



**Géologie des dépôts de surface
de la région de la rivière Eastmain
supérieure (SNRC 23005, 23006,
23011, 23012, 33A08 à 33A10)**

RP 2019-02

Olivier Lamarche et Simon Hébert

Québec 

DOCUMENT PUBLIÉ PAR LA DIRECTION GÉNÉRALE DE GÉOLOGIE QUÉBEC

Direction générale

Alain Dumas

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

Hugo Dubé-Loubert, géo.

Auteurs

Olivier Lamarche, géo. et Simon Hébert, géo stag.

Édition

Claude Dion, ing.

Graphisme

André Tremblay

Photo de couverture : Till fuselé avec plusieurs drumlinoïdes situés dans le centre du feuillet 23D12. Les formes mesurent près d'un kilomètre.

Géologie des dépôts de surface de la région de la rivière Eastmain supérieure (SNRC 23D05, 23D06, 23D11, 23D12, 33A08 à 33A10)

Olivier Lamarche et Simon Hébert (MERN)

RP 2019-02

Résumé

Le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles a poursuivi à l'été 2018 un projet de cartographie des dépôts de surface et d'échantillonnage des sédiments glaciaires et fluvioglaciaires d'une région située au nord des monts Otish (feuilles SNRC 23D et 33A). Ce projet avait notamment pour but d'évaluer le potentiel minéral (diamant, métaux usuels et précieux, terres rares, etc.) d'un secteur de la Province géologique du Supérieur au contact des sous-provinces d'Opinaca et d'Opatica. Le présent document présente les résultats de la campagne de cartographie qui incluent les cartes des dépôts de surface, la description des unités ainsi que l'inventaire des écoulements glaciaires ayant affecté ce secteur. La région est dominée par les sédiments glaciaires et fluvioglaciaires. Les eaux de fonte glaciaire ont laissé des traces caractéristiques, en particulier des chenaux fluvioglaciaires de différents types. Finalement, les travaux ont identifié plusieurs petits tronçons de moraine frontale qui permettent de préciser la position de la marge glaciaire lors de la déglaciation.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	5
Localisation et accès.....	5
Géologie du substratum rocheux	5
Géologie du Quaternaire.....	8
MÉTHODE DE TRAVAIL	8
Cartographie des dépôts de surface	8
Inventaire des marques et des formes d'érosion glaciaire	8
GÉOLOGIE DES DÉPÔTS DE SURFACE.....	10
Roc	10
Affleurements rocheux isolés	10
Escarpements rocheux.....	10
Sédiments glaciaires	10
Till en couverture continue (Tc)	10
Till en couverture mince (Tm).....	10
Till fuselé (Ts)	10
Traînées morainiques derrière abri.....	10
Traînées morainiques fuselées (drumlinoides)	11
Till côtelé (To).....	11
Moraines côtelées.....	12
Till délavé (Td)	12
Sédiments fluvioglaciaires.....	12
Sédiments juxtaglaciaires (Gx).....	12
Eskers.....	12
Kames et kettles	12
Chenaux de fonte sous-glaciaires	12
Chenaux juxtaglaciaires	12
Sédiments d'épandage proglaciaire subaériens (Go).....	13
Chenaux proglaciaires.....	14
Chenaux d'eau de fonte.....	15
Champs de bloc.....	15
Sédiment de moraine frontale (GxT).....	15
Sédiments postglaciaires	15
Sédiments lacustres (L, Lb, Ld).....	15
Alluvions actuelles (Ap) et terrasses fluviales (At)	15
Barres alluviales.....	15
Terrasses fluviales	15
Chenaux fluviatiles.....	15
Sédiments organiques non différenciés (O).....	15
Dépôts d'éboulis (Ce).....	17
DYNAMIQUE GLACIAIRE	17
Mouvements glaciaires répertoriés	17
Séquence d'écoulements glaciaires	17
CONCLUSION.....	17
RÉFÉRENCES	18
PHOTOGRAPHIES.....	20
HORS TEXTE :	
Géologie des dépôts de surface de la région de la rivière Eastmain supérieure - secteur ouest – RP 2019-01-C01	
Géologie des dépôts de surface de la région de la rivière Eastmain supérieure - secteur est – RP 2019-01-C02	

INTRODUCTION

Le Bureau de la connaissance géoscientifique du Québec (BCGQ) a réalisé à l'été 2018 un projet d'acquisition de connaissances sur la géologie du Quaternaire dans la région des monts Otish, à environ 300 km au nord du village cri de Mistissini. Ce projet visait la cartographie à l'échelle 1/50 000 des dépôts de surface et l'évaluation du potentiel minéral par prospection glaciocédimentaire de ce territoire localisé au contact des sous-provinces géologiques d'Opinaca et d'Opatoca. Les travaux de terrain ont été réalisés de juillet à août 2018 sur une période de sept semaines par une équipe constituée de deux géologues et de deux étudiants. Ce document présente uniquement le volet cartographique du projet. La portion touchant le potentiel minéral fera l'objet d'une publication ultérieure.

