoca, ces dernières correspondent à des dolomies, des grès et des conglomérats du Bassin de Mistassini qui reposent en discordance sur des tonalites, des granodiorites, des monzodiorites, des diorites et des syénites. Les roches de la Sous-province de l'Abitibi, localisées à l'extrémité SW de la région d'étude, représentent essentiellement une ceinture des roches vertes volcano-sédimentaires. Ce sont pour la plupart des roches métavolcaniques, des basaltes, des andésites, des wackes, des mudrocks, et des conglomérats, avec localement des intrusions de roches plutoniques (monzonite, syénites, monzodiorites et diorites).

La géologie économique de la région est mieux connue dans sa partie occidentale où plusieurs indices d'or, d'argent, de cuivre, de zinc, de plomb et de fer ont été découverts principalement dans la Province géologique du Supérieur (figure 2). Dans la partie grenvillienne de la zone, quelques indices sont répertoriés, notamment des minéralisations de cuivre.

Au cours du dernier cycle glaciaire, la région a connu une succession d'au moins cinq phases d'écoulement glaciaire enregistrées sous la forme de stries sur le substratum rocheux et dont l'empreinte se manifeste par diverses morphologies

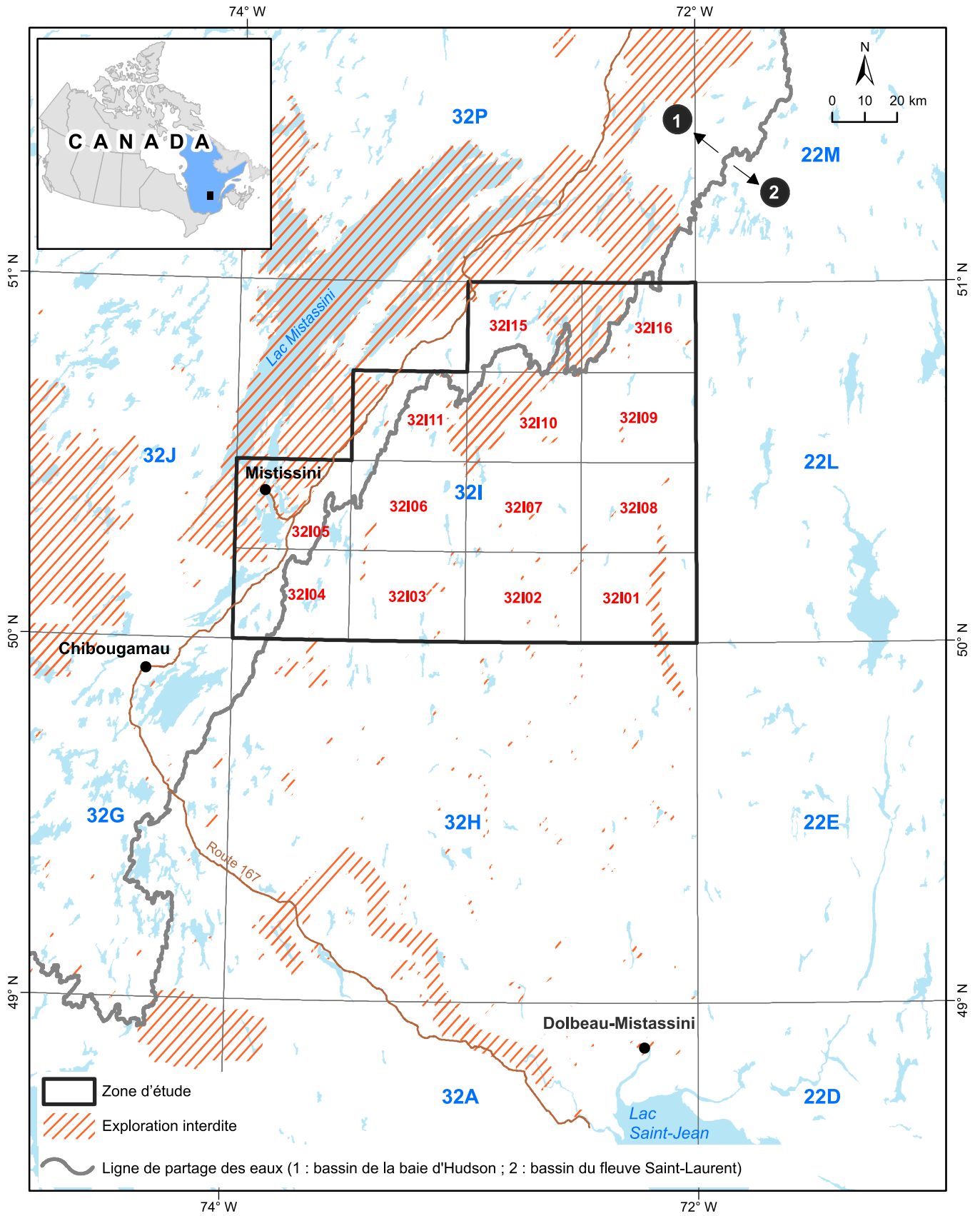
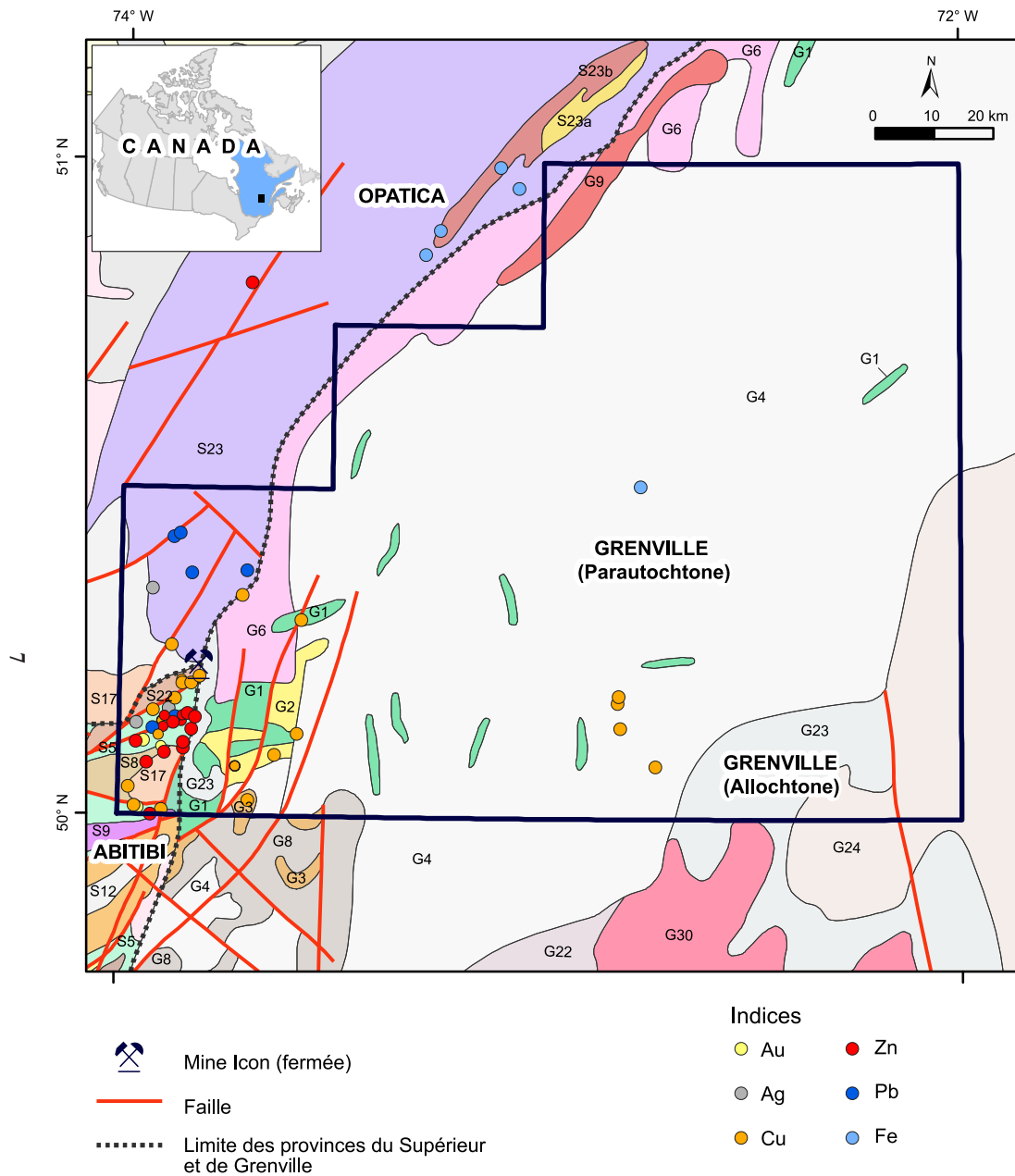


FIGURE 1 – Localisation de la zone d'étude.



