



Géologie des dépôts de surface de la région de Clova, Haute-Mauricie

RP 2018-03

Virginie Daubois et Hugo Dubé-Loubert

Québec 

DOCUMENT PUBLIÉ PAR LA DIRECTION GÉNÉRALE DE GÉOLOGIE QUÉBEC

Direction générale

Robert Giguère

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.

Lecture critique

Olivier Lamarche, géo. stag.

Auteurs

Virginie Daubois, géo. stag. et Hugo Dubé-Loubert, géo.

Édition

Claude Dion, ing.

Graphisme

André Tremblay

Photo de couverture : Croupe rocheuse en dos de baleine orientée N-S au sud du lac Médor, dans le nord du terrain.

Photo de couverture (endos) : Crête d'esker orientée vers le SW dans la région du lac Gasparri, dans le NW du terrain.

Géologie des dépôts de surface de la région de Clova, Haute-Mauricie

Virginie Daubois et Hugo Dubé-Loubert¹

RP 2018-03

Mots-clés : Géologie des dépôts de surface, prospection glacio-sédimentaire, dynamique glaciaire

Résumé

Un levé du Quaternaire a été réalisé à l'été 2015 dans la région de Clova, au sud du réservoir Gouin, afin de combler le manque de connaissances géoscientifiques de l'importante couverture de sédiments meubles et d'évaluer le potentiel minéral du secteur, difficile à préciser en raison du faible nombre d'affleurements. Les travaux comprenaient la cartographie des formations de surface des feuillets SNRC 31O13, 31O14, 32B03 et 32B04 à l'échelle de 1/50 000, le relevé des formes géomorphologiques et des marques d'érosion glaciaire ainsi que l'échantillonnage et l'analyse de la fraction fine et des minéraux lourds des sédiments glaciaires et fluvioglaciaires.

L'unité dominante de la région est une nappe de till d'épaisseur variable dont l'épaisseur peut atteindre quelques dizaines de mètres. Les zones au relief plus accidenté du secteur SE sont caractérisées par une alternance de till mince et discontinu et d'affleurements rocheux. Au NE, un till de fusion résultant de la fonte *in situ* d'une glace morte est observé à quelques endroits. La nappe de till est entrecoupée de corridors et de vallées fluvioglaciaires comprenant principalement des eskers, des moraines mineures, des kames et des plaines d'épandage subaérien, mais également quelques unités de sédiments d'épandage subaquatique et des deltas juxtaglaciaires. Par endroits, les sédiments fluvioglaciaires ont été remobilisés par le vent sous la forme de dunes. Finalement, des sédiments lacustres, des alluvions, des sédiments organiques et des dépôts de versant se sont mis en place à la fin de la dernière déglaciation ou au cours de l'Holocène.

L'étude des mouvements glaciaires – un élément fondamental pour dépister une anomalie minérale par prospection glaciocédimentaire – indique l'existence de plus d'une phase d'écoulement glaciaire. Les marques d'érosion glaciaire de la région tout comme les formes fuselées (drumlins et traînées morainiques) au sein de la nappe de till sont principalement orientées vers le sud dans la partie est et vers le SSW dans la partie ouest. L'écoulement plus ancien de direction SE, observé à plusieurs endroits, est probablement associé aux premiers stades de la glaciation.

Au cours de la campagne de terrain 2015, 115 échantillons de till de 10 kg ont été prélevés, selon un espacement d'environ 6 km. De plus, 25 échantillons de matériel fluvioglaciaire (esker) de 15 kg ont été prélevés et tamisés afin d'analyser la fraction granulométrique inférieure à 8 mm. Les échantillons de till ont été traités pour permettre l'analyse géochimique de la matrice pour les éléments majeurs, mineurs et en traces. Des concentrés de minéraux lourds ont été réalisés sur les sédiments glaciaires et fluvioglaciaires afin d'identifier les minéraux indicateurs pour différents types de gisements (sulfures massifs métamorphisés, Ni-Cu magmatique, or orogénique, Fe-Ti, terres rares, kimberlite diamantifère, etc.). Les résultats des analyses géochimiques du till et de l'examen des concentrés de minéraux lourds des tills et des eskers nous donnent un aperçu du potentiel minéral de la région, en précisant les anomalies déjà connues et en permettant de définir de nouvelles cibles.

¹- Géologie Québec, Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	6
Remerciements	6
DESCRIPTION DE LA ZONE D'ÉTUDE	6
Localisation et accès.....	6
Contexte géologique et potentiel minéral	6
Géologie du Quaternaire et travaux antérieurs.....	7
MÉTHODE DE TRAVAIL	7
Cartographie systématique des sédiments de surface.....	8
Étude des formes d'érosion glaciaire.....	8
Échantillonnage de sédiments glaciaires (till) et fluvioglaciaires (esker)	8
Analyse des échantillons	8
Géochimie de la matrice du till	8
Concentrés de minéraux lourds (till et esker)	9
Analyses granulométriques	9
SÉDIMENTS DE SURFACE ET GÉOMORPHOLOGIE.....	9
Sédiments glaciaires	9
Till en couverture continue.....	9
Roc et till en couverture mince et discontinue.....	10
Till de fusion	10
Sédiments fluvioglaciaires.....	10
Sédiments glaciolacustres.....	11
Sédiments éoliens	11
Sédiments organiques	12
Dépôts de versant	12
Sédiments alluviaux et lacustres.....	12
DYNAMIQUE GLACIAIRE	12
POTENTIEL MINÉRAL	13
Potentiel aurifère	13
Potentiel en métaux usuels	13
Potentiel pour les minéralisations des éléments de terres rares.....	13
Potentiel kimberlitique	14
CONCLUSION	14
RÉFÉRENCES	14
FIGURES.....	14

HORS TEXTE :

Géologie des dépôts de surface de la région de Clova – secteur ouest – RP 2018-03-C01

Géologie des dépôts de surface de la région de Clova – secteur est – RP 2018-03-C02

INTRODUCTION

La région de la Haute-Mauricie, au sein de la Province géologique de Grenville, a été grandement touchée par les glaciations au Quaternaire, expliquant de ce fait l'importante couverture de sédiments meubles observée. Cette réalité complique l'évaluation de son potentiel minéral, en raison de la faible quantité d'affleurements rocheux. De plus, cette région a fait l'objet de peu de travaux et d'études sur la nature des dépôts du Quaternaire et la séquence d'écoulements glaciaires.

Le Bureau de la connaissance géoscientifique du Québec (BCGQ) a entrepris à l'été 2015 un levé du Quaternaire dans la région de Clova, au sud du réservoir Gouin, pour combler ce manque de connaissances géoscientifiques. Le projet comprenait la cartographie systématique des formations de surface à l'échelle de 1/50 000, l'étude de la dynamique glaciaire (marques d'érosion), de même que l'échantillonnage des sédiments glaciaires et fluvioglaciaires pour évaluer le potentiel minéral de la région. Les échantillons de till et d'eskers prélevés ont été soumis à diverses analyses, notamment l'analyse géochimique de la fraction fine des tills, l'examen visuel des concentrés de minéraux lourds et la microanalyse de certains minéraux indicateurs. L'interprétation de ces résultats a permis d'établir des cibles d'exploration pour l'or, les métaux usuels (Cu, Zn, Pb et Ni), les éléments de terres rares et les kimberlites diamantifères, permettant ainsi de mieux évaluer le potentiel minéral de la région.

Remerciements

Nous souhaiterions remercier Claudie Lefebvre-Fortier pour sa participation aux travaux de terrain à titre d'aide-géologue, ainsi que toutes les personnes qui ont collaboré à la réalisation de ce projet. Nous sommes particulièrement reconnaissants à l'équipe de la géologie du socle rocheux du Grenville menée par Abdelali Moukhsil et Fabien Solgadi pour leur accueil et leur coopération. Merci à Sylvain Milette et Olivier Lamarche pour leurs commentaires lors de la lecture critique. Finalement, il est important de souligner le travail de l'équipe de la Direction de l'information géologique (DIGQ) pour leur soutien géomatique et l'édition des cartes.

DESCRIPTION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Localisation et accès

La zone d'étude se situe à environ 30 km au SW du réservoir Gouin, dans la région de Clova en Haute-Mauricie, plus précisément entre les latitudes 47° 45' N et 48° 15' N

et les longitudes 75° W et 76° W (figure 1). Elle couvre les feuillets SNRC (1/50 000) 31O13, 31O14, 32B03 et 32B04. Ce territoire d'une superficie d'environ 4 120 km² chevauche les régions administratives de la Mauricie, de l'Abitibi et de l'Outaouais.

Le territoire est accessible par un réseau de chemins forestiers, de conditions variables, à partir des municipalités de La Tuque ou de Senneterre. Les travaux de terrain se sont déroulés de juin à août 2015 et ont été effectués par une équipe constituée d'une géologue et d'une aide-géologue, se déplaçant en camion et en véhicule tout-terrain (quad). Le camp était situé dans le hameau de Clova.

La zone d'étude, dont l'élévation oscille entre 385 et 630 m, se trouve dans la région physiographique des Hautes-Terres Laurentiennes (Bostock, 2014). Le relief est légèrement onduleux dans la partie NW, alors qu'il est plus montagneux avec une présence accrue de roc dans la partie SE. Le réseau hydrographique est relativement dense; les nombreux lacs et cours d'eau s'écoulent vers le fleuve Saint-Laurent à partir de la rivière des Outaouais. Le réservoir Gouin, au NE de la région d'étude (figure 2), constitue la plus grande étendue d'eau de la région. Le lac Tessier dans le NE et le lac Échouani dans le SW représentent également des plans d'eau importants. La région est traversée par les rivières Clova et Gatineau au centre et la rivière aux Bleuets (et sa vallée) dans la partie SE (figure 2). Elle se situe en zone boréale, plus précisément dans le domaine de la sapinière à bouleau blanc (MFFP, 2016).

Contexte géologique et potentiel minéral

La région est située dans la portion ouest de la Province de Grenville, en bordure de la Province du Supérieur, et couvre deux subdivisions du Grenville : le Parautochtone (Archéen) dans la partie NW et l'Allochtone (Paléoproterozoïque à Mésoproterozoïque) dans la partie SE (figure 2). Ces deux terrains sont séparés par la Zone de charriage de l'Allochtone (figure 3), une structure de déformation majeure. Le Parautochtone est constitué de paragneiss, de migmatites, de diatexites, d'amphibolites, de clinopyroxénites, de formations de fer et de roches mafiques à ultramafiques (ces dernières équivalant aux roches vertes de la Sous-province de l'Abitibi). L'Allochtone est principalement composé de roches plutoniques et de gneiss de composition felsique à intermédiaire, de roches supracrustales dominées par des paragneiss à grenat ± graphite ± sillimanite, de roches mafiques à ultramafiques et de syénite magnétique. Pour plus d'informations sur la géologie du socle de ce secteur, le lecteur peut consulter les travaux de Moukhsil *et al.* (2016).

La région est caractérisée par un fort potentiel pour le nickel et le cuivre d'origine magmatique, pour les terres rares et le thorium associés aux pegmatites et pour les minéraux industriels (graphite, mica, sillimanite). La zone d'étude et ses environs renferment plusieurs indices minéralisés de cuivre, de nickel-cuivre, de terres rares, de zinc, de fer, de

graphite et de mica ainsi que plusieurs cibles d'exploration (Ni-Cu, Fe-Ti, terres rares) déterminées à partir de l'analyse des sédiments de fond de lac (figure 3).

Les travaux de Moukhsil *et al.* (2016) dans ce secteur ont permis de découvrir de nouveaux indices de terres rares, de nickel-cuivre, de thorium, de graphite et de pierre architecturale. En outre, le Parautochtone présente également un potentiel pour les sulfures massifs métamorphisés, en raison de sa proximité génétique avec la Sous-province de l'Abitibi. Le prolongement de la Faille de Cadillac de la Sous-province de l'Abitibi dans le Parautochtone, interprété par Faure (2004) et précisé par Moukhsil *et al.* (2016), se trouve dans le NW de la zone d'étude (feuille 32B04; figure 3). Le gîte de zinc Langlade, à l'extrémité NE, est interprété comme une minéralisation de sulfures massifs métamorphisés associée aux roches volcaniques. Les teneurs maximales obtenues dans un échantillon en rainure provenant de ce gîte sont de 16,0 % Zn, 4,2 % Cu, 38 g/t Ag et 0,44 g/t Au sur 1,10 m (Berthelot et Deroff, 2011).

Géologie du Quaternaire et travaux antérieurs

Il existe peu d'études portant sur les dépôts de surface de la région du réservoir Gouin. Quelques rapports géologiques touchent brièvement la géologie du Quaternaire. Wilson (1910), qui réalisa les premiers travaux de reconnaissance géologique dans la région, délimite l'étendue des dépôts glaciaires et mentionne la présence de stries glaciaires orientées vers le SW. Dans une étude couvrant le sud du réservoir Gouin, Bancroft (1916) traite de la géomorphologie de la région (drumlin, esker, kame, etc.), de la nature sableuse des dépôts glaciaires et de la variabilité des écoulements glaciaires. Il mentionne également que le contexte physiographique régional aurait pu mener à la formation de lacs proglaciaires de faible profondeur lors de la dernière glaciation. Finalement, Laurin (1965) a identifié quelques eskers et a mesuré de stries orientées vers le sud dans la région du réservoir Gouin.

Pour planifier les travaux forestiers, la Direction des inventaires forestiers du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) publie des cartes des formations de surface pour une grande partie du territoire québécois, y compris la zone d'étude. Ces cartes, réalisées par photo-interprétation, sont accompagnées d'une brève description des dépôts de surface. D'après ces documents, la région est caractérisée par une importante couverture de till et de nombreux corridors fluvioglaciaires. Les données présentées n'ont pas été vérifiées sur le terrain et prennent peu en compte la morphologie de surface, la stratigraphie et les écoulements glaciaires. Elles ont malgré tout été utiles à l'étape de préparation des travaux de cartographie, mais il existe de nombreuses différences dans l'interprétation des formations.