Les auteurs désirent remercier les étudiants Audrey Lessard et David Turcot qui ont participé avec enthousiasme aux travaux durant l'été 2018, ainsi que le pilote d'hélicoptère Frédéric Legrain pour son professionnalisme et son expertise. La logistique du projet a été assurée par l'équipe de direction du BCGQ, notamment Clotilde Duvergier et Marie Dussault, et par Anne-Marie Beauchamp et Frédéric Massei, géologues responsables du projet de cartographie du roc mené dans le même secteur à l'été 2018.

Localisation et accès

Le secteur à l'étude est situé dans la région administrative du Nord-du-Québec, dans la municipalité d'Eeyou Istchee Baie-James, plus précisément entre les latitudes 52° 45' N et 52° 15' N et les longitudes 73° W et 71° W (figure 1). Il couvre les feuillets SNRC 33A08, 33A09, 33A10, 23D12, ainsi qu'une partie de 23D05, 23D06 et 23D11, ce qui représente une superficie de 5123 km². Le secteur est accessible à partir de la route 167 qui relie la ville de Chibougamau à la mine Renard de Stornoway Diamond Corporation.

Le secteur, d'une élévation moyenne de 500 m, se trouve dans la région physiographique de James (Bostock, 2014). Cette région dominée par les sédiments glaciaires constitue une plaine de faible relief légèrement inclinée vers la baie James et ponctuée de quelques sommets mineurs atteignant par endroits une altitude de 700 m. Un creux topographique à environ 400 m d'élévation est associé aux cours des rivières Eastmain et Misask, dans l'ouest du territoire (figure 1). La portion occidentale des monts Otish se situe à la limite sud de la zone d'étude et constitue une barrière topographique importante. Ces collines culminent à 880 m (colline du Château Fort), ce qui représente le point le plus élevé du territoire étudié.

Le secteur est traversé par le cours supérieur de la rivière Eastmain qui s'écoule grossièrement en direction ouest vers

la baie James (figure 1). Cette rivière longue de 767 km prend sa source au centre du Québec, à proximité des monts Otish. La rivière Misask et les ruisseaux du Grand Portage et L'éran sont des tributaires de l'Eastmain et constituent les seuls autres cours d'eau nommés de la région. Ces ruisseaux s'écoulent vers le SW, parallèlement au grain topographique régional, alors que la rivière Eastmain fait exception et coupe le relief. Le territoire est parsemé d'une multitude de petits lacs dont la forme est typique d'un substrat d'origine glaciaire. Quelques rares lacs se distinguent par leur plus grande superficie et par une désignation toponymique (figure 1).

Géologie du substratum rocheux

Le secteur d'étude est situé dans la Province géologique du Supérieur, au contact des sous-provinces d'Opatoca et d'Opinaca, tout juste au nord du Bassin d'Otish (figure 2). Présente dans le nord et l'ouest du secteur, la Sous-province d'Opinaca forme un vaste ensemble de roches métasédimentaires (paragneiss, migmatite) et de roches intrusives (granite pegmatitique, granodiorite, tonalite). Le reste du territoire est constitué par la Sous-province d'Opatoca qui regroupe principalement les roches intrusives (granite, granodiorite, tonalite) de la Suite d'Atticoupi et les unités supracrustales de la Ceinture de roches vertes de la Haute-Eastmain (CRVHE). Cette ceinture est composée de roches volcaniques felsiques à mafiques (Groupe de René) et de conglomérats polygéniques (Groupe de Bohier; figure 2).

À la suite des travaux de Low (1896), qui a remonté le cours supérieur de la rivière Eastmain pour atteindre le bassin versant de la baie d'Ungava, la géologie du secteur a fait l'objet de plusieurs travaux de cartographie par les géologues des services géologiques gouvernementaux. Le secteur d'intérêt a été initialement cartographié au 1/1 000 000 par Eade (1966) qui a reconnu quelques portions de la CRVHE. Chown (1969) a raffiné la cartographie du secteur du lac Fromont, alors que le secteur de la CRVHE a fait l'objet de plusieurs études au fil des années (Hocq, 1976; 1985; Roy, 1985; 1988; Couture, 1987a; 1987b; 1993). À l'exception des feuillets 23D05 et 23D06, la zone d'étude a été touchée par des levés récents qui ont grandement amélioré la carte géologique (Massei et Hammouche, 2016; Talla Takam et Beauchamp, 2016; Beauchamp *et al.*, 2018).

Les minéralisations (Au, Cu, Pb, Ni, Zn) trouvées dans le secteur d'étude sont essentiellement situées dans la CRVHE. Le gîte d'or de la mine Eastmain y a été exploité brièvement au milieu des années 90 (MERN, 2017). Outre l'or et les métaux usuels, la région a été le théâtre d'une vague d'exploration massive pour le diamant au début des années 2000 à la suite de la découverte de cheminées kimberlitiques par la coentreprise constituée d'Ashton Mining Canada et de SOQUEM (Stornoway Diamond Corporation, 2019). Ces travaux ont mené à l'ouverture de la mine Renard en 2017.