PROVINCE DE GRENVILLE

PROTÉROZOÏQUE

- G30 Granite, monzonite quartzifère, syénite quartzifère et pegmatite
- G24 Gneiss charnockitique et gneiss mixte
- G23 Gneiss tonalitique; présence commune de tonalite
- G22 Gneiss non subdivisés

ARCHÉEN

- G9 Granite, granodiorite, monzonite quartzifère et pegmatite
- G8 Tonalite, granodiorite et monzodiorite
- G6 Gneiss granitoïde
- G4 Gneiss non subdivisés
- G3 Anorthosite et gabbro
- G2 Paragneiss, diatexite, roches intrusives mafiques et amphibolite
- G1 Amphibolite, metabasalte et gneiss mafique d'origine volcanique

PROVINCE DU SUPÉRIEUR (OPATICA et ABITIBI)

PROTÉROZOÏQUE

- S23 Dolomie stromatolitique, grès dolomitique, conglomérat et brèche
- S22 Argilite, wacke, conglomérat et tillite

ARCHÉEN

- S17 Monzodiorite, diorite, monzonite, syénite
- S16 Granite et granodiorite
- S12 Tonalite, granodiorite et granite, gneiss tonalitique et granodioritique
- S11 Anorthosite, gabbro, pyroxénite et périclélite
- S9 Pyroxénite, périclélite, dunite, hornblendite, serpentinite, carbonatite et filons-couches mafiques et ultramafiques
- S8 Wacke, mudrock, conglomérat, formation de fer, arénite quartzitique
- S5 Basalte, andésite et roches volcanoclastiques
- S5a Roches métavolcaniques mafiques et intermédiaires; amphibolite

FIGURE 2 – Contexte géologique et potentiel minéral de la région d'étude (modifié de Thériault et Beauséjour, 2012; SIGÉOM, 2019).

de surface (DiLabio, 1981; Bouchard et Martineau, 1985; Cadieux, 1986; Prichonnet et Beaudry, 1990; El Amrani, 2018a, 2018b et 2018c). La première phase correspond à un écoulement ancien vers le SE, suivi d'un écoulement vers le SSE (phase 2), puis par un écoulement vers le S (phase 3). Les phases 4 et 5 correspondent respectivement à un écoulement vers le SSW et à un écoulement récent vers le SW. Ce dernier mouvement caractérise surtout la partie occidentale de la région. Aucune évidence stratigraphique ou sédimentologique n'a permis d'identifier des sédiments glaciaires anciens qui seraient associés à des phases glaciaires antérieures à l'écoulement régional.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Lors des travaux de terrain, 469 échantillons ont été prélevés dans le till et 59 échantillons dans les sédiments fluvioglaciaires (eskers; figure 3). Pour chaque site d'échantillonnage, des observations de nature géomorphologique, lithostratigraphique et sédimentologique ont été réalisées. Les prélèvements ont été effectués à tous les trois à cinq kilomètres le long des chemins forestiers carrossables, ce qui correspond à une maille d'environ un échantillon au 25 km². La plupart des sites ont été visités en camion ou en quad. Les sites inaccessibles par voie terrestre ont été atteints en hélicoptère.

Les prélèvements ont été effectués à l'aide d'une pelle à une profondeur d'au moins 0,6 m dans la partie non altérée des sédiments. Dans le cas des sédiments glaciaires, seul le till de fond a été échantillonné. Le poids moyen des échantillons 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 prélèvement d'environ 1 kg a été recueilli pour l'analyse géochimique de la fraction fine. Dans le cas des eskers, un tamisage a été effectué sur place afin de récupérer seulement la fraction inférieure à 8 mm.

Le traitement et l'examen des concentrés de minéraux lourds ont été effectués par IOS Services Géoscientifiques en utilisant un protocole modifié de McClenaghan (2011) décrit dans les rapports du prestataire de service (Fournier, 2016, 2018 et 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 recueilli, puis nettoyé à l'acide oxalique. Il a ensuite été 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 leur identification visuelle. Certains de ces minéraux ont aussi fait l'objet d'analyses géochimiques semi-quantitatives. Les résultats bruts des analyses des concentrés ont déjà été diffusés par le biais de trois publications (El Amrani, 2016, 2018d et 2019) 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.

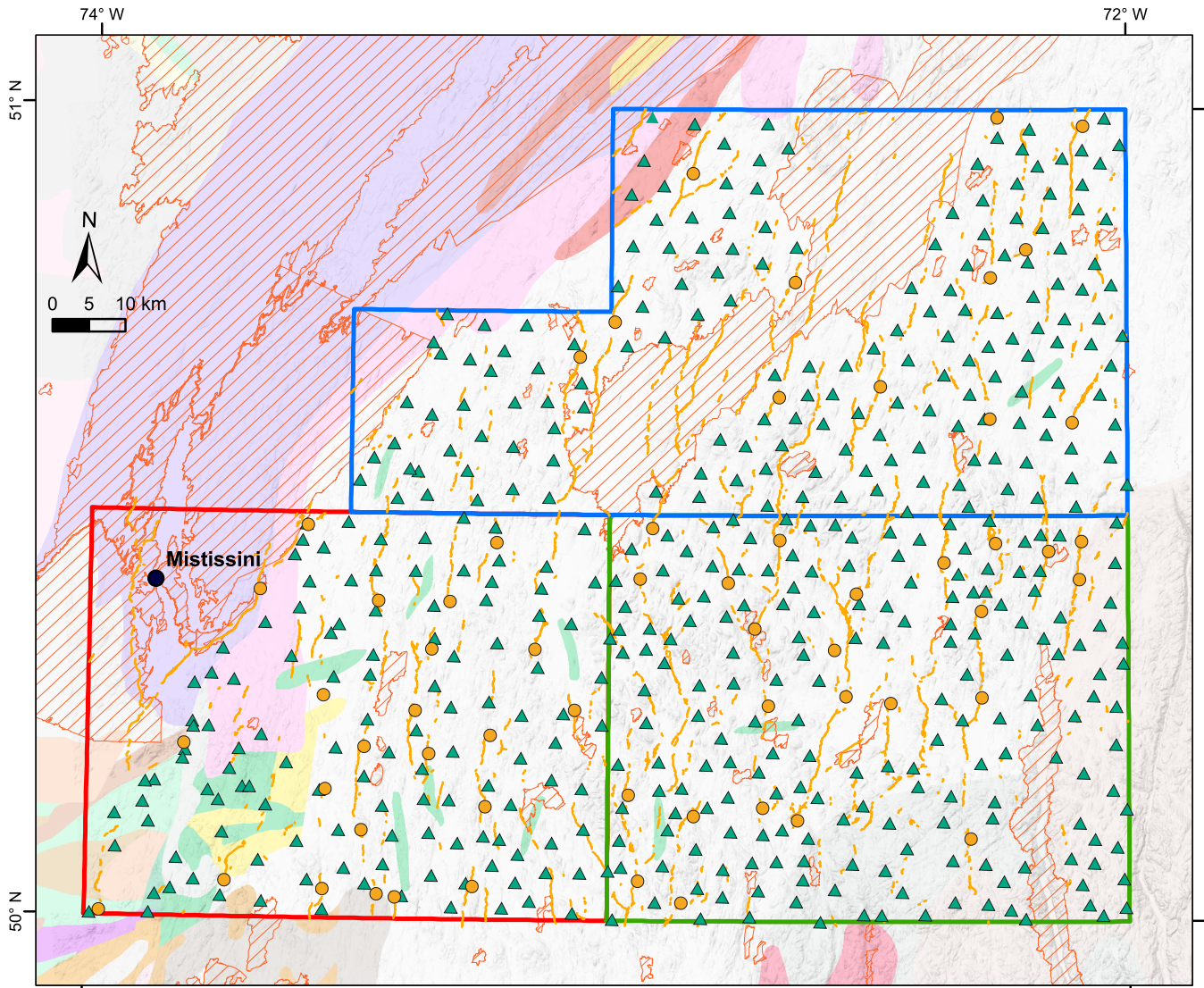
À des fins de contrôle de qualité des analyses, des standards et des blancs ont aussi été envoyés au laboratoire ActLabs. De plus, six duplicatas de till, soit 4 % du nombre total d'échantillons, ont été prélevés sur le terrain, traités et analysés afin de tester la précision des dosages effectués au 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 résultats ont été réalisés sur Excel et ArcGis ver. 10. Ce rapport présente seulement les anomalies susceptibles de constituer 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 s'adressent à toutes les personnes qui ont participé à la réalisation de ce travail. Mentionnons Jonathan Aubin, Stéphane Carignan et Jacques Paquet pour la logistique, ainsi que Kathleen O'Brien, Pierre-Thomas Poulin, Julie Sauvageau et Nathalie Bouchard pour l'intégration et la diffusion des données dans le SIGÉOM.


Nous remercions également Antoine Archambault, Thierry-Karl Gélinas et Antoine Carré de l'Université




 Aires protégées


 Secteur couvert en 2017

 Secteur couvert en 2016

 Secteur couvert en 2015

 Échantillon d'esker

 Échantillon de till

 Esker (écoulement global vers le sud)

(Légende géologique, voir figure 2)

FIGURE 3 – Localisation des échantillons prélevés.

Laval pour leur contribution aux travaux de terrain. Enfin, un grand merci à Hugo Dubé-Loubert pour la lecture critique de la version initiale du manuscrit et à Claude Dion pour la révision linguistique et l'édition de la version finale de ce rapport.