De nombreuses publications concernant la séquence des écoulements glaciaires et la dispersion de blocs erratiques

ont été réalisées dans la région de Chibougamau, au nord de la zone d'étude (Laverdière, 1971; Prichonnet *et al.*, 1984; Bouchard et Martineau, 1984 et 1985; Bisson, 1987; De Corta, 1989; Prichonnet et Beaudry, 1990). La plupart de ces études décrivent un écoulement glaciaire principal vers le sud et le SW, ainsi qu'un mouvement plus ancien orienté vers le SE. Veillette et Pomares (1991) ont approfondi la dynamique glaciaire de la région entre Matagami et Chapais en étudiant les recouvrements de stries et ont avancé l'hypothèse d'une ancienne ligne de partage des glaces entre ces deux régions.

Veillette (2004) a étudié les écoulements glaciaires d'un vaste territoire au nord de la vallée du Saint-Laurent, qui inclut la région d'étude (figure 4). Les stries observées près du réservoir Gouin sont orientées du sud au SW et un mouvement ancien vers le SE est observé dans la région de Parent. À partir de l'analyse de la répartition des blocs erratiques de roches sédimentaires provenant du lac Mistassini et des monts Otish et d'une compilation des marques d'érosion glaciaire, Veillette (2004) démontre la suite complexe d'événements glaciaires impliquant l'Inlandsis laurentidien au nord du fleuve Saint-Laurent. Il propose pour la région d'étude un premier écoulement vers le NW, suivi par un deuxième écoulement majeur vers le SE, puis par un écoulement radial vers le sud lors de la déglaciation du territoire (figure 4).

Finalement, Milette (2013) a réalisé la cartographie du secteur NE du réservoir Gouin, ainsi que l'étude de la dynamique glaciaire et la modélisation des lacs proglaciaires découverts dans ce secteur. Ses travaux décrivent des mouvements glaciaires dominants orientés vers le SSW et vers le sud, ainsi qu'un mouvement glaciaire ancien orienté vers le SSE. Les travaux de Milette (2013) ont aussi permis de définir une nouvelle étendue glaciolacustre dans la région, le Lac glaciaire Obedjiwan, et de modéliser avec précision l'extension maximale de ce lac à partir de la technologie de détection lidar. Un historique complet des travaux antérieurs et une compilation exhaustive des travaux géologiques portant sur le Quaternaire de la région du réservoir Gouin sont disponibles dans le mémoire de maîtrise de Milette (2013).

MÉTHODE DE TRAVAIL

La cartographie préliminaire et l'identification des sites d'échantillonnage potentiels pour le till et les eskers ont été réalisées préalablement à la campagne de terrain. De retour au bureau, les cartes de dépôts meubles et d'écoulement glaciaire ont été complétées. L'analyse des échantillons a été réalisée par les fournisseurs de service.

Les données sur les dépôts meubles et les marques d'érosion glaciaire et les données géochimiques de la fraction fine des tills sont disponibles en format numérique dans le SIGÉOM, à l'adresse http://sigeom.mines.gouv.qc.ca/signet/classes/I1102_aLaCarte?l=F.

Cartographie systématique des sédiments de surface

Les dépôts meubles ont été cartographiés à l'aide de photographies aériennes de différents types et d'images satellitaires RapidEye (5 m de résolution). La portion est, située en Mauricie (figure 1), est couverte par des photos numériques infrarouges d'une résolution de 21 cm, équivalant à l'échelle 1/15 000. Dans la région de l'Outaouais (portion SW du secteur), des photos numériques en couleur d'une résolution de 30 cm, équivalant à l'échelle 1/25 000, ont été utilisées. Finalement, la région de l'Abitibi (portion NW du secteur) n'est pas couverte par des photos numériques et a été interprétée à l'aide de photos panchromatiques à l'échelle 1/15 000 provenant du ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles. Les photos numériques ont été visualisées et interprétées à l'aide du logiciel PurVIEW pour ArcGIS™ sur un écran et des lunettes à obturateurs 3D. Une photo-interprétation préliminaire a été réalisée afin de cibler les secteurs d'intérêt ou problématiques du secteur à l'étude; les zones morphosédimentaires ont été grossièrement délimitées et les formes de terrain associées identifiées. Cependant, le couvert forestier dense rend l'interprétation des dépôts de surface complexe et dissimule grandement les formes géomorphologiques du secteur.

Sur le terrain, toutes les routes et chemins forestiers, lorsque praticables, ont été sillonnés en camion. Quelques secteurs étaient accessibles seulement par véhicule tout-terrain. Les observations ont été réalisées sur des coupes dégagées à l'aide d'une pelle et d'un pic le long des routes forestières, généralement dans les fossés de drainage, de même que dans les sablières, les coupes naturelles et le long des rivières. Au total, 657 sites d'observation ont été visités au cours des travaux de terrain, avec un espacement d'environ 1 à 2 km. Les fiches du Quaternaire produites décrivent la lithologie, la géomorphologie, les marques d'érosion glaciaire et les échantillons prélevés.

La cartographie finale a été effectuée au cours de l'automne 2015. Les cartes de dépôts de surface à l'échelle 1/85 000 sont présentées en annexe du rapport.

Étude des formes d'érosion glaciaire

Conjointement à la cartographie des sédiments de surface, la majorité des affleurements rocheux accessibles par la route ont été examinés afin d'y repérer des marques d'érosion glaciaire. Des 186 sites d'observation, 268 marques d'érosion ont été relevées. Le recensement des microformes d'écoulement glaciaire (broutures et stries) et des mésoformes (cannelures, roches moutonnées et dos de baleine) a permis de définir les mouvements glaciaires dans la zone d'étude. Pour certaines marques d'érosion dont le sens était inconnu, la polarité a été déterminée à l'aide du profil des affleurements (roche moutonnée). Une chronologie des écoulements a pu être établie sur onze sites qui présentaient des recouvrements de différentes phases de stries ou des

surfaces abritées permettant la préservation de mouvements anciens.

Les macroformes d'écoulement (drumlinoïdes, drumlins, *crag-and-tail*, etc.) ont été reconnues à partir des photos aériennes, ce qui a permis de déterminer leur orientation. Ces formes témoignent de la direction et du sens de l'écoulement majeur associé à la dernière glaciation. Elles ne donnent aucune information sur les mouvements antérieurs, puisqu'aucun recouvrement de ces formes n'a été observé.

Échantillonnage de sédiments glaciaires (till) et fluvioglaciaires (esker)

Le projet comprenait l'échantillonnage des sédiments glaciaires (till) et fluvioglaciaires (esker). L'échantillonnage a été réalisé selon les méthodes utilisées par la Commission géologique du Canada (McClenaghan *et al.*, 2013).

Au cours de la campagne de terrain 2015, 115 échantillons de till de fond de 10 kg ont été prélevés selon un maillage carré d'environ 6 km. Ceci représente 30 échantillons par feuillet au 1/50 000 (figure 5), soit une densité d'environ un échantillon par 35 km². Les échantillons ont été extraits à la pelle dans l'horizon C à 1 m sous la surface, généralement dans des tranchées le long des chemins forestiers. Pour les eskers, le matériel provenant du sommet des crêtes a été tamisé sur place pour en récupérer la fraction inférieure à 8 mm, profitant ainsi du tri hydraulique. De cette fraction, 15 kg ont été prélevés pour chacun des 25 sites d'échantillonnage. L'échantillonnage a été réalisé en évitant les grandes aires protégées où l'exploration est interdite (figure 5).

Les pelles et pics utilisés pour creuser et échantillonner le sédiment étaient lavés et frottés à l'eau entre chaque échantillon pour éviter toute contamination. En ce qui concerne les échantillons de till, un duplicata de 1 kg a été prélevé pour 5 % des sites échantillonnés afin de contrôler la variabilité des résultats et la précision des analyses géochimiques de la matrice fine. De plus, un standard interne a été ajouté aux échantillons dans une proportion de 5 % pour contrôler la justesse des analyses géochimiques.

Analyse des échantillons

Géochimie de la matrice du till

Les échantillons de till (<63 µm) ont été envoyés pour analyse de la fraction fine au laboratoire ActLabs. Les éléments majeurs ont été analysés par fusion totale (0,5 g) et spectrométrie d'émission optique par torche au plasma (ICP-OES). Les éléments de terres rares ont été analysés par spectrométrie de masse (ICP-MS) à la suite d'une fusion totale (0,5 g). Les éléments en traces ont été mesurés par ICP-MS après une digestion à l'eau régale (30 g). Les duplicatas et les standards ont été traités de la même façon que les échantillons pour vérifier la validité des résultats.

Concentrés de minéraux lourds (till et esker)

Les échantillons de till et d'esker ont été traités par IOS Services Géoscientifiques selon la procédure de McClenaghan (2011) pour la récupération de minéraux indicateurs.

Après le prélèvement d'un témoin de 500 grammes, l'échantillon est séché et scindé en différentes classes granulométriques par tamisage humide. La fraction inférieure à 1 mm est soumise à une séparation gravimétrique primaire à la table à secousses. Par un procédé propre au laboratoire, un microconcentré de grains d'or est produit à cette étape à l'aide d'un lit fluidisé installé en amont de la table à secousse. Le concentré provenant de la table à secousses est ensuite tamisé à sec et la fraction granulométrique de 250 à 1000 µm récupérée est lavée à l'acide oxalique. Celle-ci est ensuite soumise à des séparations séquentielles à l'aide de liqueur dense (polytungstate de lithium) de façon à obtenir un concentré de minéraux lourds de densité supérieure à 3,2. Celui-ci est traité au séparateur magnétique isodynamique de Frantz et la fraction non ferromagnétique produite est soumise à un examen visuel à l'aide d'un stéréomicroscope.

L'identification et le comptage des minéraux indicateurs ont été réalisés pour différents contextes métallogéniques à partir du concentré de minéraux lourds résiduel (fraction de 250 à 1000 µm). Les minéraux extraits dont l'identification est incertaine sont placés sur une lame de verre afin d'obtenir des analyses semi-quantitatives au microscope électronique à balayage (MEB) en mode pression variable. Les grains montrant un potentiel kimberlitique ou métallifère sont montés dans des pastilles de résine époxy et font l'objet d'une analyse quantitative au MEB par spectrométrie à dispersion d'énergie (EDS).

Pour l'extraction des grains d'or, le microconcentré produit à l'aide du lit fluidisé est traité avec une ventouse à aimant afin de retirer les minéraux ferromagnétiques. Le matériel est tamisé et la fraction granulométrique supérieure à 50 µm est examinée à l'aide d'un stéréomicroscope. La composition des grains est ensuite déterminée au MEB. La fraction inférieure à 50 µm est également examinée au MEB en utilisant un mode automatisé permettant la détection des grains d'or et des minéraux du groupe du platine (MGP).

Les données et les résultats d'analyse pour les minéraux indicateurs des échantillons glaciaires et fluvioglaciaires de même que le rapport réalisé par IOS Services Géoscientifiques ont fait l'objet d'une publication distincte (Daubois, 2016).

Analyses granulométriques

Des analyses granulométriques des échantillons glaciaires ont été réalisées par IOS Services Géoscientifiques. Lors de la réception des échantillons, ceux-ci ont été soumis à un tamisage humide pour séparer les fractions grossières (1 mm, 2 mm, 4 mm et 8 mm) qui ont par la suite été pesées pour déterminer leur distribution granulométrique.

Les fractions inférieures à 1 mm ont été séchées et pesées, puis une aliquote d'environ 3 g est prélevée pour analyse granulométrique à l'aide d'un granulomètre à dispersion laser Fristch Analysette 22 (fractions 4 µm, 38 µm, 45 µm, 63 µm, 75 µm, 125 µm, 1250 µm, 250 µm, 500 µm et 1000 µm). Les analyses granulométriques de même que le rapport réalisé par IOS Services Géoscientifiques font l'objet d'une publication distincte (Daubois, 2016).

SÉDIMENTS DE SURFACE ET GÉOMORPHOLOGIE

Les glaciations du Quaternaire ont considérablement affecté la zone d'étude, laissant sur place une importante épaisseur de dépôts de surface. Les sédiments cartographiés observés sur le terrain sont associés à la dernière glaciation, à la déglaciation subséquente et à la période postglaciaire. Aucune formation quaternaire plus ancienne n'a été observée. Les unités décrites dans cette section et leur étiquette (en caractères gras) réfèrent aux deux cartes de dépôts de surface présentées en annexe.

Sédiments glaciaires

Till en couverture continue

L'unité la plus importante en superficie (38 % de la surface cartographiée) est le till en couverture continue (**Tc**). Elle correspond au till de fond formant des dépôts d'une épaisseur supérieure à 1 m (figures 6a et 6b). Cette unité a été prélevée de façon préférentielle au cours de la campagne d'échantillonnage. L'épaisseur de la nappe de till est variable et dépend grandement du substratum rocheux. Le till régional est un diamicton à matrice sablo-silteuse compacte à très compacte et de couleur olive à gris-olive (figures 6b et 7). La composition de la fraction grossière de la matrice reflète celle des lithologies cristallines avoisinantes qui contiennent des minéraux résistants dont la taille d'érosion terminale est sableuse (Dreimanis et Vagners, 1971). Les clastes sont millimétriques à métriques, anguleux à subarrondis et communément plaqués de farine glaciaire (figure 6b). Certains clastes montrent une forme triangulaire dite *en fer à repasser*, typique de cet environnement de déposition.

Diverses formes glaciaires ont été observées en association avec l'unité de till en couverture continue. Plus de 150 drumlins ont été reconnus et forment pour la plupart des champs concentrés dans le secteur nord du terrain (figure 8a). Ces collines de forme allongée dans le sens de l'écoulement glaciaire montrent un flanc abrupt en amont glaciaire et un flanc long et peu incliné vers l'aval glaciaire (figure 8b). Ils sont de taille variable, allant d'une centaine de mètres à quelques kilomètres de longueur (moyenne de 550 m). L'orientation des drumlins passe du sud (180°), dans l'est du terrain, vers le SSW (200°) dans l'ouest. Une

vingtaine de drumlins rocheux ont également été identifiés, principalement dans le nord de la zone d'étude. Ces formes correspondent à des collines profilées et allongées dans le sens de l'écoulement glaciaire avec un noyau rocheux recouvert par une mince couche de till. Leur forme est parfois irrégulière et leur longueur varie de 500 à 1000 m. Comme les drumlins, les drumlins rocheux sont orientés vers le sud dans l'est du terrain et vers le SSW dans l'ouest.