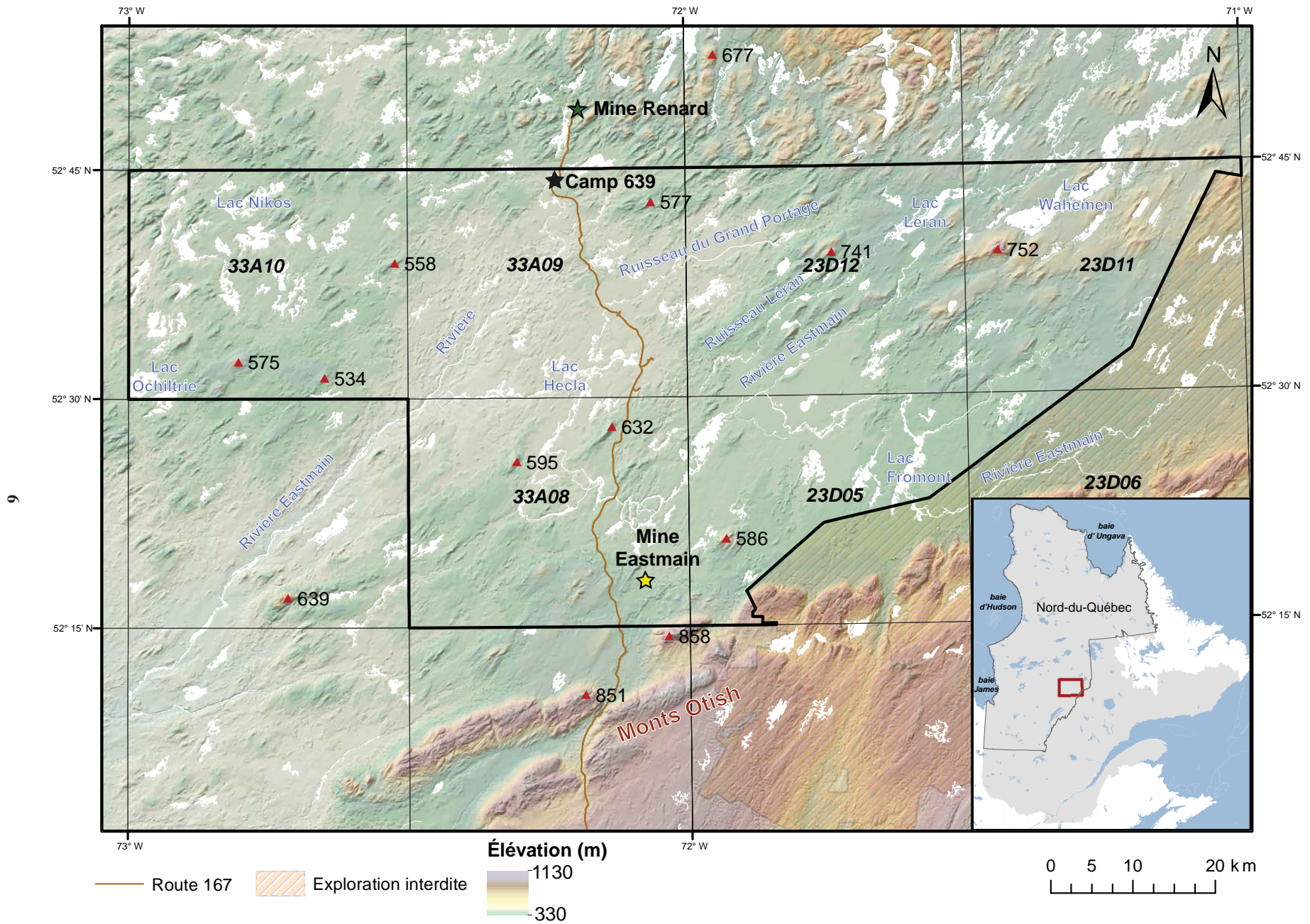


FIGURE 1 – Localisation et physiographie de la zone d'étude.