RÉSULTATS

L'analyse granulométrique des sédiments montre que la fraction inférieure à 1 mm est dominante dans tous les échantillons (till et esker). Cette fraction représente en proportion 54 à 99 % du till et 39 à 100 % des échantillons d'esker (portion < 8 mm). La projection des résultats d'analyse dans le diagramme de Krumbein et Sloss (1963) indique que le till de fond régional est sablo-silteux à silto-sableux (figure 4). La fraction argileuse représente généralement moins de 15 % du total, mais elle est relativement abondante dans les échantillons de l'été 2015 (partie SW du territoire) avec des pourcentages atteignant 31 % dans certains cas. Ceci semble traduire l'apport de particules issues de l'érosion de roches sédimentaires, plus particulièrement des roches carbonatées paléoprotérozoïques du Bassin de Mistassini (Sous-province d'Opatoca) dans la production du till dans cette région. Ce phénomène se manifeste également dans la composition chimique de la fraction fine du till dans cette partie du territoire qui présente des teneurs relativement élevées en calcium (jusqu'à 40 000 ppm) et en magnésium (jusqu'à 24 100 ppm).

Les résultats des analyses de la fraction fine du till et l'examen des concentrés de minéraux lourds du till et des eskers, combinés aux données provenant du substratum rocheux et les sédiments de fond de lac, ont permis de définir quelques zones favorables à l'exploration dans la région d'étude.

Potentiel en kimberlite diamantifère

Les kimberlites sont reconnues comme étant la principale roche hôte des diamants au Québec et au Canada (Beaumier *et al.*, 1993; Beaumier, 2000; Moorhead *et al.*, 2000; McClenaghan et Kjarsgaard, 2007). Dans cette étude, des centaines de grains de minéraux lourds potentiellement associés à des kimberlites (grenat, ilménite, chromite, diopside et forstérite) ont été identifiés visuellement au cours des analyses. Toutefois, seuls les minéraux confirmés par des analyses au MEB sont utilisés ici pour évaluer le potentiel en kimberlite de la région.

D'après les diagrammes permettant de discriminer les minéraux présentant des affinités avec les kimberlites (Dawson et Stephens 1975; Schulze, 1997; Fipke *et al.* 1995; Grütter *et al.*, 2004), un seul grenat pourrait être associé à une éclogite diamantifère et six grains d'ilménite pourraient provenir d'une kimberlite. Ces minéraux ont été détectés dans des échantillons de till provenant de sites dispersés ne formant pas de trainées distinctes (figure 5). Le grenat

pourrait provenir d'une kimberlite contenant des xénolites éclogitiques affleurant quelque part au NW de la zone ou d'une roche métamorphisée au faciès des éclogites comme celles rapportées dans le secteur du réservoir Manicouagan (Indares, 1993; Kavanagh-Lepage *et al.*, 2018). La présence d'ilménite dans le till indique une origine locale (centaine de mètres à quelques kilomètres de transport), mais l'existence de plusieurs écoulements glaciaires rend difficile la localisation de leur(s) source(s).

Potentiel en or

Les analyses géochimiques de la fraction fine du till ont révélé des teneurs faibles en or. Les valeurs les plus élevées (> 95e percentile) ne dépassent pas 19 ppb Au. Les teneurs en arsenic et en antimoine sont également faibles, inférieures à 8 ppm. Toutefois, la répartition spatiale de ces résultats démontre l'existence de deux trainées de dispersion bien distinctes orientées NE-SW, parallèles au dernier écoulement glaciaire (figures 6a et 6b). L'arsenic dans les sédiments de fond de lac semble suivre la même tendance (figure 6b).

De plus, 1437 grains d'or ont été identifiés dans les sédiments, dont 1336 appartiennent à la classe granulométrique 0 à 50 µm. Les comptes les plus élevés ont été obtenus dans le till avec des valeurs allant jusqu'à 21 grains par 10 kg d'échantillon. Les valeurs provenant des sédiments d'esker varient entre 1 et 9 grains pour un poids similaire. La scheelite (1862 grains) et l'arsénopyrite (2 grains) ont été détectées essentiellement dans les échantillons de till. La répartition spatiale de l'ensemble de ces minéraux (or, scheelite et arsénopyrite) met en évidence les mêmes trainées mises en évidence par la géochimie du till (figure 6a).

La forme et l'état de la surface des grains d'or reflètent généralement les conditions et la distance de transport (DiLabio, 1990; McClenaghan, 2001; Townley *et al.*, 2003). Dans la région d'étude, seulement 602 grains, soit 42 % du total des grains d'or récupérés, ont gardé leur forme originale, ce qui indique que la majorité des grains ont été transportés sur des distances plus ou moins importantes à partir de leurs sources. Les trainées définies par les grains intacts semblent correspondre aux trainées décrites précédemment (figure 6c). Ces grains sont également nombreux dans les parties NE et SW de la région.

Dans l'état actuel des connaissances de la géologie du roc de la région, il est difficile de déterminer les sources des trainées de dispersion de l'or observées. Dans la partie SW de la région, certains grains d'or pourraient provenir des minéralisations aurifères filoniennes ou des minéralisations de sulfures massifs volcanogènes de la Sous-province de l'Abitibi (Gagnon, 1981; Beauregard et Gaudreault, 2004; Tremblay et Berny, 2018). Dans la partie NE, où on observe un train de dispersion et une dilution glaciaire du NE vers le SW, l'abondance de grains de scheelite et de grains d'or intacts suggère la proximité de la source de l'or. Ces minéralisations pourraient être de type orogénique ou filonien et associées à des lambeaux de ceintures volcano-sédimentaires enfouies sous la couverture quaternaire.

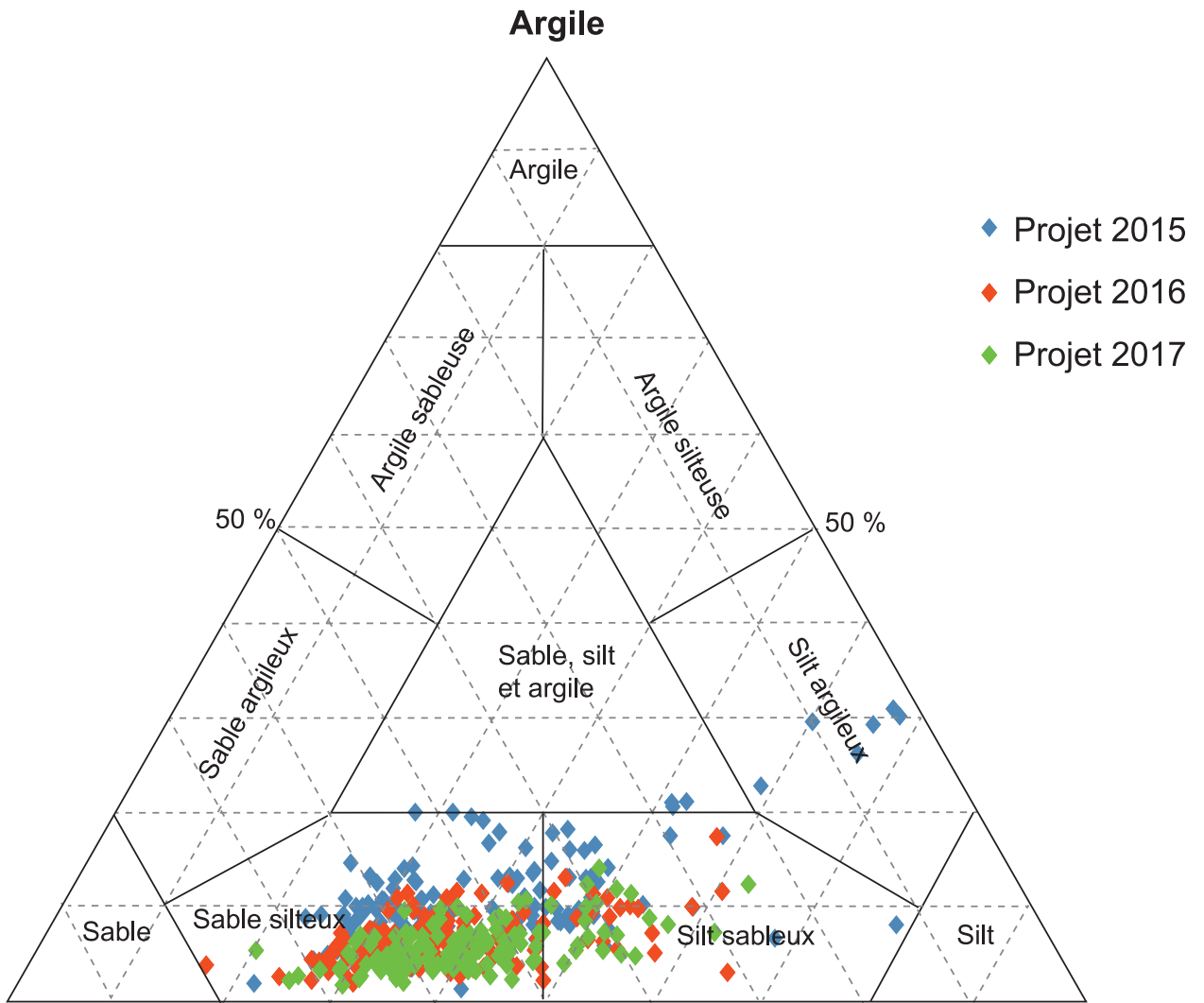
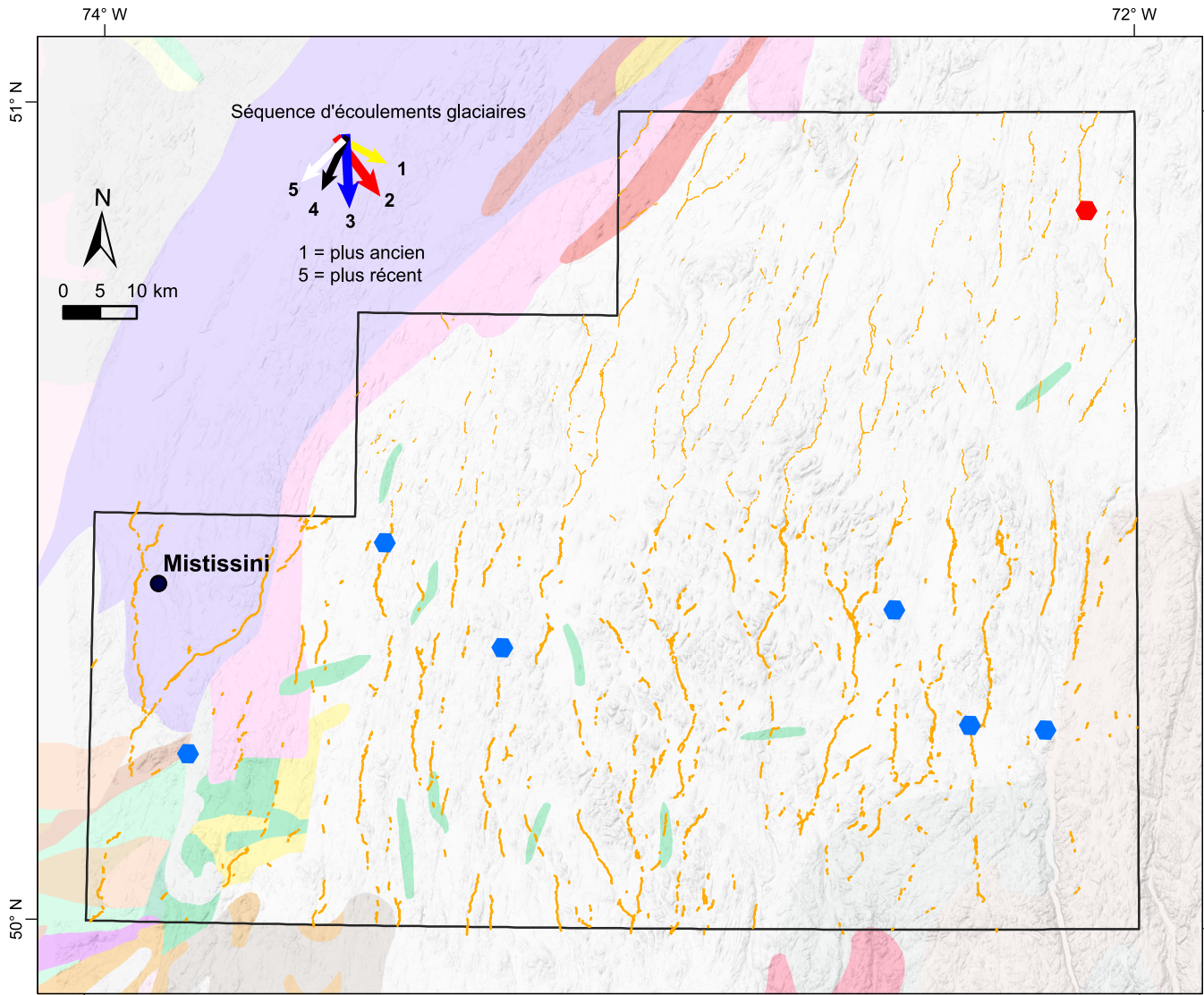