Des traînées morainiques fuselées ont été observées dans la portion nord du territoire cartographié. Ces traînées sont alignées dans la même direction que les drumlins, parallèlement à l'écoulement glaciaire principal, indiquant un écoulement radial du sud au SSW. Elles présentent par endroits une association spatiale avec des moraines de Rogen (figure 8a). Deux types de traînées morainiques fuselées sont présentes sur le terrain, soit les traînées morainiques fuselées derrière un abri rocheux et les traînées morainiques fuselées de type drumlinoïde. Les traînées morainiques fuselées derrière un abri rocheux, couramment appelées *crag-and-tail*, sont des crêtes allongées formées d'une colline rocheuse modelée par le glacier à l'amont glaciaire (*crag*) et d'une longue traînée de till vers l'aval glaciaire (*tail*). Au nombre d'environ 150, leur longueur varie entre 200 et 2500 m (moyenne de 1000 m). Elles se trouvent principalement dans la portion nord du terrain, endroit où le relief est légèrement bosselé, permettant la formation de traînées de till derrière un affleurement rocheux. En ce qui concerne les traînées morainiques de type drumlinoïde, elles sont caractérisées par l'absence d'affleurement rocheux en amont. Elles se trouvent principalement dans les terrains humides où le relief est relativement plat. Environ 130 de ces structures sont observées sur le terrain, avec une longueur allant de 100 à 2000 m (moyenne de 500 m).

Finalement, des moraines de Rogen (ou moraines côtelées) sont présentes dans le secteur NE du terrain. Elles sont regroupées en petits essaims dans les zones planes où l'espace entre les crêtes est communément occupé par des zones humides (figure 8c). Les dimensions de ces moraines sont très variables et l'espacement entre les crêtes semble relativement aléatoire. Plus d'une centaine de moraines côtelées ont été cartographiées, avec une longueur variant entre 80 et 800 m (moyenne d'environ 320 m). Les moraines de Rogen semblent associées aux zones de drumlins et de traînées morainiques dans le NE du secteur d'étude (figure 8a). Cette association spatiale témoigne d'un changement de régime à la base du glacier (Hättestrand et Kleman, 1999).

Roc et till en couverture mince et discontinue

L'unité de roche en place (**R**) correspond aux endroits où le socle rocheux affleure ou est recouvert par moins de 30 cm de sédiment. L'unité est présente dans tout le territoire (3 % de la surface), mais est particulièrement concentrée dans le secteur SE correspondant à l'Allochtonne. Quelques morphologies de surface sont associées à l'unité de roche en place. Le nombre total d'affleurements rocheux recensés

lors des travaux de terrain et par photo-interprétation est de 334. Il ne s'agit pas d'une compilation exhaustive, mais elle permet tout de même d'identifier les affleurements n'ayant pas été visités et les zones d'affleurements probables. De nombreux escarpements rocheux – parois rocheuses subverticales – sont répartis à travers le territoire, mais sont plus communs dans le quadrant SE du terrain, là où le relief est plus accidenté. Finalement, dans le SE de la zone d'étude, une partie de la vallée de la rivière aux Bleuets correspond à une vallée glaciaire (en U) surcreusée par l'action érosive d'une langue glaciaire. Cette vallée en U est suivie sur plusieurs kilomètres et fait plus de 100 m de hauteur.

Le till mince (**Tm**), qui représente 25 % de la surface cartographiée, se trouve principalement sur les plateaux montagneux dans le SW de la zone d'étude. Il correspond à une couche discontinue de moins d'un mètre d'épaisseur où le roc affleure par endroits (figure 6c). Cette unité a été échantillonnée à quelques reprises au cours de la campagne 2015.

Till de fusion

Le till de fusion (**Tf**) (moins de 1 % de la surface cartographiée) est un faciès présent à quelques endroits dans le NE du territoire, notamment dans les zones humides, mal drainées et plutôt planes. Cette unité mise en place lors de la fonte de la glace est formée d'une matrice sableuse et lâche et de blocs jointifs. Là où il est présent, la surface bosselée du till est parsemée de nombreux cailloux et blocs (figure 6d). Des moraines bosselées ont été observées au sein d'une zone de till de fusion dans le nord du territoire. Ces moraines mesurent environ une centaine de mètres de diamètre.

Sédiments fluvioglaciaires

La zone d'étude comprend des dépôts fluvioglaciaires mis en place par les eaux de fonte du glacier. Ils sont répartis en de nombreux corridors. Les sédiments juxtaglaciaires (**Gx**) édifiés au contact du glacier couvrent environ 5 % de la surface cartographiée. La granulométrie des dépôts varie du sable moyen à grossier jusqu'aux blocs décimétriques localement imbriqués (figure 9a). Leur épaisseur est comprise entre 1 m et plus de 20 m. Ils sont modérément triés, avec des fragments arrondis à subanguleux dans une matrice lâche. Les sédiments montrent des stratifications horizontales et obliques et, par endroits, des rides de courant dans le matériel plus sableux. Les dépôts fluvioglaciaires forment de longs corridors à la surface bosselée et irrégulière. Ils sont principalement constitués d'eskers, de kames, de kettles, de crêtes morainiques et de deltas juxtaglaciaires (figure 8d). Les eskers sont kilométriques, avec des segments pouvant mesurer plus de 7 km de longueur, une largeur de 10 à 50 m et une hauteur de 4 à 20 m (figure 8e). Plus de 20 kames et 180 kettles, répartis dans les différents couloirs fluvioglaciaires, ont été cartographiés. Environ 100 petites crêtes

morainiques mineures, parallèles au front glaciaire et d'une longueur moyenne de 285 m, ont également été répertoriées; elles se distinguent facilement lorsqu'elles émergent de la surface des lacs. Une dizaine de couloirs fluvioglaciaires constitués de crêtes d'esker traversent le territoire suivant une orientation grossièrement N-S, subparallèle à l'écoulement glaciaire. Dans le secteur SE de la zone d'étude, les eskers sont moins imposants et plutôt orientés NE-SW. Ils sont confinés dans des vallées dont la direction est déterminée par la nature et la structure des roches encaissantes et sont associés à des plaines d'épandages proglaciaires. Les eskers sont formés d'une seule crête, mais présentent occasionnellement plusieurs crêtes entrelacées. Les crêtes d'esker sont généralement confluentes, créant un réseau dendritique de corridors fluvioglaciaires.

Des deltas juxtaglaciaires (ou deltas-kames) ont été cartographiés dans les corridors fluvioglaciaires, en général à l'aval des eskers et près des plans d'eau actuels. Ces deltas juxtaglaciaires, qui mesurent entre 10 et 20 m de hauteur, sont des constructions à surface plane montrant des structures deltaïques de lits frontaux (figure 9d). De faible superficie (en moyenne 500 m de longueur), leur surface tabulaire est parsemée de kettles à quelques endroits. Les deltas-kames sont observés entre 430 et 455 m d'altitude. Ils se sont probablement formés au cours de la dernière déglaciation, au contact de la glace, dans des dépressions topographiques au front du glacier lorsque les eaux de fonte canalisées dans les eskers se déversaient dans des petits plans d'eau temporaires.

Les sédiments d'épandage proglaciaire subaérien (**Go**) comprennent des sables, des graviers et des blocs oxydés (figure 9b) formant des plaines d'épandage couvrant 6,5 % du territoire cartographié. Leur granulométrie tend à décroître vers l'aval, en s'éloignant du glacier. Les structures observées dans les sédiments d'épandage subaérien comprennent des lits horizontaux, obliques et entrecroisés et des galets imbriqués. La surface montre par endroits d'anciens chenaux d'eau de fonte proglaciaires sinueux et peu profonds. Quelques dépôts de sédiments d'épandage subaquatique (**Gs**) ont aussi été observés (0,1 % de la surface cartographiée). Ceux-ci sont caractérisés par des sables fins à silteux, massifs ou avec un litage horizontal, des laminations et des rides de courant. En règle générale, ils se trouvent près des lacs actuels où ils forment de petits amas associés aux tunnels fluvioglaciaires. La vallée encaissée de la rivière aux Bleuets est comblée par des sédiments d'épandage subaquatique qui se sont probablement mis en place dans un lac de barrage glaciaire établi dans ce bassin étroit et maintenu par la topographie. Les sédiments d'épandage subaérien et subaquatique se côtoient dans la plupart des corridors fluvioglaciaires. Une coupe montrant un épandage subaérien qui recoupe un épandage subaquatique (figure 9c) témoigne du changement dans les conditions proglaciaires au cours de la déglaciation, démontrant ainsi la nature éphémère des plans d'eau en marge du glacier dans la zone d'étude.

Deux crêtes morainiques majeures ont été cartographiées dans le secteur du lac Tessier, au NE de la zone d'étude. Ces moraines frontales sont composées de matériel juxtaglaciaire grossier mis en place parallèlement au front du glacier (**GxT**) selon une orientation E-W. La surface des crêtes morainiques est bosselée. La moraine située le plus au nord est discontinue, mais est suivie de part et d'autre du lac Tessier sur plus de 3 km; sa largeur est d'une centaine de mètres et sa hauteur de 10 m. D'autres segments morainiques moins importants de quelques centaines de mètres de longueur ont été cartographiés plus à l'est et pourraient être liés à cette crête morainique principale. La seconde crête morainique du lac Tessier, localisée deux kilomètres au sud de la première, mesure environ 1 km de longueur, mais est plus large (200 m) et plus haute (15 m). Elle comprend plusieurs crêtes. Ces moraines marquent une période de stagnation mineure du retrait glaciaire lors de la déglaciation de l'Inlandsis laurentidien.

Sédiments glaciolacustres

Six structures deltaïques mises en place dans de petits lacs proglaciaires (**LGd**) ont été répertoriées dans la zone d'étude. Elles se trouvent dans des dépressions topographiques où se sont probablement accumulées les eaux de fonte glaciaires, près des lacs actuels ou dans des vallées fluviales. Ces structures mesurent en moyenne 5 m de hauteur au-dessus du niveau lacustre actuel. Leur altitude varie grandement, entre 410 et 430 m. En raison de la perturbation de l'écoulement et de l'enfoncement de la croûte terrestre lors de la dernière glaciation, ces deltas glaciolacustres se sont formés dans des lacs à une altitude plus élevée que celle des lacs modernes ou dans de petits plans d'eau temporaires peu profonds.

Des faciès littoraux et d'eau profonde ont été observés à deux endroits sur le terrain, mais ne forment pas de zone morphosédimentologique sur la carte. À ces deux sites d'observation, les sédiments glaciolacustres d'eau profonde atteignent 1 m d'épaisseur. Il s'agit de silt argileux massif ou rythmé. En contact d'érosion, les sédiments glaciolacustres littoraux sus-jacents ont une épaisseur variant entre 0,5 et 1 m. Ce contact d'érosion est possiblement associé à la vidange abrupte de ces plans d'eau éphémères. Les sédiments littoraux sont constitués de sable moyen à grossier, bien trié et lité. Aucune crête de plage n'a cependant été observée dans ces secteurs, probablement du fait de la densité du couvert végétal.

Sédiments éoliens

Entre la déglaciation et la végétalisation du territoire, l'action éolienne a remobilisé les sédiments de certaines plaines d'épandage. Ces unités de sédiments éoliens (**Ed**) sont plus communes dans le nord de la zone d'étude, là où le relief est plus plat. Au total, 83 dunes éoliennes ont été cartographiées. Par endroits, les dunes sont paraboliques

ou longitudinales, d'une hauteur d'environ 5 m et d'une longueur variant entre 50 et 1000 m. Les dunes montrent des régimes de vents complexes, bien que les crêtes paraboliques soient principalement orientées NW-SE, indiquant que les vents provenaient généralement du NE.

Sédiments organiques

Les sédiments organiques (**O**), qui représentent environ 11 % de la superficie cartographiée, se sont formés au cours de l'Holocène par le remplissage des dépressions naturelles. Ces sédiments sont présents dans les zones d'eau stagnante (marécages et tourbières) où le drainage est entravé par la présence de sédiments glaciaires peu perméables sur lesquels ils reposent. Leur épaisseur varie grandement sur le terrain, mais certains sites d'observation sur le bord des routes montrent des épaisseurs de plusieurs mètres.

Dépôts de versant

Des dépôts d'éboulis (**Ce**) se sont formés par l'érosion des parois rocheuses. Ces dépôts sont composés de cailloux et de blocs anguleux gélifractés contenant peu de matrice. Ils forment des tabliers grossiers au pied des escarpements rocheux.

Sédiments alluviaux et lacustres

Le dépôt de sédiments alluviaux se poursuit toujours dans les cours d'eau actuels, lesquels incisent les formations plus anciennes. Les alluvions actuelles (**Ap**) sont composées de sables et de graviers contenant de la matière organique et forment des levées et des plaines modernes. Des alluvions de terrasses anciennes (**Ax**) sont répertoriées au-delà des couloirs fluviaux des rivières importantes. Ces sédiments composés de sables, de graviers et d'un peu de matière organique sont couverts d'anciens chenaux fluviaux abandonnés.

Les sédiments de lacs (10,5 % de la surface cartographiée) sont répartis sur l'ensemble de la zone d'étude. Les lacs sont moins nombreux et de plus petites dimensions sur le plateau rocheux dans le secteur SE. Ailleurs, ces étendues d'eau sont plus grandes, avec des superficies supérieures à 15 km², comme les lacs Tessier, Capitachouane et Échouani. Les sédiments lacustres (**L**) n'ont pas été différenciés lors de la cartographie, bien qu'ils comportent plusieurs faciès, soit deltaïques, littoraux et d'eau profonde.

DYNAMIQUE GLACIAIRE

La recherche de la source des anomalies minérales par prospection glaciocédimentaire nécessite une bonne connaissance de l'histoire glaciaire de la région. Un relevé systématique des marques d'érosion glaciaire, telles que les stries, les cannelures, les dos de baleine (figures 10a, 10b

et 10c), les roches moutonnées et les broutures a été réalisé lors de nos travaux.