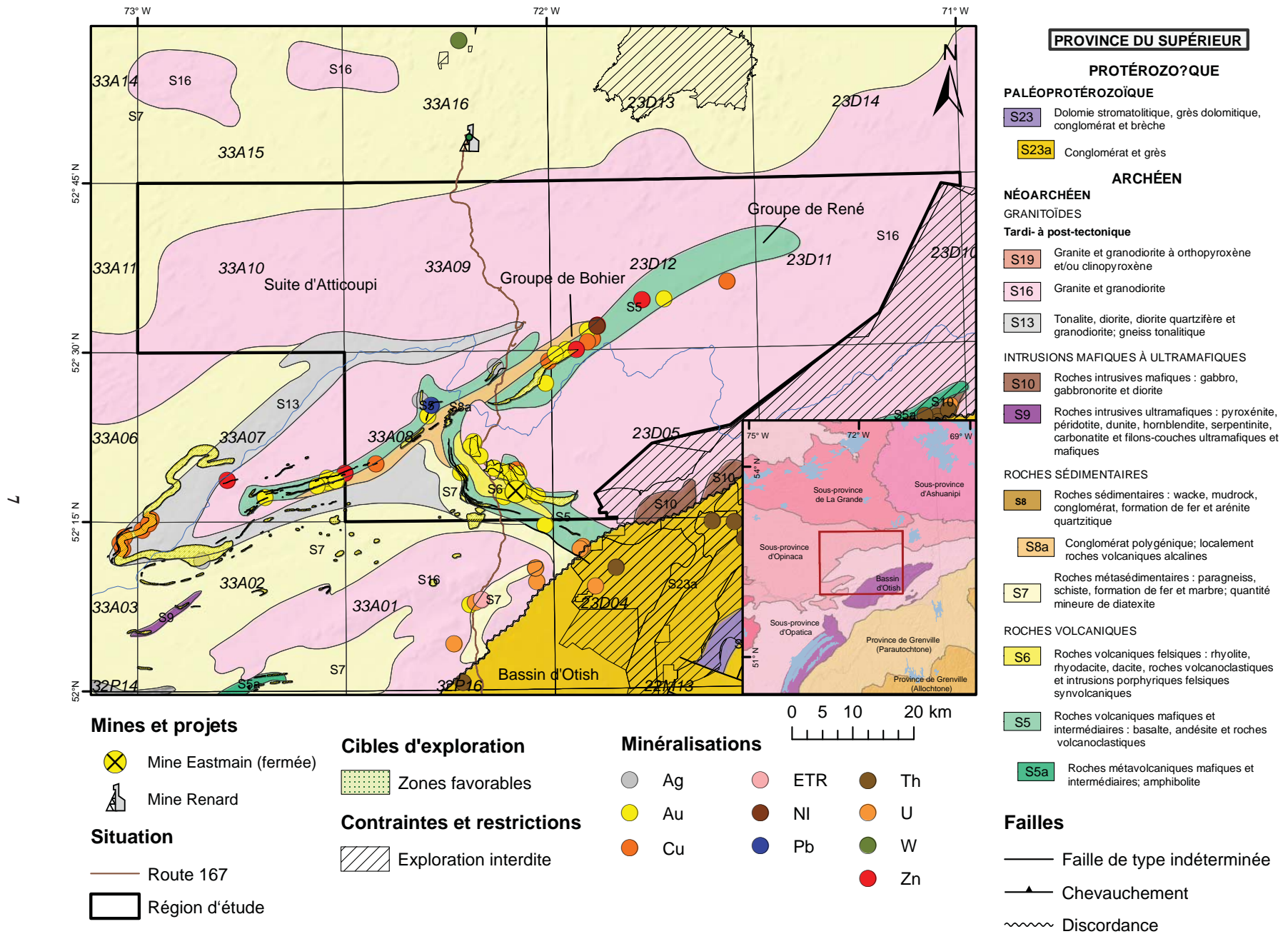


FIGURE 2 – Contexte géologique régional (modifié de Thériault et Beauséjour, 2012) et potentiel minéral (indices minéralisés, zones favorables et géologie détaillée tirés du SIGÉOM). Les provinces et les sous-provinces géologiques concernant la zone d'étude sont présentées en mortaise.

Géologie du Quaternaire

La géologie du Quaternaire du secteur a fait l'objet de très peu de travaux de la part des services géologiques gouvernementaux. Mis à part Low (1896) qui recensa les marques d'érosion glaciaire, Hughes (1964) est le premier à avoir cartographié les dépôts meubles (eskers, zones de drift en couverture continue, formes fuselées, chenaux, sédiments organiques, etc.) dans le cadre d'un projet de cartographie du centre du Nouveau-Québec réalisé à l'aide de photos aériennes. La carte des dépôts de surface de la Direction des inventaires forestiers (MFFP, 2019) couvre également la région.

Des recensements de marques d'érosion glaciaire ont été réalisés à proximité du secteur d'étude, essentiellement dans le secteur du lac Mistassini (Low, 1896; Bouchard et Martineau, 1985; Bouchard, 1986) et du lac Nichicun (Low, 1896; Veillette *et al.*, 1999). Une section du rapport de Low traite de la géologie glaciaire et mentionne la présence de différentes familles de marques d'érosion glaciaire orientées vers le SW dans une région comprise entre le nord du lac Mistassini et le lac Nichicun, lequel est situé à environ 100 km au NW de la zone d'étude. Ce mouvement SW témoigne d'un épisode d'écoulement glaciaire tardif résultant de la migration du dôme du Nouveau-Québec vers le nord du Québec (Veillette *et al.*, 1999). Cet écoulement récent recoupe des mouvements antérieurs orientés vers le SE dans le secteur de Chibougamau-Mistassini (Bouchard et Martineau, 1985; Veillette, 2004) et vers l'ouest dans le secteur du lac Nichicun (Veillette *et al.*, 1999). Ces deux écoulements opposés seraient associés à une ancienne ligne de partage glaciaire localisée à proximité de la zone d'étude durant la croissance de l'inlandsis au Wisconsinien précoce. Cette ligne orientée NE-SW, allant du Témiscamingue au Labrador (Dyke et Prest, 1987; Veillette *et al.*, 1999), expliquerait les mouvements vers l'ouest et le NW du côté occidental de cette ligne (Veillette et Pomares, 1991; Paradis et Boisvert, 1995), et vers l'est et le SE dans le secteur à l'est (Bouchard et Martineau, 1985).