FIGURE 4 – Granulométrie de la matrice des échantillons de till.



● Grenat écolitique : 1 grain/10 kg de till

(Légende géologique, voir figure 2)

● Mg Ilménite : 1 grain/10 kg de till

— Esker (écoulement global vers le sud)

FIGURE 5 – Potentiel en diamant.

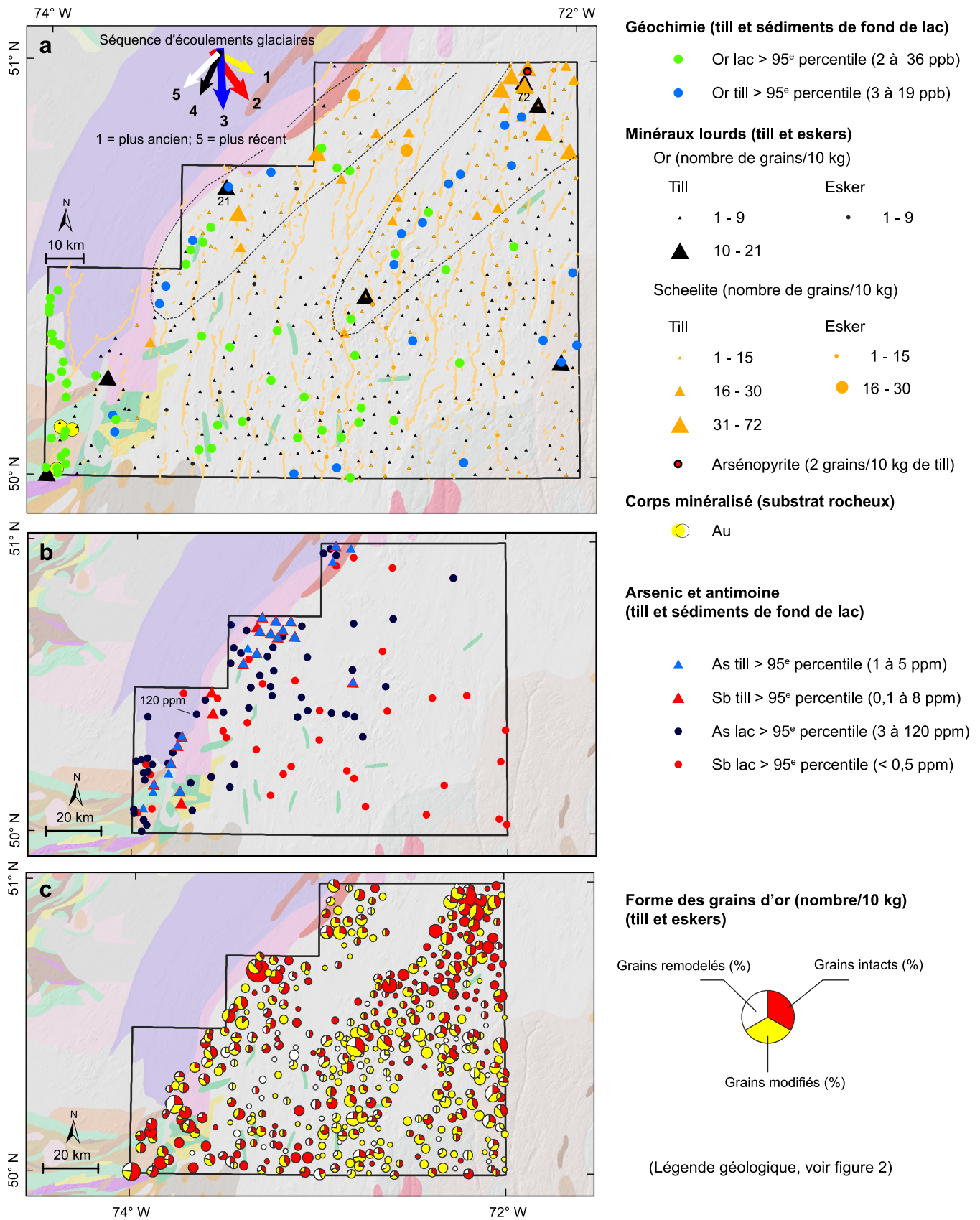


FIGURE 6 – Potentiel en or.

Potentiel en Ni, Cu et EGP

Les analyses géochimiques de la matrice fine du till indiquent que les teneurs les plus élevées (> 95e percentile) en cuivre sont comprises entre 34 et 57 ppm. Ces teneurs sont généralement comparables à celles provenant des analyses de sédiments de fond de lac (38 à 125 ppm), à l'exception d'une valeur anormale de 2936 ppm mesurée dans un lac situé à proximité de la mine Icon (figure 7a).

Un total de 393 grains de chalcopyrite ont été récupérés dans la fraction lourde des échantillons analysés, avec un maximum de 30 grains/10 kg dans le till et un maximum de 26 grains/10 kg dans un esker (figure 7a). L'échantillon de till contenant le plus grand nombre de grains de chalcopyrite a été prélevé à 4,5 km au SSW de la mine Icon.

Plusieurs valeurs anormales obtenues à partir des analyses géochimiques et des concentrés de minéraux lourds permettent de définir une traînée de dispersion NNE-SSW passant par le site de la mine Icon dans la partie SW de la région d'étude (figure 7a). Cette région, caractérisée par une dominance des marques d'écoulement glaciaire NNE-SSW (El Amrani, 2018a), comporte douze indices de cuivre encaissés dans des roches volcano-sédimentaires ou des roches sédimentaires (p. ex. Guilloux et Grenoble, 1967; D'Amboise, 1990; Frigon, 2011). Le secteur situé légèrement à l'est de cette zone présente également un certain intérêt. Il montre de fortes concentrations de chalcopyrite (13 à 26 grains) détectées dans trois eskers (figure 7a) qui résultent vraisemblablement de l'effet du tri hydraulique sur la distribution de ce minéral ou encore d'une source en amont non détectée dans les échantillons de till.