Au total, 268 marques d'érosion glaciaire ont été répertoriées sur le terrain, avec des directions d'écoulement relativement variables, mais principalement selon une orientation N-NNNE-S-SSW (figure 11 – bleu). Le sens des stries est généralement inconnu, mais les stries à sens connu montrent un écoulement vers le S-SSW. Le sens de certaines stries et cannelures a pu être déterminé à l'aide de roches moutonnées qui présentent une pente adoucie en amont et une face d'arrachage en aval glaciaire.

Les marques d'érosion dans l'est du terrain (quadrants NE et SE) indiquent une direction d'écoulement majoritairement vers le sud, alors que celles reconnues dans la partie ouest du terrain (quadrants NW et SW) montrent un mouvement principal vers le SSW (figure 11). Comme mentionné à la section traitant du till en couverture continue, ce schéma d'écoulement radial se manifeste également dans l'orientation des traînées morainiques et des drumlins.

Il a été possible d'étudier les relations entre les différents écoulements à partir des recouvrements de stries observés sur onze sites (figure 10d). Les directions d'écoulement principales, S dans l'est et SSW dans l'ouest, recourent couramment un écoulement glaciaire antérieur variant de SSE à S dans l'ouest du terrain (figure 11 – rouge). Ces observations semblent confirmer la dynamique glaciaire proposée par Veillette (2004) qui interprète un écoulement vers le S-SSW dans la région de Clova et un mouvement ancien orienté 160° dans la région de Parent. Ce mouvement vers le SE serait probablement contemporain des premiers stades de la glaciation (Wisconsinien précoce), résultant de la croissance de la calotte glaciaire et associée à une zone de partage des glaces d'orientation NE-SW située au sud du lac Mistassini (Veillette, 2004). Une migration de cette ligne de partage au cours de la déglaciation a permis le développement du mouvement régional principal vers le sud.

Un écoulement reconnu comme tardif, vers le SSW dans l'est et le SW dans l'ouest, a été observé sur plusieurs affleurements (figure 11 – vert). En effet, un écoulement vers le SW (210-255°) recoupant l'écoulement principal (190°) est observé à plusieurs endroits dans l'ouest de la zone d'étude. Ce mouvement serait probablement associé à un changement progressif de l'orientation de la marge glaciaire lors de la déglaciation, passant d'une direction dominante NE-SW vers une direction NW-SE, entraînant ainsi une rotation horaire de l'écoulement glaciaire.

En ce qui concerne la distance de transport glaciaire, elle est difficile à évaluer dans la zone d'étude puisque la géologie locale ne contient aucun marqueur lithologique distinctif permettant l'identification de trains de dispersion glaciaire. Aucun comptage pétrographique qui aurait permis de déterminer la composition lithologique du till n'a été réalisé. Cependant, la présence de blocs erratiques du Groupe de Mistassini sur les berges du réservoir Gouin permet d'inférer une distance de transport glaciaire supérieure à 300 km (Veillette, 2004). Des distances locales de transport

glaciaire ont été estimées à partir de la morphologie des grains d'or dans les sédiments glaciaires (voir la section sur le potentiel minéral).

POTENTIEL MINÉRAL

Le potentiel minéral du secteur à l'étude a été évalué à partir de nos résultats et des données antérieures. Les résultats de l'analyse géochimique de la fraction fine du till et des concentrés de minéraux lourds ont été comparés aux données géochimiques de sédiments de fond de lac pour déterminer les zones à fort potentiel pour l'or, les métaux usuels, les éléments de terres rares (ETR) et les kimberlites diamantifères. Les cibles déduites à la suite de cette analyse et leur description sont disponibles dans le SIGÉOM, à l'adresse http://siggeom.mines.gouv.qc.ca/signet/classes/I1102_aLaCarte?l=F.

Potentiel aurifère

Les résultats pour l'or proviennent de l'analyse des fractions granulométriques (< 50 µm et entre 50 et 1000 µm) du concentré de minéraux lourds. Ils sont normalisés pour 10 kg de till et pour 15 kg de sédiment fluvioglaciaire (figure 12). Aucune anomalie significative en Au, en As, en Bi ou en Sb dans la fraction fine du till n'a été mise en évidence lors de cette étude.

Ainsi, 41 échantillons situés dans le Parautochtone – là où la présence de grains d'or est la plus importante – ont été traités afin d'extraire l'or de la fraction inférieure à 50 µm. Les résultats des comptages démontrent l'existence d'échantillons contenant jusqu'à 24 grains d'or en additionnant les deux classes granulométriques. Au total, sept cibles aurifères (figure 12) ont été établies à l'aide du compte de grains d'or dans les échantillons de sédiments glaciaires et l'analyse géochimique de la fraction fine des tills et des sédiments de fond de lac. Certaines de ces cibles correspondent aux échantillons comportant le plus grand nombre de grains d'or présentant une morphologie interprétée comme intacte (DiLabio, 1990), indiquant la proximité de la source minéralisée.

Les cibles aurifères ainsi identifiées montrent jusqu'à 13 grains d'or intacts dans les échantillons, traduisant une faible distance de transport glaciaire (centaine de mètres) à partir de la source minéralisée. La taille de la majorité des grains intacts est cependant inférieure à 50 µm, une fraction qui tend à moins se déformer lors du transport glaciaire et qui, par conséquent, est susceptible de mieux préserver une morphologie primaire. Mentionnons également que la fraction granulométrique inférieure à 50 µm des 41 échantillons traités contenait également des grains de minéraux du groupe du platine (MGP), pour un total de 37 grains.

Il semble y avoir une corrélation spatiale entre le prolongement de la Faille de Cadillac dans le Parautochtone, tel

qu'interprété par Moukhsil *et al.* (2016), et la concentration de grains d'or dans les échantillons. En effet, les échantillons contenant le plus de grains d'or se trouvent à l'aval glaciaire de cette structure (figure 12). Du fait du nombre de grains d'or relativement faible et de l'absence d'un train de dispersion clair, d'autres données sont nécessaires pour valider cette hypothèse.

Potentiel en métaux usuels

Quelques grains de sulfures ont été reconnus dans les échantillons de till et d'eskers, principalement de la pyrite (figure 13). Des grains de chalcopryrite, de galène, de löllingite et de molybdénite ont été trouvés dans divers échantillons répartis dans la zone d'étude. La rareté des sulfures dans les échantillons est probablement causée par l'oxydation de ces minéraux par les eaux de surface. Plusieurs grains de gahnite, de staurotide zincifère et de spinelle zincifère ont aussi été identifiés et vérifiés au MEB.

La répartition spatiale de ces minéraux ne définit pas de train de dispersion clair et semble relativement aléatoire. Leur présence est néanmoins intéressante, car la région présente un potentiel pour les minéralisations en zinc. Elle est en effet l'hôte du gîte Langlade, situé dans l'extrême NW du terrain. Six grains de gahnite et cinq de staurotide zincifère ont été trouvés à l'aval glaciaire de ce site. L'analyse de la géochimie de la matrice fine du till n'a toutefois pas relevé d'anomalie importante en métaux usuels avec des teneurs en Zn, en Cu, en Pb et en Ni ne dépassant pas 50 ppm.

Deux cibles (figure 13) ont été proposées à partir des analyses de minéraux lourds et de la fraction fine. La cible du Lac Picket (Cu) comprend trois grains de chalcopryrite et un grain de molybdénite en provenance d'un esker et un grain de chalcopryrite provenant d'un échantillon de till avoisinant. Elle se trouve dans une zone caractérisée par des anomalies régionales en Cu définies à partir de la géochimie de sédiments de fond de lac. La cible polymétallique du Lac Jaux correspond à un échantillon de till montrant un enrichissement en plusieurs éléments (Co, Cu, ETR, Fe, Mn, Nb, Rb, Th, Ti, U, Zn). Cet enrichissement n'est pas relié à une proportion d'argile plus élevée dans la matrice, puisque la granulométrie de l'échantillon est semblable à la moyenne. La signature de cette cible pourrait être associée à des minéralisations polymétalliques à oxydes de Fe-Cu-U-ETR ou à des sulfures massifs volcanogènes (SMV) à Zn-Cu. Elle se trouve à proximité d'une cible d'exploration en Zn associée aux gîtes de type SMV déterminée à partir des analyses de sédiments de lac par régression spatiale.

Potentiel pour les minéralisations des éléments de terres rares

Quelques minéraux généralement associés aux minéralisations liées aux roches alcalines enrichies en ETR ont été trouvés dans les tills, notamment des grains de pérovskite, de kaersutite et de rutile à niobium. De nombreuses monazites

ont aussi été trouvées dans les échantillons. Ces minéraux sont présents dans la partie NW de la zone d'étude, dans le Parautochtone.

La cible du Lac Koroleff a été déterminée à partir d'un échantillon de till ayant des teneurs anormales en ETR (242,6 ppm) et d'un échantillon de till voisin comptant 32 grains de monazite dans le concentré de minéraux lourds. En plus de la présence de plusieurs unités de pegmatite granitique à proximité, un échantillon de till en aval glaciaire montre également des valeurs anormales en ETR (224,8 ppm). Une cible cartographique en ETR a été également définie au sud de cette cible.

Potentiel kimberlitique

Des minéraux indicateurs de kimberlite (MIK) sont présents dans les concentrés de minéraux lourds et semblent plus abondants dans le SE de la zone d'étude (figure 14). Les minéraux identifiés sont la picroilménite, la chromite aluminomagnésienne, le diopside chromifère et l'omphacite. Ces minéraux sont des indicateurs probables de kimberlite, mais ne sont pas systématiquement associés aux minéralisations de diamant. La cible kimberlitique du Lac Fortier (figure 14) a été définie en raison de la présence d'un grand nombre de grains de diopside chromifère dans les concentrés de minéraux lourds provenant d'échantillons de till et d'esker contigus. Les échantillons de till contenaient entre 3 et 5 grains de diopside chromifère, alors que l'on en a compté jusqu'à 10 dans un échantillon d'esker. Le diopside chromifère est également un minéral indicateur associé aux intrusions ultramafiques.

CONCLUSION

Ce levé du Quaternaire dans la région de Clova, au sud du réservoir Gouin, a permis de mettre à jour nos connaissances des dépôts de surface du secteur, de raffiner le schéma d'écoulement glaciaire et de préciser son potentiel minéral par l'échantillonnage de sédiments glaciaires et fluvioglaciaires.

La région est dominée par une forte couverture de till continu, avec des zones de till mince et de roc affleurant dans la partie SE où le relief est plus accidenté. Lors de la déglaciation, au sein de longs corridors fluvioglaciaires, des eskers kilométriques allongés se sont formés parallèlement à l'écoulement glaciaire N-S. Ces dépôts reposent sur des étendues planes ou sont confinés dans des vallées. Associées aux eskers, sont apparues des plaines d'épandage proglaciaire subaérien. Des dépôts d'épandage subaquatique et deltaïques sont également associés à des plans d'eau éphémères au front du glacier. Après le retrait de la glace, les vents du NE ont remobilisé les plaines d'épandage en formant des dunes paraboliques et longitudinales. Depuis l'Holocène, des sédiments organiques, colluviaux, fluviatiles et lacustres se sont mis en place dans l'ensemble du territoire.

L'étude de la dynamique glaciaire a permis de reconnaître trois phases d'écoulement glaciaire : un écoulement ancien vers le SSE, un écoulement principal vers le S et un écoulement tardif vers le SSW. Ce modèle d'écoulement est aussi observé dans les formes fuselées et les drumlins cartographiés, témoignant d'une rotation horaire de la marge du glacier au cours de la dernière période glaciaire.

Les analyses géochimiques de la fraction fine du till et l'examen des concentrés de minéraux lourds ont permis de déterminer des cibles pour l'or, les métaux usuels, les éléments de terres rares associés aux roches alcalines et les kimberlites. La présence de gahnite et de staurotite zincifère dans certains échantillons permet de préciser le potentiel déjà connu pour le zinc dans la zone d'étude (gîte Langlade). En outre, une association spatiale entre le prolongement interprété de la Faille de Cadillac dans le Parautochtone (Moukhsil *et al.*, 2016) et les échantillons présentant des comptes anormaux de grains d'or a été mise en évidence, mais ne peut être confirmée du fait de la dimension de la maille d'échantillonnage qui ne permet pas l'interprétation d'une traînée de dispersion nette. D'autres travaux le long de cette structure sont nécessaires pour préciser le potentiel économique associé au prolongement de la Faille de Cadillac dans le Parautochtone.

RÉFÉRENCES

- BANCROFT, J.A., 1916 – Report on the geology and mineral resources on the Transcontinental railway, between Hervey Junction and the Bell river from St. Thècle to Rivière à Pierre. *In*: Report on mining operations in the province of Québec during the year 1916. Department of Colonization, Mines and Fisheries, Québec, pages 128-168.
- BERTHELOT, P. – DEROFF, R., 2011 – Rapport technique, travaux de décapage et d'échantillonnage, propriété de Cadillac Extension. Ressources Cartier. Rapport statutaire déposé au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; GM 65929, 210 pages, 11 plans.
- BISSON, L., 1987 – Géologie des dépôts quaternaires du canton de Scott, Chibougamau, Québec; avec application à la prospection minérale. Université du Québec à Montréal; mémoire de maîtrise en science de la Terre, 183 pages.
- BOSTOCK, H.S., 2014 – Carte physiographique du Canada. Commission géologique du Canada; Carte 1254A (2^e édition), échelle 1/5 000 000.
- BOUCHARD, M.A. – MARTINEAU, G., 1984 – Les aspects régionaux de la dispersion glaciaire, Chibougamau, Québec. *In*: Chibougamau - Stratigraphy and mineralization (Guha, J., Chown, E.H., editors). Canadian Institute of Mining and Metallurgy; Special Volume 34, pages 431-440.
- 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.