Des travaux de datation par ^{14}C de sédiments organiques (gyttja) effectués à proximité de la zone d'étude ($6,27 \pm 0,35$ cal ka BP, Bouchard, 1980; $5,82 \pm 0,18$ cal ka BP, McNeely, 2005) permettent d'établir un âge minimal de déglaciation à environ 6 cal ka BP. Ces données ont été utilisées pour la reconstruction paléogéographique de l'Inlandsis laurentidien (Dyke, 2004) qui a permis de situer la déglaciation du secteur entre 6,5 et 7 cal ka BP.

MÉTHODE DE TRAVAIL

Parallèlement aux travaux d'échantillonnage de till et d'eskers, la cartographie réalisée à l'été 2018 dans le secteur d'étude a permis de récolter des données sur les dépôts de surface et leur morphologie ainsi que sur les marques

d'érosion associées aux écoulements glaciaires. L'équipe de cartographie était basée au camp du km 639 de la route 167 (feuillet 33A09), dix kilomètres au sud de la mine Renard (figure 1). Les routes ont été parcourues en camion, alors que le reste du territoire a été visité par hélicoptère.

À la suite de ces travaux, les cartes des dépôts meubles et l'étude de la dynamique glaciaire ont été complétées, alors que l'analyse des échantillons a été effectuée par les fournisseurs de service. Les méthodes de travail utilisées pour les analyses effectuées et les résultats obtenus seront publiés plus tard dans un document de la série « Étude thématique » (ET).

Cartographie des dépôts de surface

Une photo-interprétation préliminaire a été réalisée préalablement à la campagne de terrain afin de délimiter grossièrement les zones morphosédimentaires, d'identifier les secteurs d'intérêt à investiguer sur le terrain et de cibler les sites d'échantillonnage potentiels pour le till et les eskers. Cette étape a également permis de reconnaître les zones d'atterrissage pour l'hélicoptère (tourbières et affleurements rocheux dégagés). La cartographie à l'échelle 1/50 000 a été effectuée à l'aide de photographies aériennes noir et blanc (échelle 1/31 680, Gouvernement du Québec) et des images satellitaires RapidEye (5 m de résolution) et Pléiades (50 cm de résolution; feuillet 33A seulement).

Un total de 266 sites d'observation ont été visités au cours des travaux de terrain avec un espacement moyen d'environ 5 km (figure 3). Cette couverture est cependant plus dense (environ 2 km) le long de la route 167 afin de profiter des coupes et des affleurements décapés. En forêt, les sites d'observation correspondent principalement à des trous creusés à la pelle. D'autres observations ont été réalisées dans les coupes le long des chemins carrossables, dans les sablières et le long des rivières. Les fiches du Quaternaire produites dans le cadre de cette étude ont été saisies dans les bases de données du SIGÉOM. Elles décrivent la lithologie des sédiments de surface, la géomorphologie, les marques d'érosion glaciaire et les échantillons prélevés.

L'interprétation finale a été complétée à l'automne et l'hiver 2018. Les résultats de la cartographie des dépôts de surface sont présentés en annexe de ce rapport sous la forme de deux cartes à l'échelle 1/85 000 couvrant respectivement les secteurs ouest et est du secteur d'étude. L'ensemble des données numériques sont disponibles dans le SIGÉOM sous l'onglet « Géologie du Quaternaire » à l'adresse suivante :

http://sigeom.mines.gouv.qc.ca/signet/classes/I1102_aLaCarte?!=F

Inventaire des marques et des formes d'érosion glaciaire

Afin de caractériser la dynamique glaciaire de la région, nous avons procédé sur le terrain à un relevé systématique des marques d'érosion glaciaire. L'orientation des