Les teneurs en nickel de la fraction fine du till et des sédiments de fond de lac sont inférieures à 111 ppm (figure 7b). Cependant, la distribution spatiale des valeurs anormales (> 95e percentile) indique trois zones favorables. La première correspond à l'extrémité orientale de la ceinture des roches vertes de l'Abitibi (partie SW de la région). Les deux autres se situent au sud et à l'est de la région et se caractérisent également par la présence de minéraux du groupe du platine (jusqu'à 53 grains dans un échantillon de till). Elles indiquent la présence de minéralisations de Ni-Cu-EGP magmatiques associées à des roches mafiques et ultramafiques (Laurin et Sharma, 1975; Grenier *et al.*, 2010).

Potentiel en Pb et en Zn

Quatorze indices de zinc et six indices de plomb sont connus dans la partie SW de la région (figures 8a et 8b). Dans la fraction fine du till et les sédiments de fond de lac, les teneurs maximales en plomb mesurées sont respectivement de 137 ppm et de 414 ppm. Seuls 18 grains de galène ont été détectés dans les échantillons, principalement dans le till, avec un maximum de 3 grains/échantillon. De plus, l'abondance de ce minéral peu résistant lors du transport glaciaire ne présente aucune association spatiale avec les

anomalies en plomb observées dans le till et dans les sédiments de fond de lac (figure 8a).

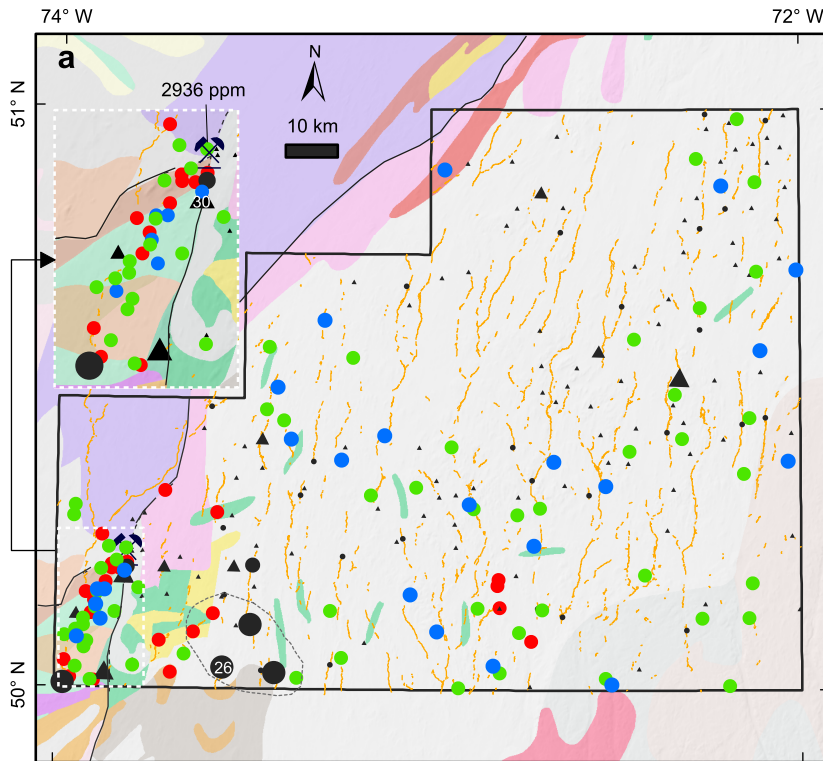
Concernant le zinc, les teneurs obtenues à partir de l'analyse de la fraction fine du till sont faibles (< 71 ppm) par rapport à celles mesurées dans les sédiments de fond de lac (< 937 ppm). L'examen des concentrés de minéraux lourds n'a pas permis de détecter de sphalérite, mais plusieurs autres minéraux de zinc ont été identifiés dans les sédiments analysés : 501 grains de staurotite zincifère, 45 grains de gahnite et 32 grains de spinelle zincifère. Le croisement de l'ensemble des résultats (géochimie du till, analyses des concentrés de minéraux lourds) obtenus avec les données historiques (indices connus, géochimie des sédiments de fond de lac) révèle que la partie SW de la région constitue une zone favorable pour le zinc et le plomb (figures 8a et 8b). Les indices découverts dans cette zone sont généralement associés aux roches volcano-sédimentaires de l'Abitibi ou aux roches sédimentaires du Bassin de Mistassini (p. ex. Caty et Chown, 1973; D'Amboise, 1990; Larouche, 1991; Bellavance, 1992).

Potentiel en Nb et en ETR

Les teneurs en niobium de la fraction fine du till et des sédiments de fond de lac sont faibles et ne dépassent pas 7 ppm. Toutefois, la répartition spatiale des valeurs anormales semble correspondre à une traînée d'orientation générale N-S dans la partie centrale de la région (figure 9a). Cette large aire de dispersion (~ 100 km de longueur et 45 km de largeur) indique la présence de plusieurs intrusions pegmatitiques ou alcalines encore inconnues dans la région. Une dizaine de grains de minéraux enrichis en niobium (ilménite niobifère, etc.) ont été détectés, notamment dans le till, mais sans association apparente avec la traînée de dispersion mentionnée précédemment.

En ce qui concerne les éléments de terres rares, les teneurs les plus élevées varient entre 257 à 2790 ppm dans les sédiments de fond de lac et semblent correspondre à la traînée mise en évidence par les valeurs en niobium (figure 9a et 9b). Dans la fraction fine du till, les teneurs anormales varient entre 200 et 408 ppm ETR et se concentrent surtout dans la partie occidentale du territoire investigué où une dizaine de grains de monazite ont été détectés (dans les tills principalement).

Dans l'état actuel des connaissances de la géologie du substratum rocheux, seules les pegmatites associées aux granites, aux granodiorites et aux monzonites pourraient être à l'origine des anomalies mises en évidence. Ces pegmatites, qui affleurent au nord de la région (figure 2), ont vraisemblablement subi une forte érosion lors de la phase glaciaire sud et SSW. La dernière phase glaciaire NE-SW semble avoir légèrement remobilisé les matériaux sans toutefois faire disparaître les traînées de dispersion existantes. Il est également fort probable que la zone d'étude renferme d'autres massifs granitiques ou pegmatitiques non identifiés à ce jour et qui seraient à l'origine de certaines des anomalies



Géochimie (till et sédiments de fond de lac)

- Cu till > 95^e percentile (34 à 57 ppm)
- Cu lacs > 95^e percentile (38 à 2936 ppm)

Minéraux lourds (till et eskers)

Chalcopyrite (nombre de grains/10 kg)

Till	Esker
▲ 1 - 5	• 1 - 5
▲ 6 - 10	● 6 - 10
▲ 11 - 30	● 11 - 26

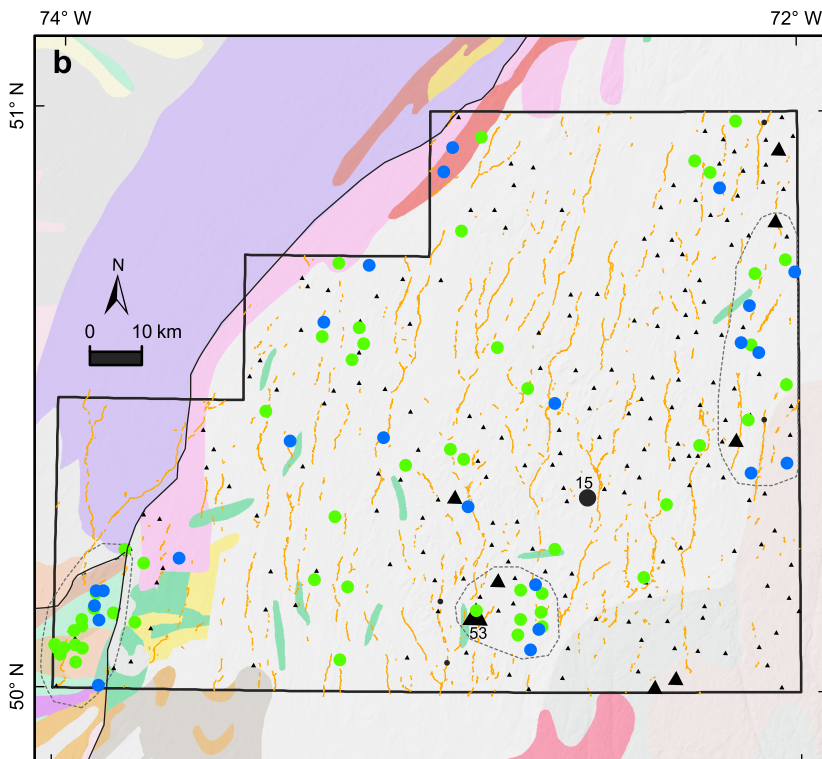
Corps minéralisé (substrat rocheux)

- Cu
- ⚒ Mine Icon (cuivre)

Séquence d'écoulements glaciaires



1 = plus ancien; 5 = plus récent



Géochimie (till et sédiments de fond de lac)

- Ni till > 95^e percentile (21 à 40 ppm)
- Ni lacs > 95^e percentile (23 à 111 ppm)

Minéraux lourds (till et eskers)

Minéraux du gr. du Pt (nombre de grains/10 kg)

Till	Esker
▲ 1 - 3	• 1 - 3
▲ 4 - 15	● 4 - 15
▲ 16 - 53	

(Légende géologique, voir figure 2)

FIGURE 7 – Potentiel en cuivre (a), nickel et EGP (b).