- DAUBOIS, V., 2016 – Analyse des minéraux lourds provenant de sédiments glaciaires et fluvioglaciaires dans la région de Clova, Province de Grenville. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; DP 2016-11, 5 pages.
- DE CORTA, H., 1989 – Les dépôts quaternaires de la région Lac Rohault — Lac Boisvert (sud de Chibougamau); aspect de la dispersion glaciaire clastique. Université du Québec à Montréal; mémoire de maîtrise en science de la Terre, 113 pages.
- DILABIO, R.N.W., 1990 – Classification and interpretation of the shapes and surface textures of gold grains from till on the Canadian Shield. *In: Current Research, Part C. Geological Survey of Canada; Paper 90-1C, pages 323-329.*
- DREIMANIS, A. – VAGNERS, V.J., 1971 – Bimodal Distribution of Rock and Mineral Fragments in Basal Tills; *In: Till, a Symposium (Goldthwait, R.P., editor). Ohio State University Press; pages 237-250.*
- FAURE, S., 2004 – Front de Grenville : Approche géophysique. Projet 2003-2B, CONSOREM. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; MB 2014-11, 39 pages.
- HÄTTESTRAND, C. – KLEMAN, J., 1999 – Ribbed moraine formation. *Quaternary Science Reviews; volume 18, pages 43-61.*
- LAURIN, A.F., 1965 – Le bassin du réservoir Gouin; comtés d'Abitibi-Est et de Lavolette. Ministère des Richesses naturelles du Québec, Québec; RG 130, 31 pages, 1 plan.
- LAVERDIÈRE, C., 1971 – Sur quelques indicateurs glaciaires de la région de Chibougamau, Québec. *Revue de Géographie de Montréal; volume 25, pages 7-83.*
- McCLENAGHAN, M.B. – PLOUFFE, A. – McMARTIN, I. – CAMPBELL, J.E. – SPIRITO, W.A. – PAULEN, R.C. – GARRETT, R.G. – HALL, G.E.M., 2013 – Till sampling and geochemical analytical protocols used by the Geological Survey of Canada. *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis; volume 13, pages 285-301.*
- McCLENAGAN, 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.*
- MILETTE, S., 2013 – Application d'un modèle numérique de terrain LIDAR à l'étude des dépôts quaternaires et des lacs proglaciaires de la région du réservoir Gouin en Haute-Mauricie (Québec). Université du Québec à Montréal; mémoire de maîtrise en géographie, 192 pages, 1 plan.
- MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MFFP), 2016 – Zones de végétation et domaines bioclimatiques du Québec. Gouvernement du Québec. En ligne : <https://www.mffp.gouv.qc.ca/forets/inventaire/inventaire-zones-carte.jsp>
- MOUKSHIL, A. – SOLGADI, F. – BELKACIM, S., 2016 – Géologie de la région de Clova, Haut-Saint-Maurice (partie ouest du Grenville). Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; RG 2016-03, 49 pages.
- PRICHONNET, G. – BEAUDRY, L.M., 1990 – Évidences d'un écoulement glaciaire sud, antérieur à l'écoulement sud-ouest du Wisconsinien supérieur, région de Chapais, Québec. Dans : *Recherche en cours, partie C. Commission géologique du Canada; Étude 90-1 C, pages 331-338.*
- PRICHONNET, G. – MARTINEAU, G. – BISSON, L., 1984 – Les dépôts quaternaires de la région de Chibougamau, Québec. *Géographie Physique et Quaternaire; volume 38, pages 287-304.*
- THÉRIAULT, R. – BEAUSÉJOUR, S., 2012 – Carte géologique du Québec. Ministère des Ressources naturelles, Québec; DV 2012-06, 8 pages, 1 plan.
- VEILLETTE, J.J., 2004 – Ice-flow chronology and palimpsest, long-distance dispersal of indicator clasts, North of the St-Lawrence river valley, Quebec. *Géographie Physique et Quaternaire; volume 58, pages 187-216.*
- VEILLETTE, J.J. – POMARES, J.-S., 1991 – Older ice flows in the Matagami-Chapais area, Quebec. *In: Current Research, Part C, Geological Survey of Canada; Paper 91-1C, pages 143-148.*
- WILSON, W.J., 1910 – Geological Reconnaissance along the line of the National Transcontinental Railway in western Québec. Geological Survey of Canada; Memoir 4, 56 pages.

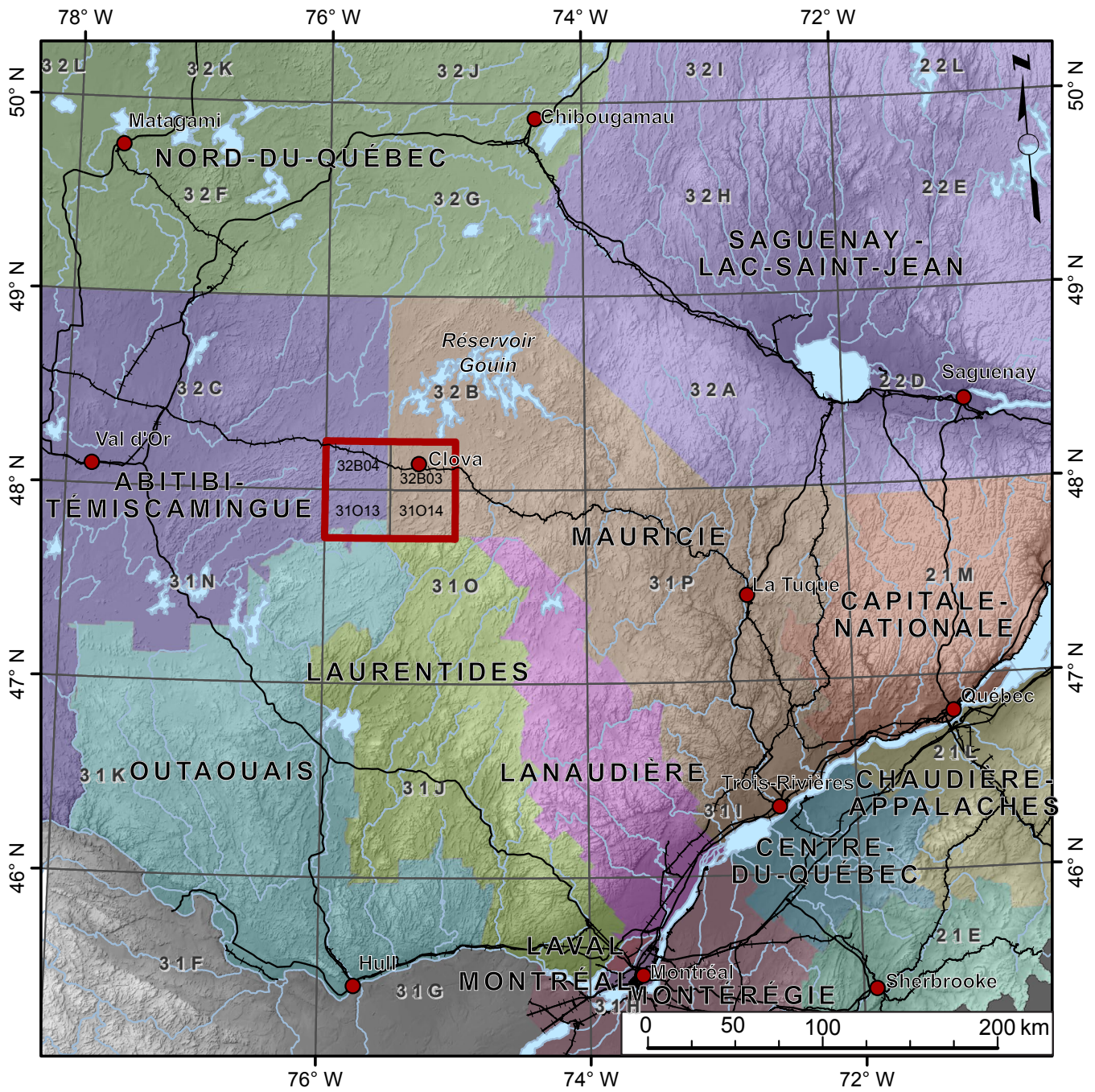


FIGURE 1 – Localisation de la zone d'étude

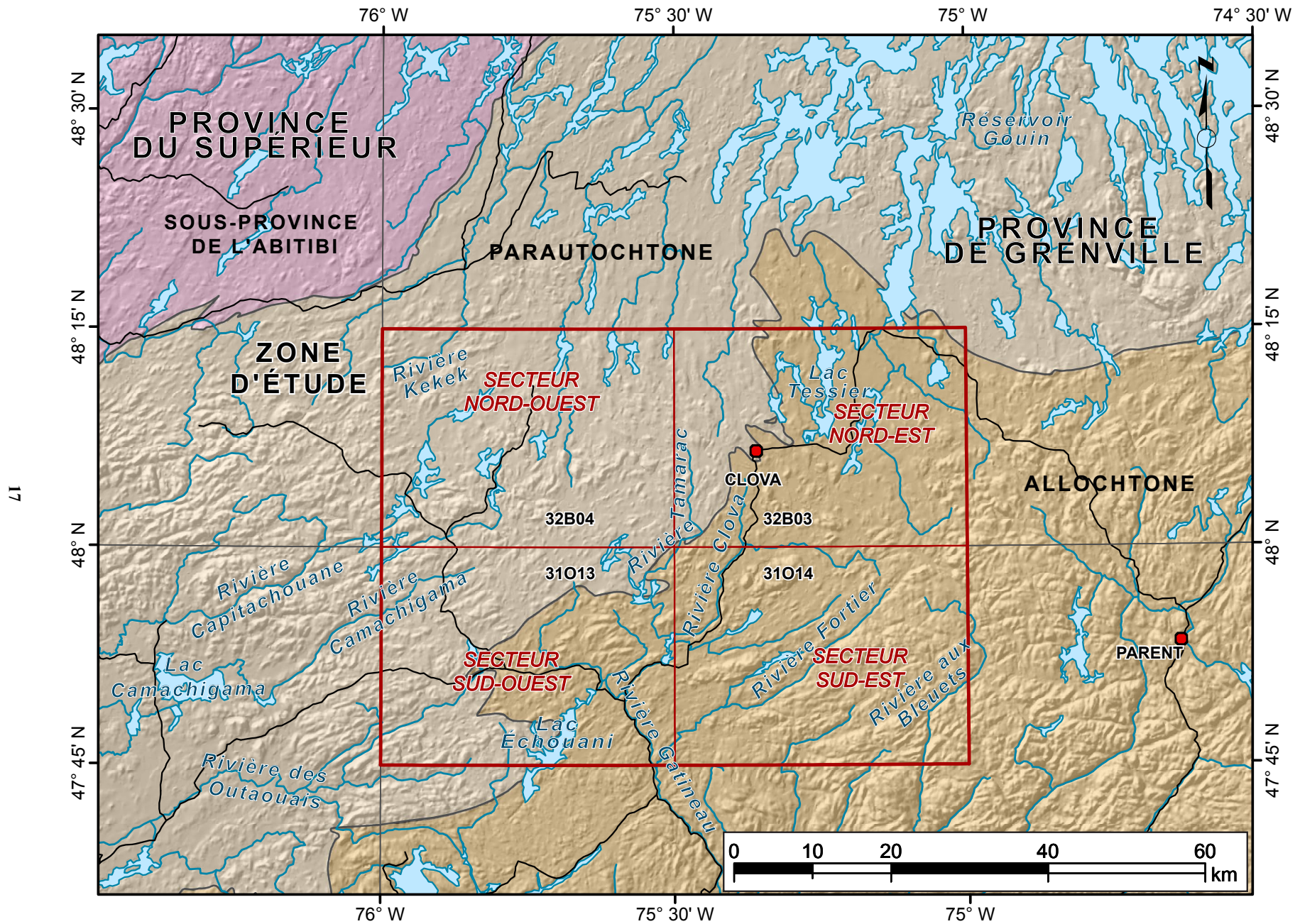


FIGURE 2 – Contexte physiographique et hydrographique de la région de Clova (provinces géologiques tirées du SIGÉOM)

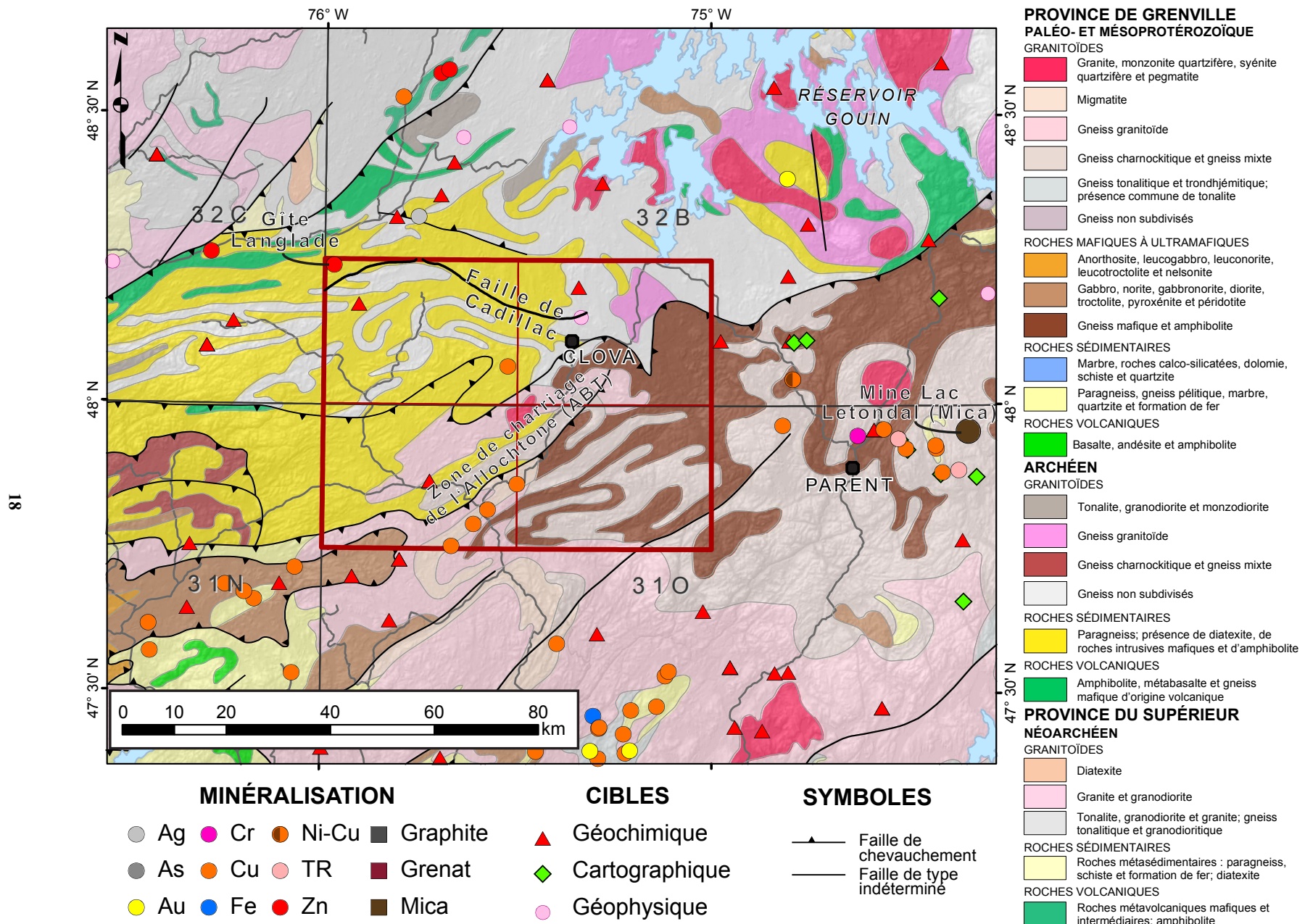


FIGURE 3 – Géologie générale et potentiel minéral de la région de Clova (géologie modifiée de Thériault et Beauséjour [2012]; minéralisations et cibles tirées du SIGÉOM)