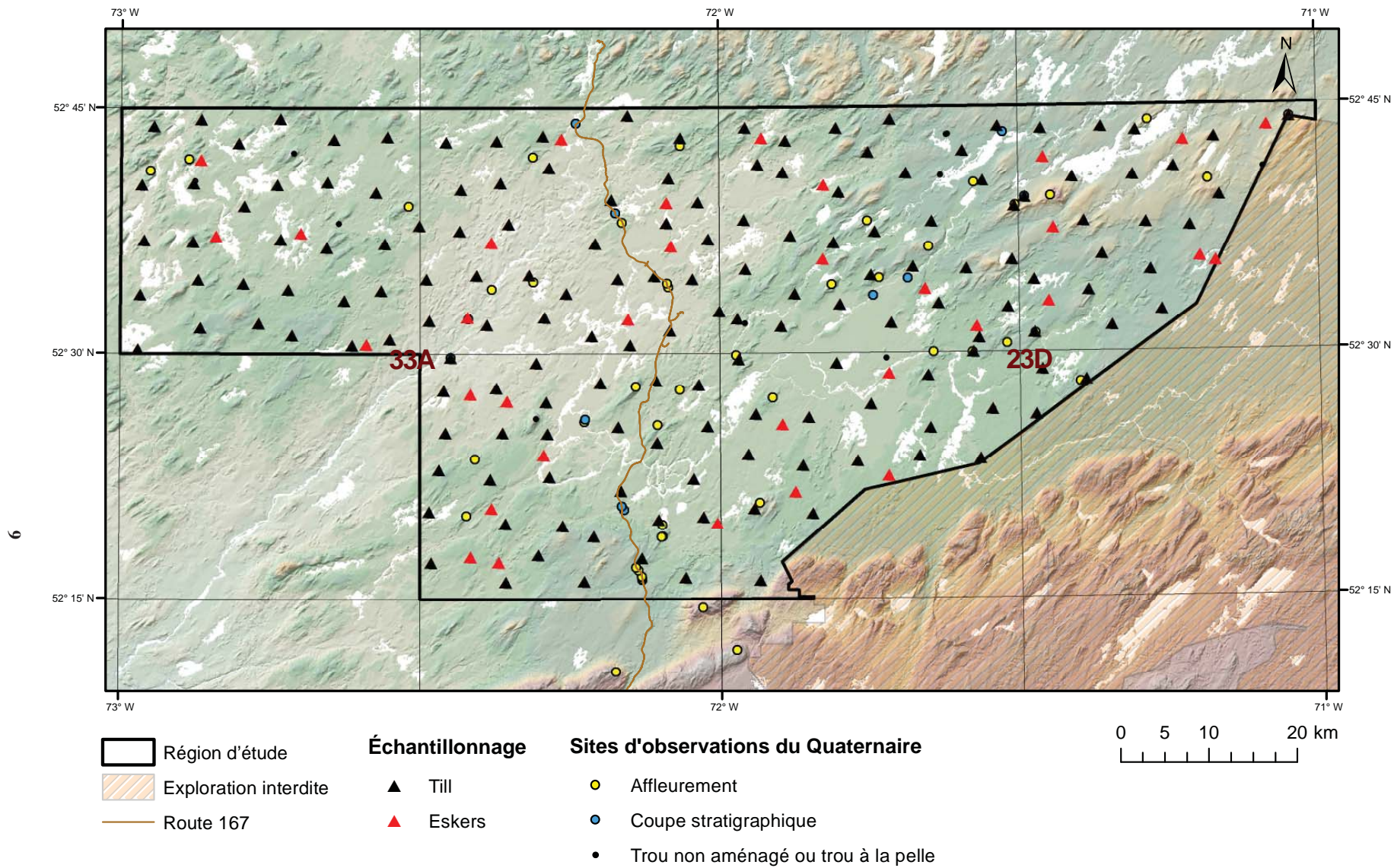


FIGURE 3 – Sites d'observations quaternaires (affleurements, coupes stratigraphiques et trous à la pelle) et échantillons prélevés dans le secteur d'étude.

grandes formes fuselées a également été colligée par photo-interprétation (près de 6000 entités). Les affleurements dégagés en bordure des routes, le long des rivières ou en forêt qui montraient des marques d'érosion glaciaire ont été examinés en détail. Quatre-vingt-onze marques d'érosion (notamment des stries, des broutures, des cannelures et des roches moutonnées) ont été répertoriées sur 54 sites. Pour certaines marques d'érosion pour lesquelles il a été impossible de déterminer le sens de mouvement, la polarité a été déterminée à l'aide du profilage de l'affleurement (roche moutonnée). La chronologie des écoulements a pu être établie pour 9 sites qui présentaient des recouvrements de différentes phases de stries ou des surfaces abritées permettant la préservation de mouvements anciens. Cette information est disponible dans le SIGÉOM sous l'onglet « Géologie du Quaternaire ».

GÉOLOGIE DES DÉPÔTS DE SURFACE

La légende des formations superficielles utilisée dans le cadre de ce projet est une version mise à jour de la légende en usage à Géologie Québec (Roy, 2014). Cette légende est inspirée de l'ancienne légende de la Commission géologique du Canada (Parent *et al.*, 2010, inédit). Le tableau 1 présente un sommaire des sédiments observés dans la région.

La majeure partie du secteur d'étude est recouverte de sédiments glaciaires et fluvioglaciaires. La mise en place de ces sédiments et les morphologies associées sont attribuables à la glaciation du Wisconsinien.

Roc

Cette unité (R) correspond aux zones où le socle rocheux domine. Elle est communément associée au till en couverture mince ou aux sédiments alluviaux dans les rivières.

Affleurements rocheux isolés

Trois cents affleurements rocheux ont été identifiés sur les photos aériennes dans le cadre de ce projet. On les trouve majoritairement en association avec le till en couverture mince et, par endroits, avec le till délavé.

Escarpements rocheux

Ces escarpements sont visibles sur les versants des reliefs rocheux. Ceux-ci sont recensés, car ils peuvent représenter des surfaces de délavage par l'eau de fonte. Leur présence est rare dans la zone d'étude étant donné les faibles variations de relief.

Sédiments glaciaires

Les sédiments glaciaires, représentés par cinq unités cartographiques, sont les plus répandus et comptent pour près de 60 % de la superficie du territoire. Ces sédiments ont recouvert l'entièreté de la région, mais sont observés en surface seulement dans les zones de moyenne et de haute élévation. Dans les vallées, ils sont enfouis ou sont érodés par d'autres types de dépôts.