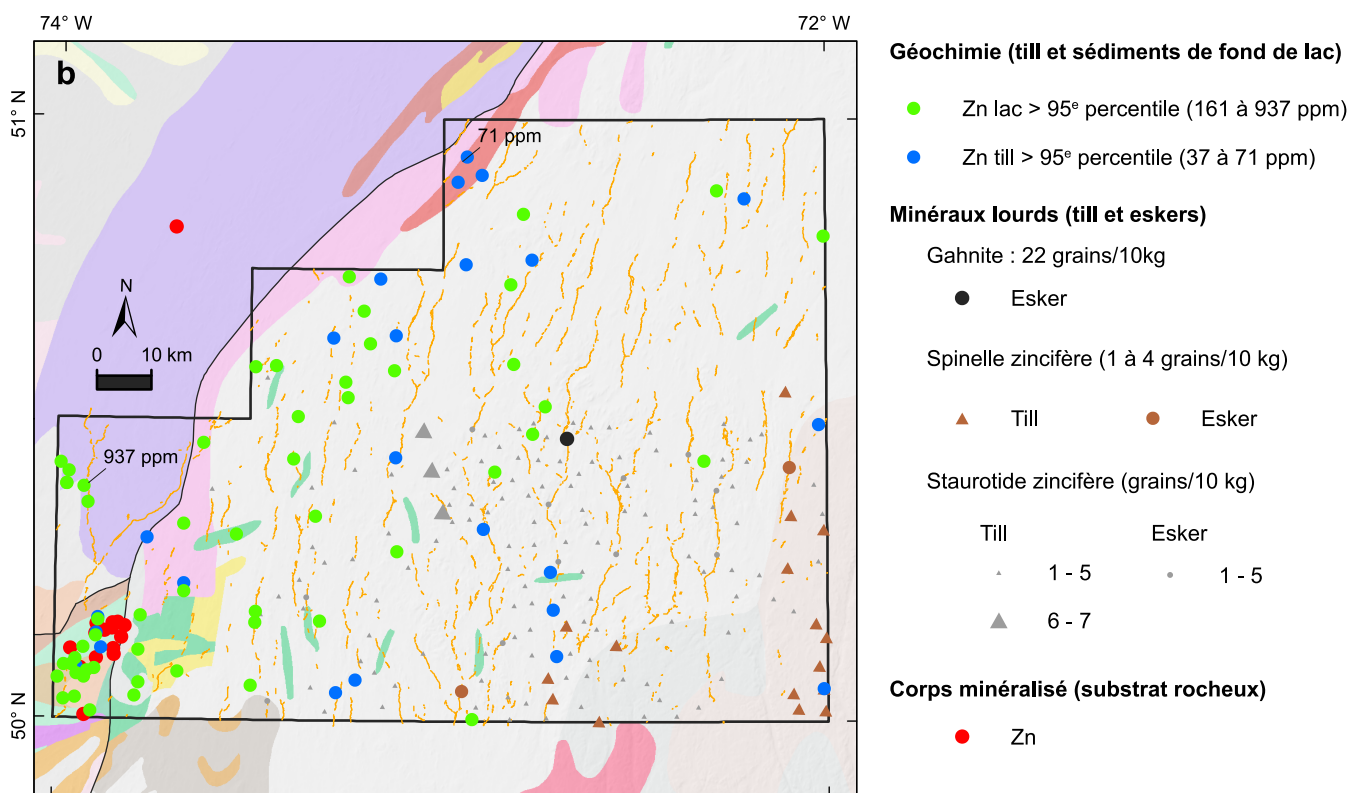
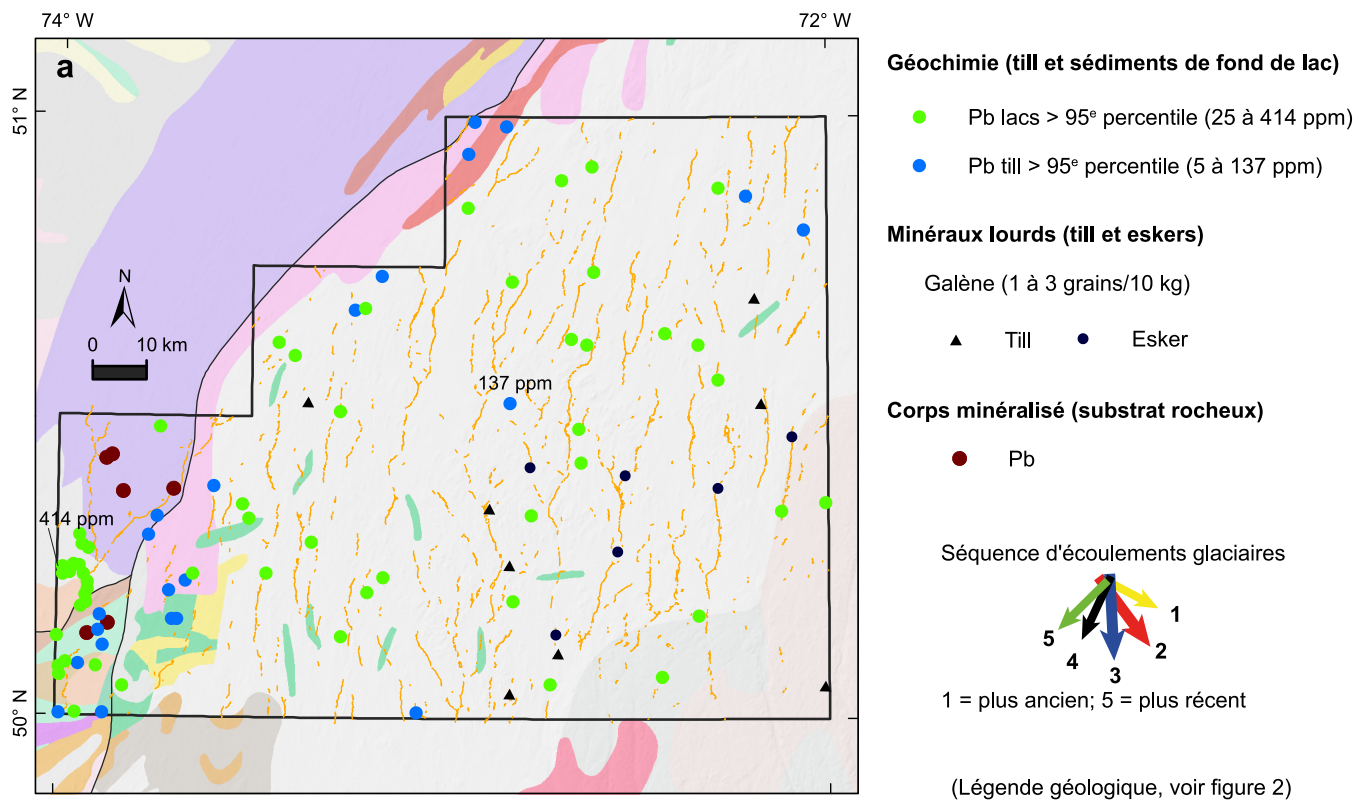


FIGURE 8 – Potentiel en plomb (a) et en zinc (b).