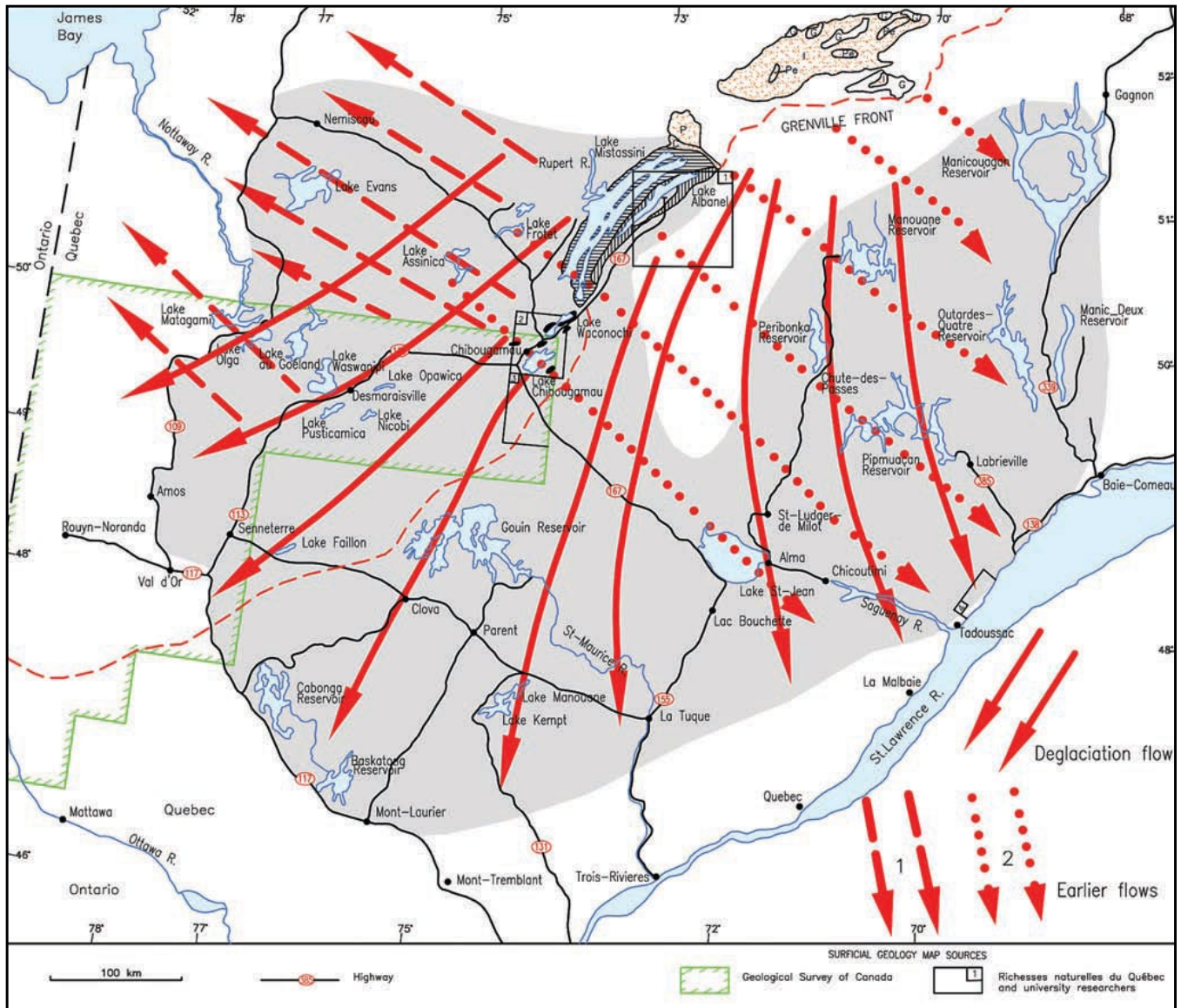


FIGURE 4 – Séquence d'écoulements glaciaires entre la vallée du Saint-Laurent et la baie James (Veillette, 2004).

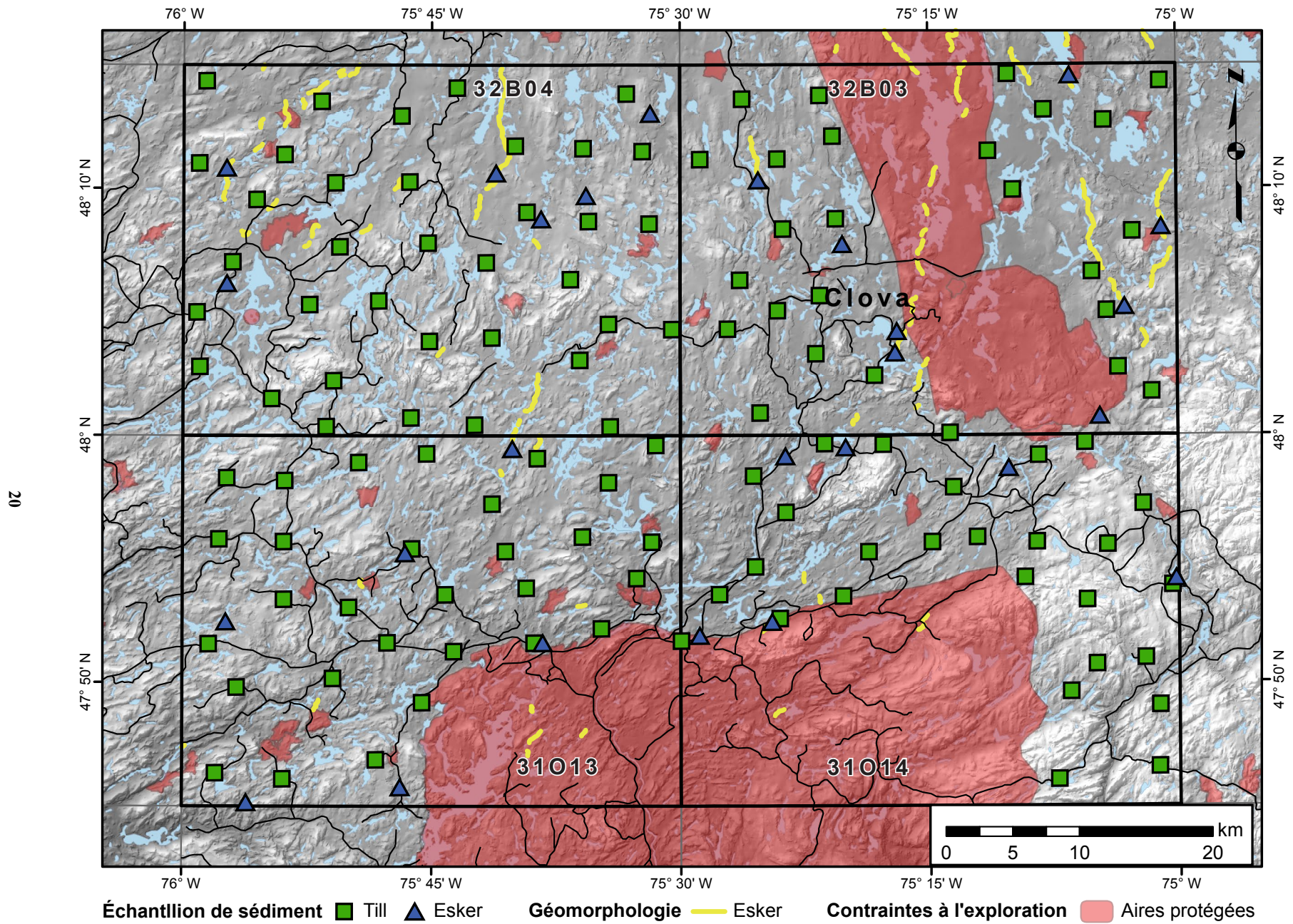


FIGURE 5 – Localisation des échantillons de till (vert) et d'esker (orange) prélevés au cours de l'été 2015

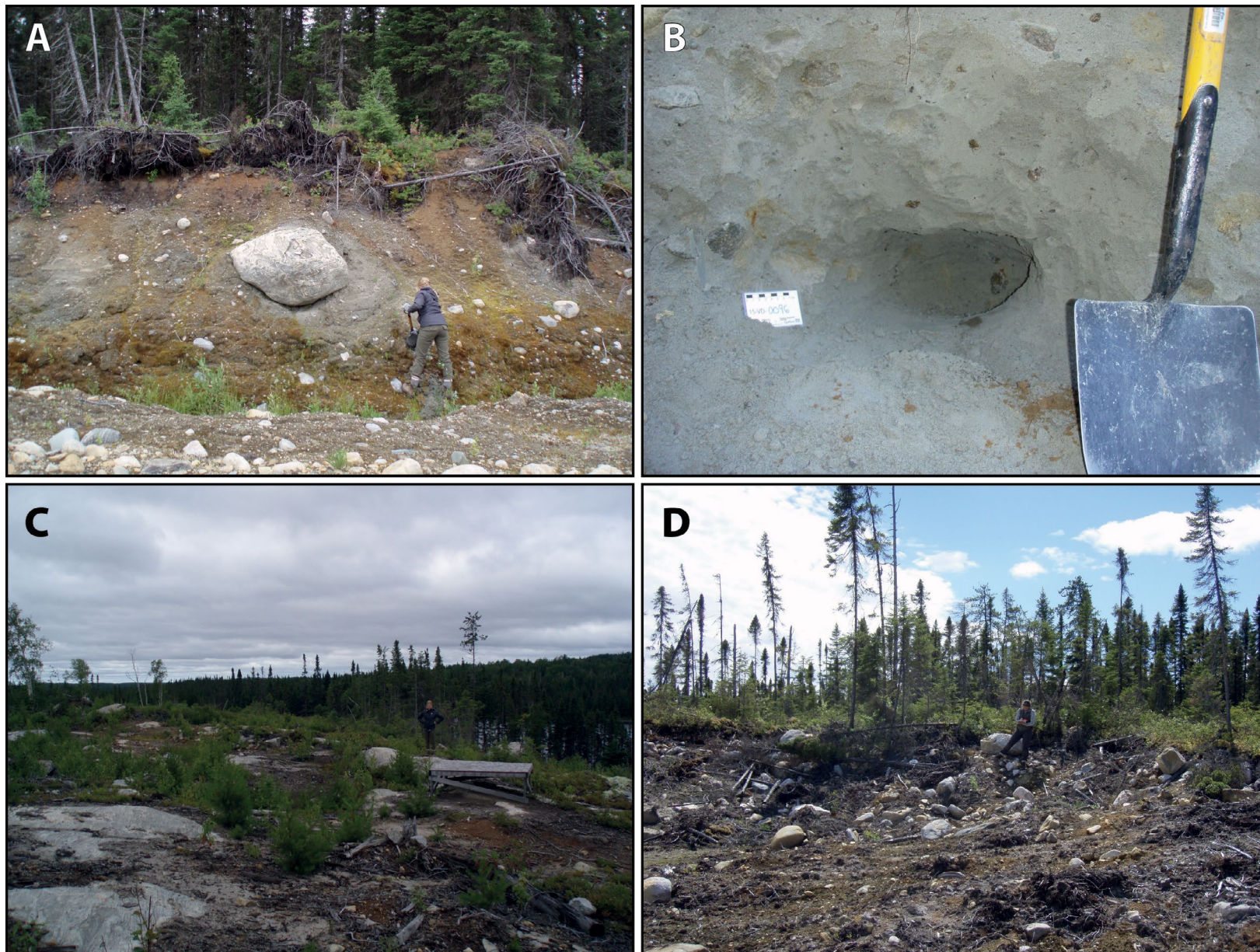


FIGURE 6 – Sédiments glaciaires : a) coupe de till continu de 4 m de hauteur avec bloc métrique; b) vue rapprochée d'un till compact à matrice sablo-silteuse avec clastes centimétriques à décimétriques; c) zone de till mince, le socle rocheux apparaît par endroits; d) till de fusion à matrice lâche et nombreux cailloux et blocs.