Till en couverture continue (Tc)

Cette unité, correspondant aux zones couvertes de plus d'un mètre de sédiment glaciaire, est la plus importante du secteur d'étude (25 % du territoire). Constitué de till de fond et, accessoirement, de till d'ablation en surface, le till en couverture continue montre une granulométrie sablo-silteuse à silto-sableuse et une couleur grisâtre. Ce faciès présente les caractéristiques d'un diamicton glaciaire (farine glaciaire, clastes subanguleux, mauvais tri des particules, fissilité; photo 1). L'épaisseur de l'unité est très variable et atteint près de 30 m dans le secteur d'étude (Ortega et O'Connor, 2005; Desbiens, 2008; Leblanc et Kendle, 2008). Le till en couverture continue ne présente pas de zonation claire et se trouve partout sur le territoire.

Till en couverture mince (Tm)

Le sédiment glaciaire d'une épaisseur inférieure à 1 m est cartographié comme un till en couverture mince (<2 % du territoire). La surface de cette unité est généralement ponctuée d'affleurements rocheux. Ce till contient généralement plus de blocs de nature locale et une matrice plus sableuse que le till en couverture continue. Il est habituellement associé à l'unité de roc (R) près des sommets topographiques.

Till fuselé (Ts)

Cette unité correspond aux zones de till caractérisées par des formes fuselées rectilignes et allongées parallèlement à l'écoulement glaciaire formant des drumlinoïdes ou des traînées morainiques derrière abri. Ces formes constituent généralement des regroupements et correspondent à des zones où l'écoulement à la base de l'inlandsis était relativement rapide. Le till fuselé est composé majoritairement de till de fond à matrice sablo-silteuse à silto-sableuse. Par endroits, des faciès d'ablation sont observés en surface.

Traînées morainiques derrière abri

Les traînées morainiques derrière abri (*crag-and-tail*) se développent à l'aval glaciaire d'un obstacle à l'écoulement de la glace et sont généralement liées à la présence d'une butte rocheuse. Les affleurements rocheux sont donc communs à la tête des traînées morainiques (photo 3). Les 112 entités cartographiées mesurent entre 300 et 4000 m

TABLEAU 1 : Stratigraphie des dépôts meubles de la région étudiée. Les épaisseurs sont estimées d'après les observations et les données de forage disponibles dans le SIGÉOM.

Période	Époque	Période glaciaire	Type de dépôt	Composition	Épaisseur maximale (m)	Pourcentage de superficie (%)	Localisation des dépôts	Morphologie associée		
Quaternaire	Pléistocène	Wisconsinien	Postglaciaire	Dépôts d'éboulis (Ce)	Cailloux, blocs	-	0,4	Au pied des escarpements rocheux	Cônes de déjection et tabliers d'éboulis	
				Organique (O)	Tourbe, éléments minéraux	5	11,4	Déposé sur les zones de till peu perméables	Tourbières réticulées	
				Alluvions (Ap, At)	Silt, sable, matière organique	5	1,6	Vallées fluviales	Barres alluviales, chenaux, terrasses fluviales, etc.	
				Lacustre	Indifférencié (L)	Silt, argile	-	13,7	Lacs actuels	-
					Deltaïque (Ld)	Sable	-		Embouchures de rivières	Deltas à surface plane
					Littoral (Lb)	Sable	2		Au fond de baies de lacs actuels	Cordons littoraux
		Glaciaire	Till de fond	Fluvioglaciale	Épandage subaérien (Go)	Sable, gravier et cailloux oxydés	5	9,0	Comblement de vallées fluvioglaciales	Chenaux proglaciaires, kettles
					Juxtaglaciale (Gx)	Sable, gravier, blocs	≥ 40	5,0	Dans corridors fluvioglaciales orientés NE-SW	Eskers, kettles, kames
					Juxtaglaciale – morainique (GxT)	Sable, gravier, blocs, diamicton	10	0,1	Segments orientés NW-SE surtout dans l'ouest et le centre du terrain	Crêtes morainiques mineures
				Till délavé (Td)	Diamicton à matrice sableuse	2	16,3	En bordure des corridors fluvioglaciales et des plaines alluviales	Chenaux proglaciaires, sous-glaciaires, juxtaglaciales, champs de blocs	
				Till de fond	Till côtelé (To)	Diamicton sablo-silteux	10	1,6	Dans l'ensemble de la zone d'étude, surtout associés aux plateaux topographiques	Moraines de Rogen, blocs en surface
					Till fuselé (Ts)		30	13,8		Drumlinoïdes, traînées morainiques
					Till continu (Tc) et discontinu (Tm)		30	26,5		Couvre l'ensemble du territoire
Archéen et Protérozoïque			Substrat rocheux (R)			0,3	Sommets locaux	Escarpements rocheux, affleurements isolés		

de longueur, avec une moyenne de l'ordre du kilomètre. L'orientation moyenne des formes est de 220°.