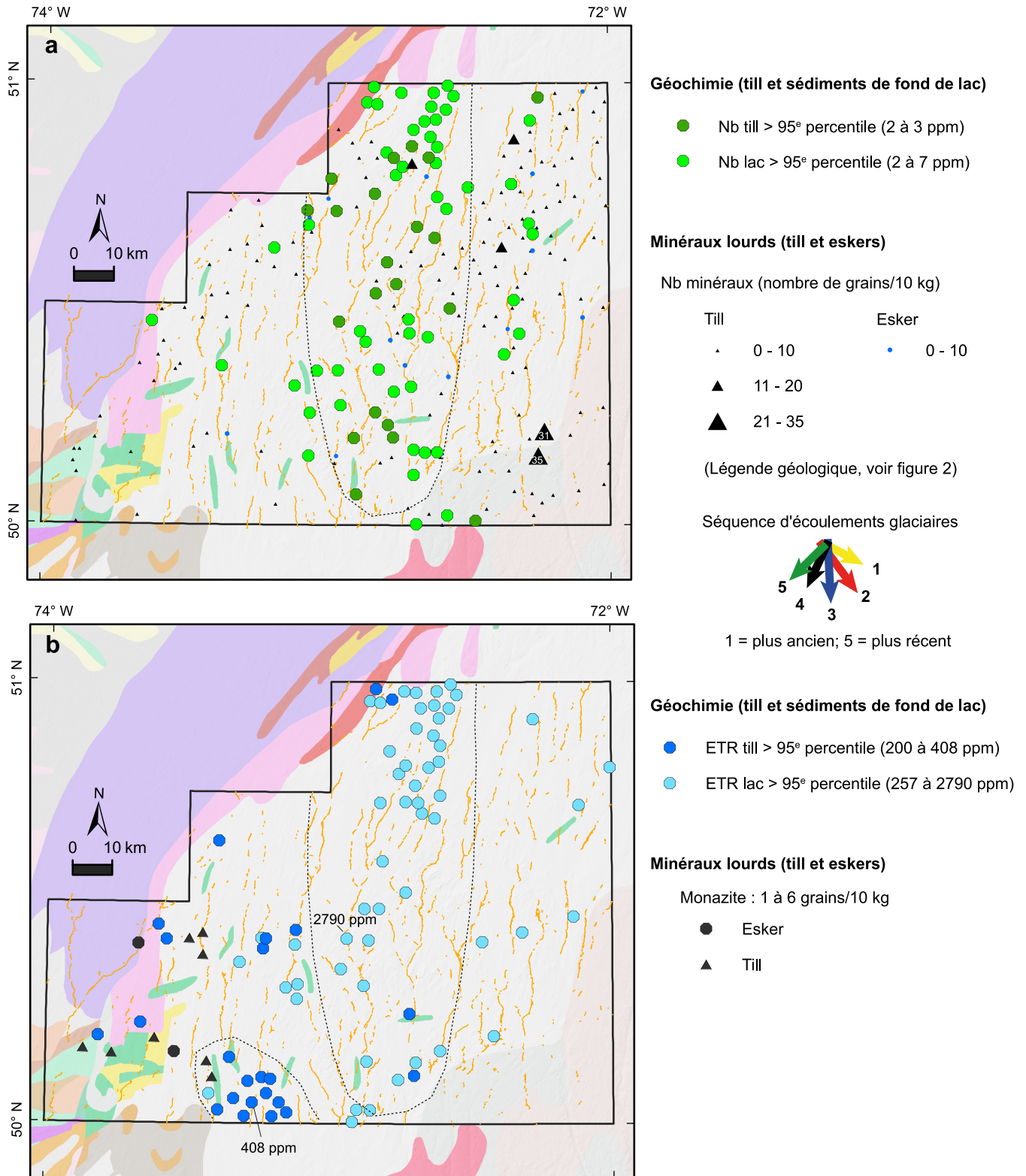


FIGURE 9 – Potentiel en niobium (a) et en éléments de terres rares (b).

observées. Il faudrait aussi envisager une association avec des intrusions alcalines telle que celle de Crevier localisée au nord du lac St-Jean. Les intrusions de ce type pourraient être associées au Rift du Saguenay et présentent un potentiel pour le tantale, l'uranium et le thorium (Bergeron, 1980; Groulier *et al.*, 2014).

Potentiel en Fe

Jusqu'à maintenant, l'indice du Lac Rosanne (45,88 % Fe₂O₃, Grenier *et al.*, 2010) est le seul indice de fer connu dans la région à l'étude (figure 10). Les teneurs en fer les plus élevées (> 95e percentile) dans la fraction fine du till varient entre 21 700 à 37 400 ppm. Le croisement des valeurs anormales en fer obtenues du till et celles issues de l'analyse des sédiments de fond de lac indique une zone d'intérêt dans la partie NW de la région (figure 10). La source possible de ces anomalies serait la Formation ferrifère de Témiscamie (Bassin de Mistassini) affleurant dans une zone où quatre indices de fer (figure 10) ont été découverts auparavant (p. ex. Tremblay et Descarreaux, 1976; Neal et Verret, 1976).

CONCLUSION

Les résultats d'analyses de la fraction fine du till et des concentrés de minéraux lourds du till et des sédiments fluvioglaciaires (esker) ont été combinés aux données géochimiques des sédiments de fond de lac et du substratum rocheux. Ce croisement de données a permis de confirmer le potentiel minéral déjà connu (Au, Cu, Fe, Pb) de certains secteurs de la région et de faire ressortir de nouvelles zones favorables pour Au, Ni, Nb et Fe.

Un échantillonnage plus serré dans ces zones est recommandé pour mieux cerner la géométrie des trainées de dispersion et de remonter aux sources des anomalies. Nous proposons également de procéder à une étude statistique plus approfondie des données brutes de ce levé.

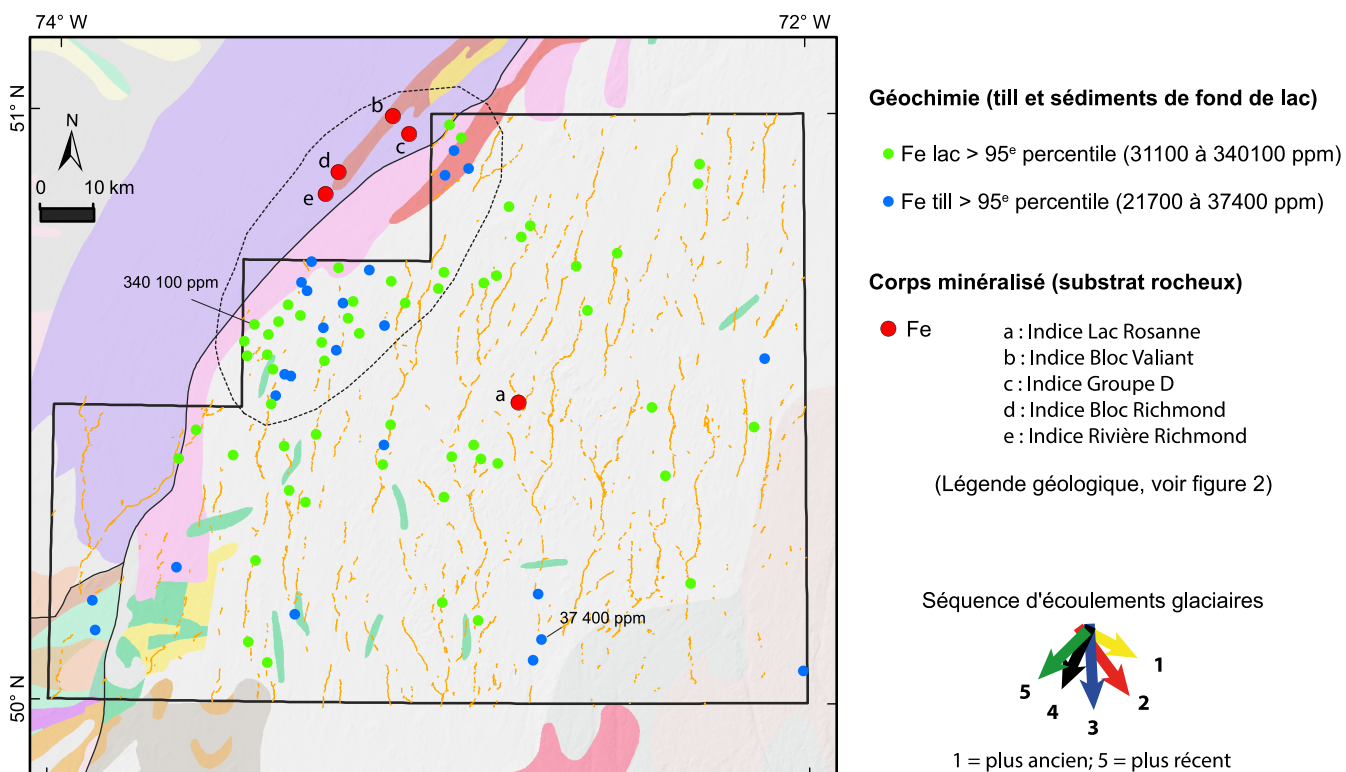


FIGURE 10 – Potentiel en fer.