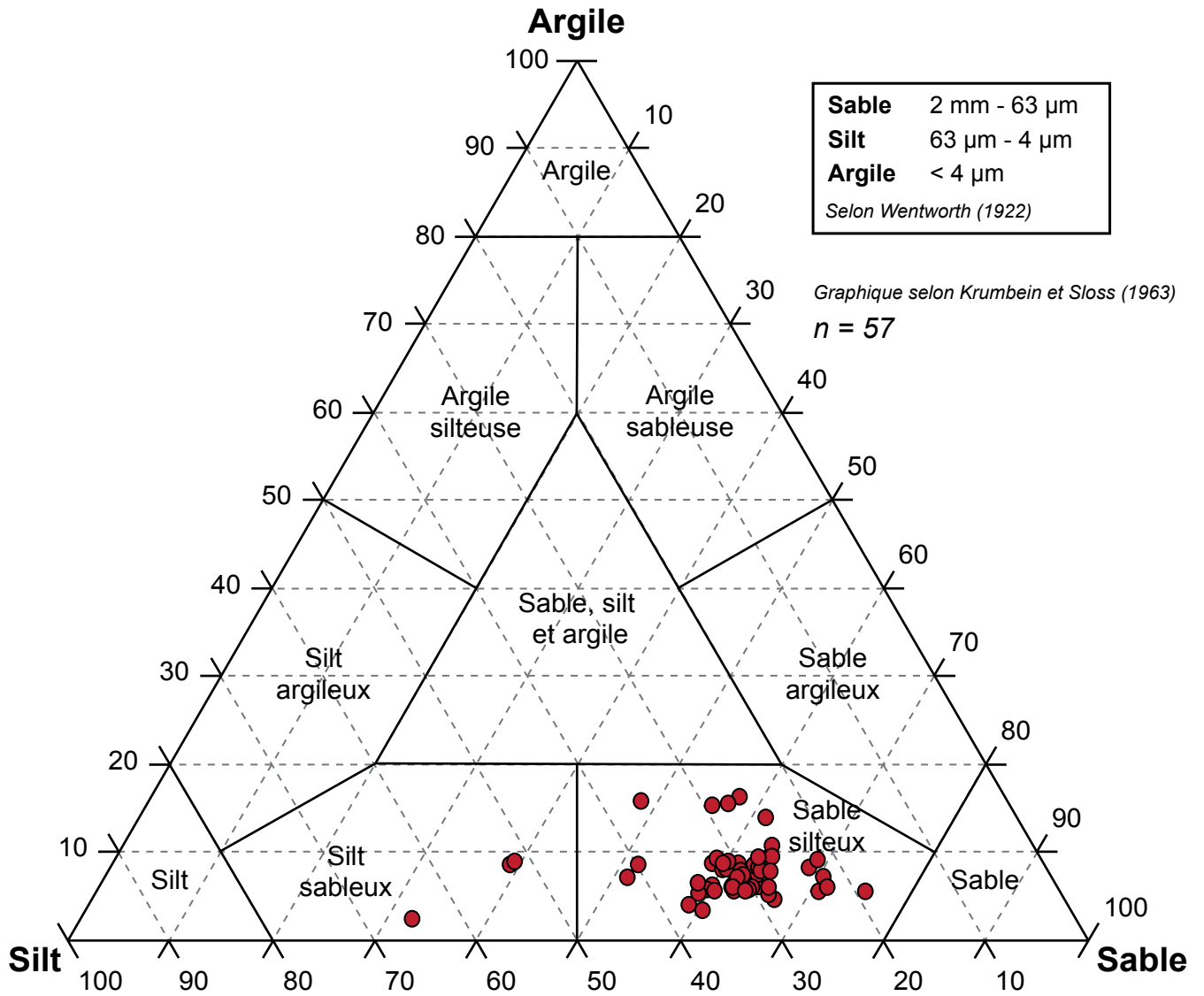


FIGURE 7 – Granulométrie de la matrice des échantillons de till

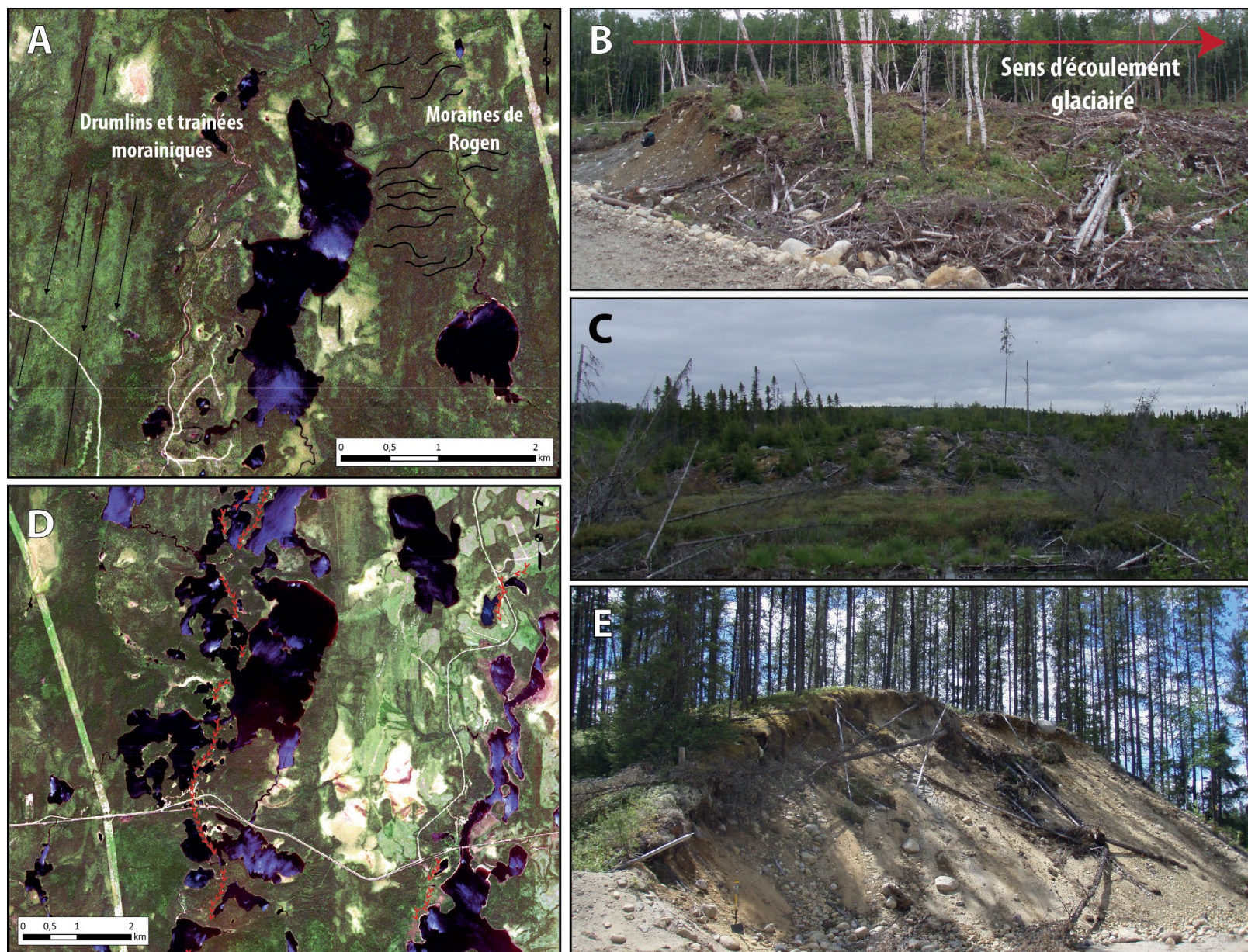


FIGURE 8 – Principales caractéristiques géomorphologiques observées dans la zone d'étude : a) champ de formes fuselées orientées SSW en association avec des moraines de Rogen, dans le nord de la zone d'étude; b) vue longitudinale d'un drumlin dans le NW de la région d'étude, le sens d'écoulement (en rouge) est vers le SE; c) vue longitudinale d'une moraine de Rogen parsemée de blocs faisant 5 m de hauteur, 10 m de largeur et 200 m de longueur dans le NE de la zone d'étude; d) corridor fluvio-glaciaire kilométrique contenant un esker qui traverse le lac Tessier près de Clova, les crêtes d'esker sont indiquées en rouge; e) esker kilométrique et de 10 m de hauteur, l'échelle est indiquée par la pelle.



FIGURE 9 – Sédiments fluvioglaciaires et deltaïques : a) coupe de 5 m du cœur grossier d'un esker de quelques kilomètres de longueur dans le NE du terrain, esker de 15 m de hauteur à matrice de granulométrie sableuse; b) exemple d'épandage proglaciaire subaérien, dépôt composé de cailloux imbriqués avec matrice sableuse oxydée; c) sédiment d'épandage subaérien oxydé en contact érosif avec un sédiment d'épandage proglaciaire subaquatique, présence de rides de courant dans le sable fin; d) petite structure deltaïque de 1,5 m de hauteur près du lac Tessier.

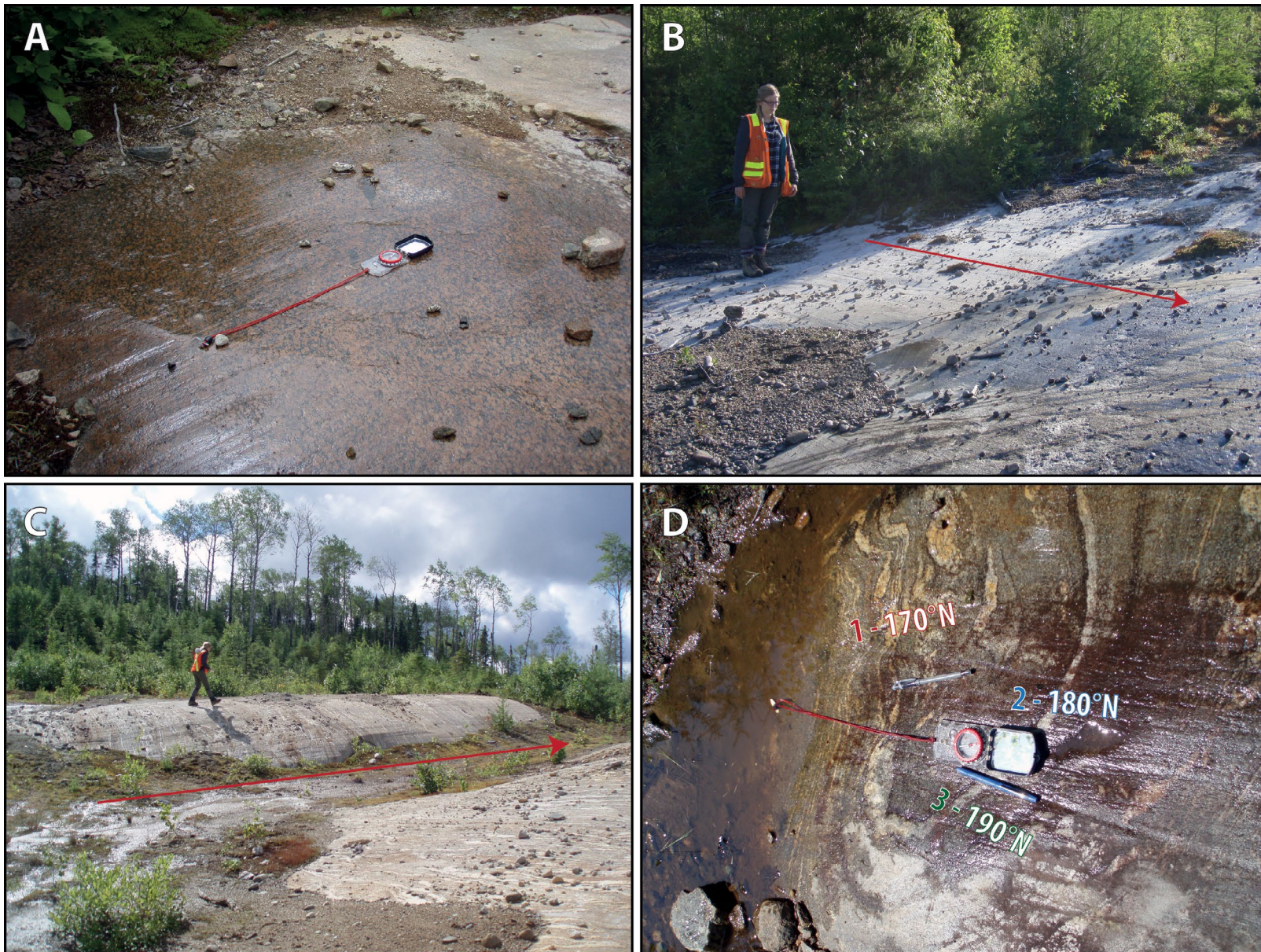


FIGURE 10 – Marques d'érosion glaciaire : a) stries N-S sur un affleurement poli de roche syénitique; b) cannelures de quelques centimètres de largeur orientées N-S; c) dos de baleine de 20 m de longueur orienté N-S; d) recoupement observé dans l'ouest de la région d'étude montrant un mouvement ancien à 170° recoupé par le mouvement principal à 180° et par des cannelures à 190°.