RÉFÉRENCES

- BEAUMIER, M., 2000 – Kimberlites et le potentiel diamantifère dans le Grand-Nord : comparaison avec la région du lac De Gras. Dans : Rapport d'atelier, 5-6 avril 2000. Charlesbourg, Québec. Rapport no 2. Ministère des Ressources naturelles, Québec; MB 2001-03, pages 5-12.
- BEAUMIER, M. – LASALLE, P. – LASALLE, Y. – WARREN, B., 1993 – Minéraux indicateurs de kimberlite dans les eskers du Nord-Ouest québécois. Ministère des Ressources naturelles, Québec; MB 93-60, 1 carte annotée.
- BEAUREGARD, A.J. – GAUDREAU, D., 2004 – Rapport de compilation et visite de terrain, propriétés McCorkill et Monexo, Camp minier de Chibougamau. Typhoon Exploration, rapport statutaire soumis au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; GM 60607, 45 pages.
- BELLAVANCE, Y., 1992 – Projet Lac Eva (111085) - Campagne d'exploration 1991-1992 - Rapport d'étape. SOQUEM, rapport statutaire soumis au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; GM 51639, 500 pages.
- BERGERON, R., 1957 – Late Precambrian rocks of the north shore of the St. Lawrence River and of the Mistassini and Otish Mountain areas, Québec. In: *The Proterozoic in Canada* (Gill, J.E., editor). Royal Society of Canada, Special Publication 2, pages 124-131.
- BERGERON, A., 1980 – Pétrographie et géochimie du complexe igné alcalin de Crevier et de son encaissant métasomaté. Université du Québec à Chicoutimi; mémoire de maîtrise, 140 pages.
- BOSTOCK, H.S., 1972 – Carte physiographique du Canada. Commission géologique du Canada; carte 1254A, échelle 1/5 000 000.
- BOUCHARD, M.A. – MARTINEAU, G., 1985 – Southeastward ice flow in central Quebec and its paleogeographic significance. *Canadian Journal of Earth Sciences*; volume 22, pages 1536-1541.
- CADIEUX, B., 1986 – La dispersion glaciaire des fragments de roche dans la région du lac Mistassini, Québec. Université de Montréal; mémoire de maîtrise, 146 pages.
- CATY, J.-L., 1976 – Région du lac Mistassini, Québec : stratigraphie et sédimentologie de la Formation de Papaskwasati. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; DVP 423, 270 pages.
- CATY, J.-L. – CHOWN, E.H., 1973 – Étude géologique de la région de la baie Abatahush, territoire de Mistassini. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; DP 189, 18 pages.
- DAWSON, J.B. – STEPHENS, W.E., 1975 – Statistical classification of garnets from kimberlite and associated xenoliths. *The Journal of Geology*; volume 83, pages 589-607.
- D'AMBOISE, P., 1990 – Prospection de reconnaissance, été 1989, projet Waconichi (Bignell) 101076. SOQUEM, rapport statutaire soumis au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; GM 50163, 162 pages.
- DiLABIO, R.N.W., 1981 – Glacial dispersal of rocks and minerals at the south end of Lac Mistassini, Québec, with special reference to the Icon dispersal train. *Geological Survey of Canada; Bulletin 323*, 46 pages.
- DiLABIO, R.N.W., 1990 – Classification and interpretation of the shapes and surface textures of gold grains from till on the Canadian Shield. *Current Research, Part C, Geological Survey of Canada; Paper 88-1C*, pages 61-65.
- EL AMRANI, M., 2016 – Géochimie de la fraction fine et analyse des minéraux indicateurs de sédiments glaciaires et fluvioglaciaires au sud du lac Mistassini. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; DP 2016-12, 3 pages.
- EL AMRANI, M., 2018a – Géologie des dépôts de surface au sud du lac Mistassini. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; RP 2018-01, 17 pages.
- EL AMRANI, M., 2018b – Géologie des dépôts de surface au sud-est de la baie Abatagouche. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; RP 2018-02, 14 pages.
- EL AMRANI, M., 2018c – Géologie des dépôts de surface au nord-est de la baie Abatagouche (feuilletés SNRC 32109, 32110, 32111, 32115 et 32116). Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; RP 2018-02, 14 pages.
- EL AMRANI, M., 2018d – Analyse des minéraux indicateurs de sédiments glaciaires et fluvioglaciaires au sud-est de la baie Abatagouche. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; DP 2018-08, 3 pages.
- EL AMRANI, M., 2019 – Géochimie de la fraction fine et analyse des minéraux indicateurs de sédiments glaciaires et fluvioglaciaires au nord-est de la baie Abatagouche. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; DP 2019-03, 3 pages.
- FIPKE, C.E. – GURNEY, J.J. – MOORE, R.O., 1995 – Diamond exploration techniques emphasising indicator mineral geochemistry and Canadian examples. *Geological Survey of Canada; Bulletin 423*, 86 pages.
- FOURNIER, N., 2016 – Concentration et analyse de minéraux lourds provenant de sédiments glaciaires 2015, projet no 117840527-2014-01, Chibougamau. IOS Services Géoscientifiques, rapport inédit soumis au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; 299 pages.
- FOURNIER, N., 2018 – Concentration et analyse de minéraux lourds provenant de sédiments glaciaires 2016, projet no 117840527-2016-01, Chibougamau. IOS Services Géoscientifiques, rapport inédit soumis au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; 379 pages.
- FOURNIER, N., 2019 – Concentration et analyse de minéraux lourds provenant de sédiments glaciaires 2017, projet no 117840527-2016-01, Chibougamau. IOS Services Géoscientifiques, rapport inédit soumis au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; 363 pages.
- FRIGON, B., 2011 – Rapport de travaux d'exploration simplifié, Projet WAC. Claims Frigon, rapport statutaire soumis au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; GM 65721, 11 pages.
- GAGNON, J., 1981 – Progress report, Bignell project, BIG 6 group. Ressources Camchib, rapport statutaire soumis au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; GM 37500, 33 pages.
- GRENIER, L. – SIMARD, P. – ARCHER, P., 2010 – Rapport technique et recommandations, campagne de reconnaissance géologique, secteurs de Mistassini (32102, 32107 et 32110) et Bégin (22D11), projet génération-Grenville. Mines Virginia, rapport statutaire soumis au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; GM 65097, 72 pages.

- GROULIER, P.-A. – OHNENSTETTER, D. – ANDRÉ-MAYER, A.-S. – ZEH, A. – SOLGADI, F. – MOUKHSIL, A. – EL BASBAS, 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.
- GRÜTTER, H.S. – GURNEY, J.J. – MENZIES, A.H. – WINTER, F., 2004 – An updated classification scheme for mantle-derived garnet, for use by diamond explorers. *Lithos*; volume 77, pages 841-857.
- GUILLOUX, L. – GRENOBLE, D.E.A., 1967 – Journal de sondages au diamant, opération Mistassini. SEREM, rapport statutaire soumis au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; GM 21438, 20 pages.
- INDARES, A. 1993 – Eclogitized gabbros from the eastern Grenville Province: textures, metamorphic context and implications. *Canadian Journal of Earth Sciences*; volume 30, pages 159–173.
- KAVANAGH-LEPAGE, C. – LABAT, G. – GERVAIS, F. – MOUKHSIL, A., 2018 – Formation et préservation du rutile dans les éclogites grenvilliennes au NE du réservoir Manicouagan. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; MB 2018-09, 31 pages.
- KRUMBEIN, W.C. – SLOSS, L.L., 1963 – Stratigraphy and sedimentation. W.H. Freeman and Company; 660 pages.
- LAROUCHE, C., 1991 – Campagne d'exploration 1991, rapport final, propriétés Bignell-MacLeod (101076-101082). SOQUEM, rapport statutaire soumis au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; GM 51206, 525 pages.
- LAURIN, A.F. – SHARMA, K.N.M., 1972 – Geology of the Mistassini River North, Mistassini River South, Peribonca Lake, Pipmuacan Reservoir, Chicoutimi and Saint-Paul map-areas, Québec: Grenville project 1965, 1966, 1967. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; DP 126, 85 pages, 10 plans.
- LAURIN, A.F. – SHARMA, K.N.M., 1975 – Région des rivières Mistassini, Péribonca, Saguenay, (Grenville 1965-1967). Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; RG 161, 103 pages, 10 plans.
- McCLENAGHAN, M.B., 2001 – Regional and local scale gold grain and till geochemical signatures of lode Au deposits in the western Abitibi Greenstone Belt, central Canada; *In: Drift Exploration in Glaciated Terrain* (McClenaghan, M.B., Bobrowsky, P.T., Hall G.E.M, and Cooke, S.J., editors). Geological Society of London; Special Publication 185, pages 201-224.
- 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. – KJARSGAARD, B.A., 2007 – Indicator mineral and surficial geochemical exploration methods for kimberlite in glaciated terrain; Examples from Canada. *In: Mineral Deposits of Canada: A Synthesis of Major Deposit-Types, District Metallogeny, the Evolution of Geological Provinces, and Exploration Methods* (Goodfellow, W.D., editor). Geological Association of Canada, Mineral Deposits Division; Special Publication No 5, pages 983-1006.
- McCLENAGHAN, M.B. – PETER, J.M., 2013 – Till geochemical signatures of volcanogenic massive sulphide deposits in glaciated terrain: a summary of Canadian examples. Geological Survey of Canada; Open File 7354, 36 pages.
- MILLER, J.K., 1984 - Model for clastic indicator trains in till. *In: Prospecting in Areas of Glaciated Terrain* 1984. Institution of Mining and Metallurgy, London; pages 67-77.
- MOORHEAD, J. – PERRAULT, S. – BERCLAZ, A. – SHARMA, K.N.M. – BEAUMIER, M. – CADIEUX, A.-M., 2000 – Kimberlites et diamants dans le Nord du Québec. Ministère des Ressources naturelles, Québec; PRO 2000-05, 9 pages.
- NEAL, H.E. – VERRET, G. 1976 - Evaluation of iron properties, Lac Albanel area. Campbell Chibougamau Mines et Muschocho Explorations, rapport statutaire soumis au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; GM 32272, 108 pages.
- NEILSON, J.M., 1953 – La région d'Albanel, territoire de Mistassini. Ministère des Mines, Québec; RG 53, 38 pages.
- PRICHONNET, G. – BEAUDRY, L.M., 1990 – Évidence d'un écoulement glaciaire sud, antérieur à l'écoulement sud-ouest du Wisconsinien supérieur, région de Chapais, Québec. Dans : *Recherches en cours. Partie C. Commission géologique du Canada; Étude 90-1C*, pages 331-338.
- SCHULZE, D.J., 1997 – The significance of eclogite and Cr-poor megacryst garnets in diamond exploration. *Exploration and Mining Geology*; volume 6, pages 349-366.
- THÉRIAULT, R. – BEAUSÉJOUR, S., 2012 – Carte géologique du Québec. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; DV 2012-06, 8 pages, 1 plan.
- TOWNLEY, B.K. – HÉRAIL, G. – MAKSAEV, V. – PALACIOS, C. – PARSEVAL, P.H. – SEPULVEDA, F. – ORELLANA, R. – RIVAS, P. – ULLOA, C., 2003 – Gold grain morphology and composition as an exploration tool: application to gold exploration in covered areas. *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*; volume 3, pages 29-38.
- TREMBLAY, C. – BERNY, S., 2018 – Rapport des travaux d'exploration 2016-2017, propriétés situées dans le secteur Chapais-Chibougamau. Multi-Ressources Boréal, rapport statutaire soumis au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; GM 70511, 338 pages.
- TREMBLAY, M. – DESCARREAU, J., 1976 - Géologie des gites de fer du lac Albanel, Projet Feral. Société de Développement de la Baie James, rapport statutaire soumis au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; GM 32370, 216 pages.