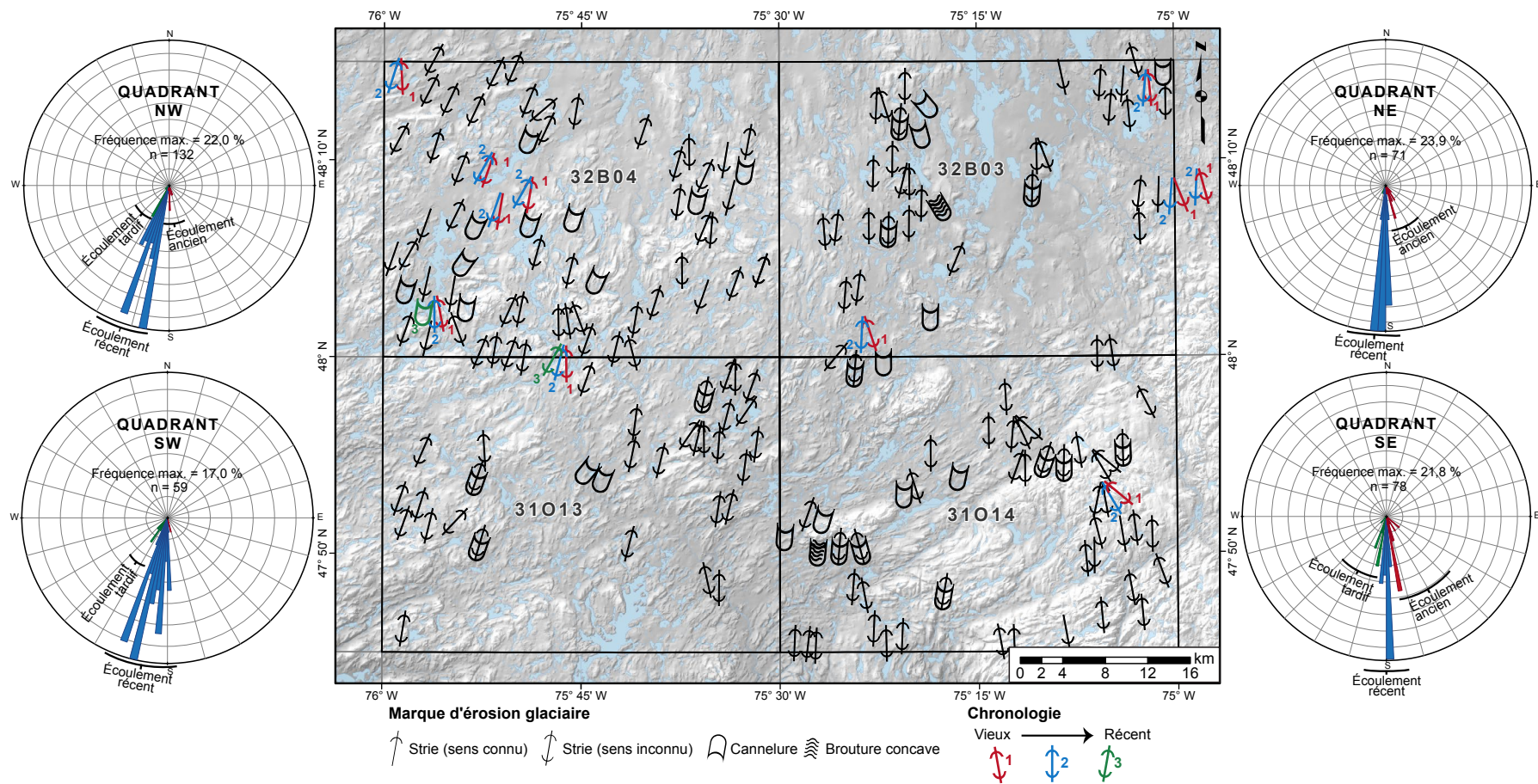


FIGURE 11 – Répartition des marques d'érosion glaciaire dans la zone d'étude. La chronologie des mouvements est indiquée lorsqu'elle est connue. Les diagrammes de rose sont présentés pour chaque quadrant du terrain.

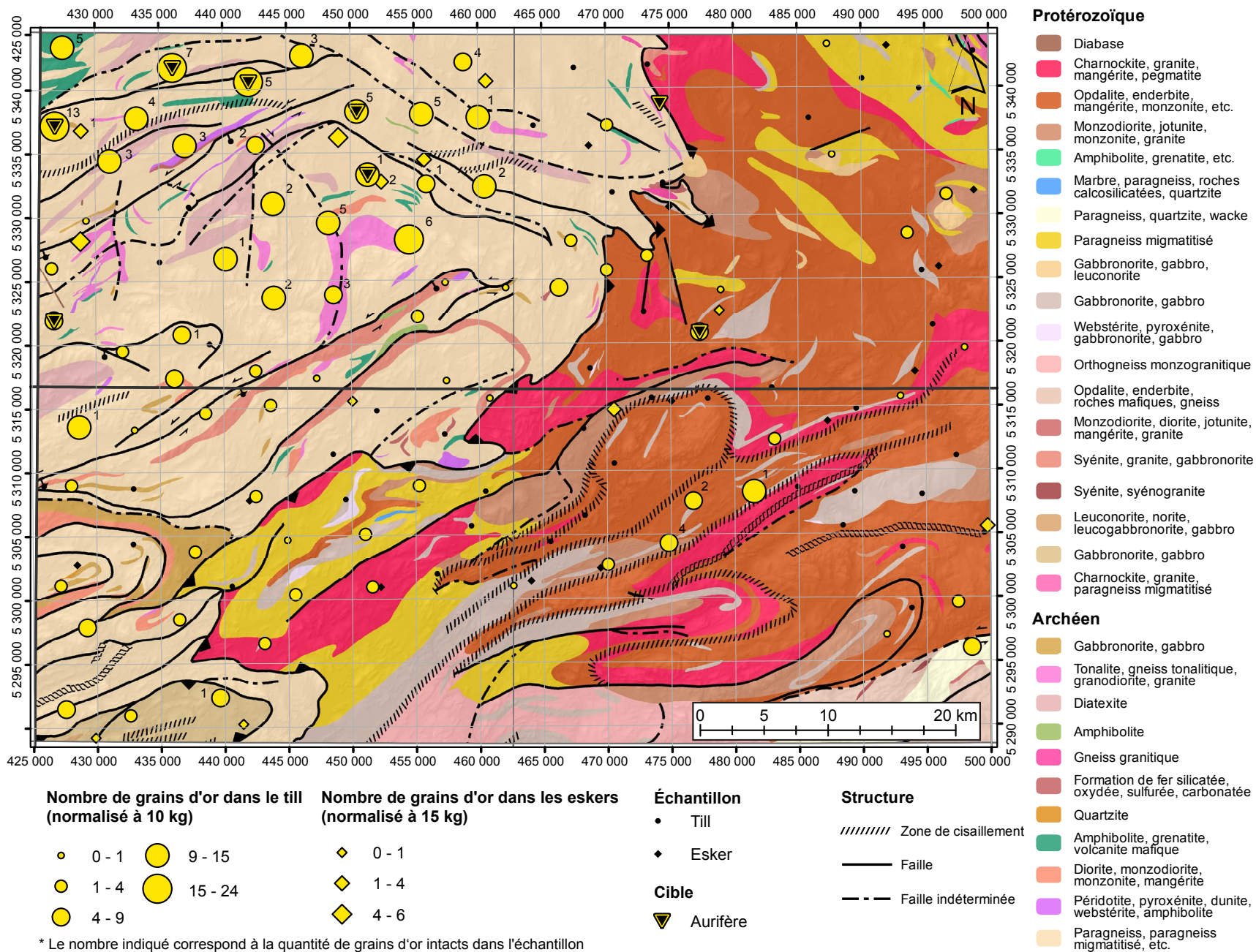


FIGURE 12 – Cibles aurifères, répartition et nombre de grains d'or entre 50 et 1000 µm dans les échantillons de till et d'esker.

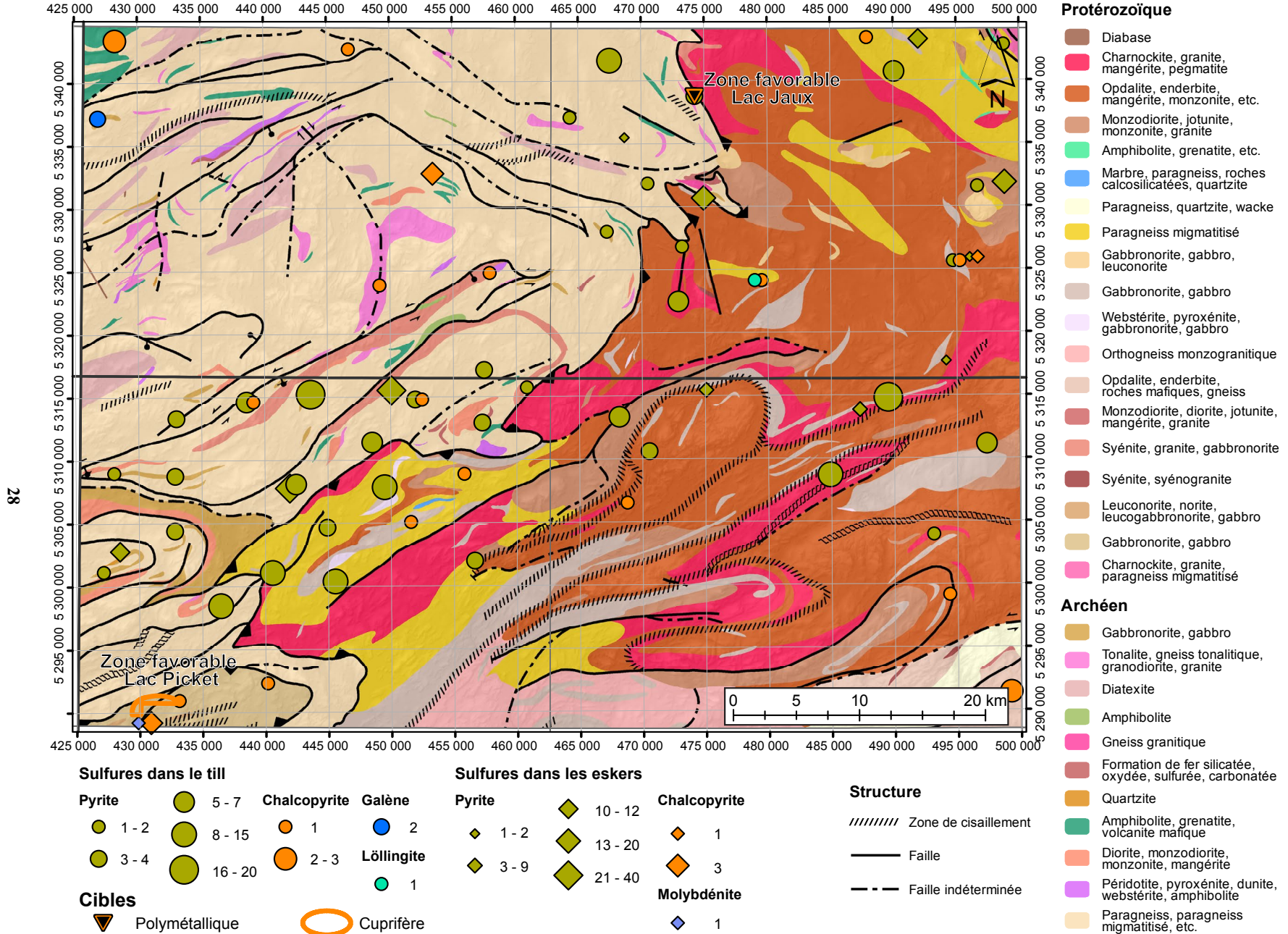


FIGURE 13 – Cibles de métaux usuels, répartition et nombre de grains de sulfures dans les échantillons de till et d'esker.

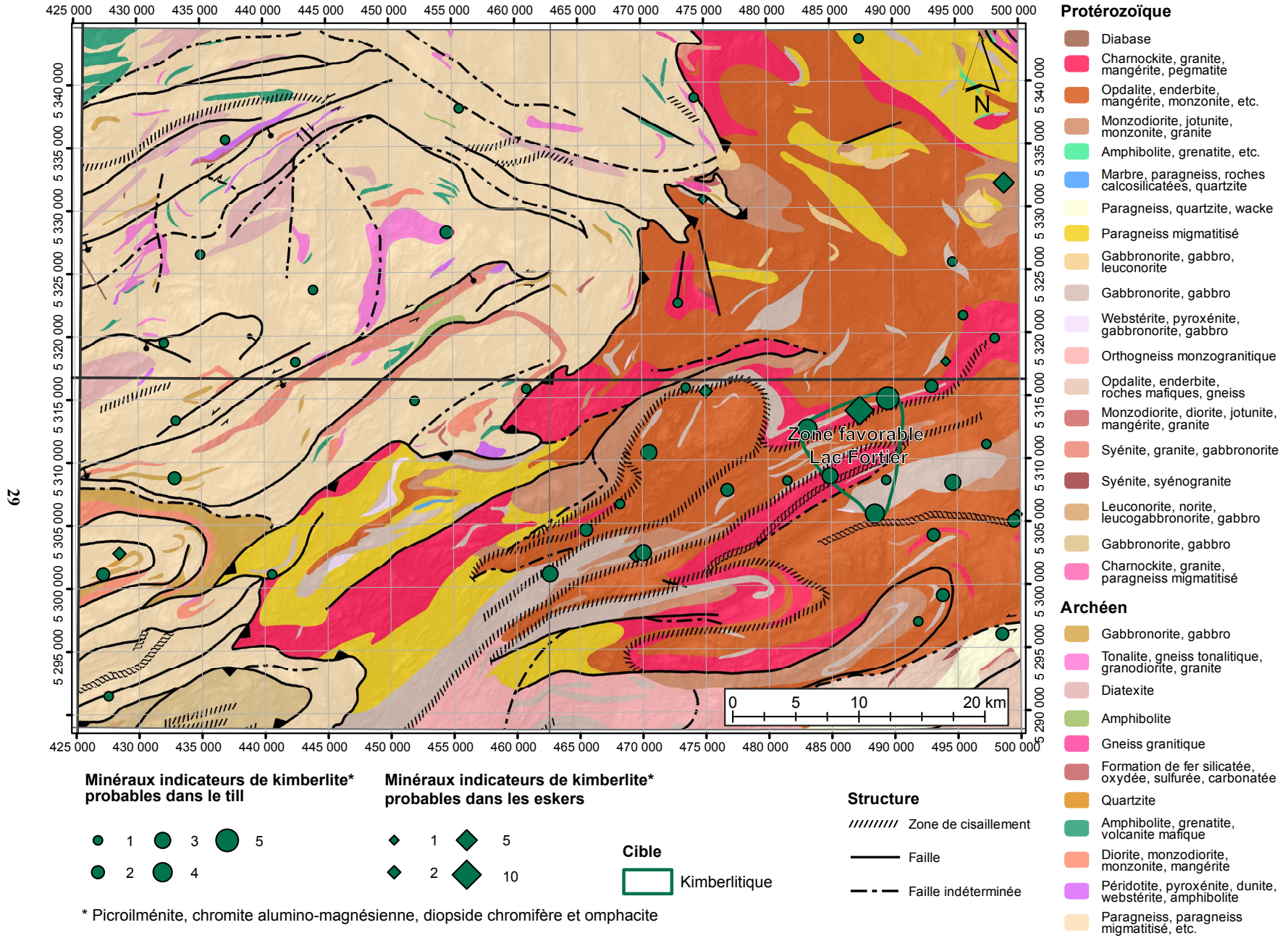


FIGURE 14 – Cible de kimberlite, répartition et nombre de minéraux indicateurs de kimberlite dans les échantillons de till et d'esker.



Énergie et Ressources
naturelles

Québec