Traînées morainiques fuselées (drumlinoïdes)

Les drumlinoïdes désignent des formes fuselées constituées majoritairement de till de fond. Ils se distinguent des traînées morainiques derrière abri par un profil plus régulier et l'absence d'obstacle à l'écoulement glaciaire. Ces formes peuvent former des champs dans les zones de till fuselé (photo 4). Elles se trouvent tant dans les zones de basse élévation que sur les plateaux. Plus de 5000 drumlinoïdes ont été cartographiés dans la zone d'étude avec une longueur variant de 100 m à plus de 2 km. La majorité des formes mesurent moins d'un kilomètre et leur orientation moyenne est de 219°.

Till côtelé (To)

Cette unité correspond aux aires de till à la morphologie fortement côtelée qui forment des crêtes irrégulières perpendiculaires à l'écoulement glaciaire dominant. Des blocs métriques jonchent par endroits la surface de cette unité. Ces moraines sont normalement associées à un faciès de till d'ablation sableux en surface. En profondeur, le till d'ablation laisse place à un till de fond à matrice sablo-silteuse.

Le till côtelé couvre moins de 2 % du territoire et s'alterne ou se superpose aux zones de till fuselé (formes transitionnelles). Cette alternance témoigne des changements de condition de glace à la base de l'inlandis, entre une glace à base froide (till côtelé) et une glace à base chaude ou lubrifiée par de l'eau (till fuselé; Boulton, 1972; Sugden, 1977).

Moraines côtelées

Les moraines côtelées ou de Rogen sont des constructions sédimentaires qui se développent perpendiculairement à l'écoulement glaciaire (photo 2). Dans le secteur d'étude, celles-ci forment des cordons ondulants mesurant quelques centaines de mètres de longueur et quelques dizaines de mètres de largeur. Ces moraines sont communément regroupées et se présentent en succession. Elles se seraient mises en place sous une glace en régime compressif dans des conditions d'écoulement glaciaire relativement lentes (Weertman, 1961; Lundqvist, 1969; Bouchard, 1989; Huggett, 2007). Plus de 1000 moraines côtelées ont été recensées avec une direction moyenne de 126°-306°. À certains endroits, de petits lacs se sont développés entre les crêtes, ce qui les rend plus visibles. Certaines moraines côtelées se distinguent par un allongement dans le sens de l'écoulement glaciaire. Ces formes marquent la transition locale entre un milieu de déposition compressif et extensif.

Till délavé (Td)

Cette unité représentant environ 16 % du territoire correspond à une couverture de till qui a été délavée par l'eau de fonte. La surface du sédiment est irrégulière, communément jonchée de blocs, et présente généralement des chenaux. Le till lessivé de ses particules fines présente un faciès plus sableux. Il contient des clastes anguleux, caractéristiques du till de fond, qui rappellent l'origine glaciaire du sédiment. Cette unité est trouvée en bordure des corridors fluvio-glaciaires, ainsi que dans les secteurs où l'eau de fonte a circulé entre ces corridors. Le gradient de pente, la durée du délavage et le débit de l'eau de fonte ont favorisé un régime érosif qui a permis de délayer de nombreuses zones de till.

Des chenaux d'eau de fonte, des chenaux sous-glaciaires, des chenaux proglaciaires, des chenaux juxtaglaciaires et des champs de blocs sont communément associés au till délavé.

Sédiments fluvio-glaciaires

La zone d'étude comprend de nombreux corridors de sédiments fluvio-glaciaires orientés NE-SW, subparallèles à l'écoulement glaciaire régional. Ces corridors occupent environ 14 % du territoire. La mise en place des dépôts fluvio-glaciaires est attribuable à l'évacuation de l'eau de fonte pendant le retrait de l'Inlandsis laurentidien. Ils sont essentiellement composés de sédiments juxtaglaciaires (Gx), déposés au contact de la glace, et de sédiments d'épandages subaériens (Go), mis en place en marge du glacier. De nombreuses morphologies de surface sont associées à ces unités lithologiques telles que les eskers, les kettles, les kames, les crêtes morainiques et les chenaux d'eau de fonte proglaciaires.

Sédiments juxtaglaciaires (Gx)

Les dépôts juxtaglaciaires correspondent à des sédiments mis en place au contact du glacier. Ces sédiments présentent des granulométries variées, incluant des sables, des graviers, des cailloux centimétriques, jusqu'à des blocs décimétriques. Ils sont modérément à bien triés et montrent généralement en coupe une stratification subhorizontale (photo 5). Ces dépôts forment des accumulations très épaisses dépassant par endroits 40 m. Au total, les sédiments juxtaglaciaires couvrent 5 % du territoire.

Eskers

Les eskers forment de longues crêtes kilométriques sinueuses d'une hauteur variant entre 5 et 20 m et d'une largeur variant entre 15 et 100 m (photo 6). Ces constructions sont créées par le remplissage par les sédiments de tunnels d'évacuation d'eau de fonte glaciaire. Le tracé des eskers correspond au schéma de drainage de cette eau de fonte.

Les eskers sont une excellente source de granulats dans la région et ont servi à la construction de la route 167 et de la route menant à l'ancienne mine Eastmain.

Kames et kettles

Les kames et les kettles sont des formes de surface juxtaglaciaires associées aux corridors fluvio-glaciaires. Les kames représentent des buttes de matériel fluvio-glaciaire mises en place suite à l'accumulation de sédiments dans les dépressions à la surface ou à la base du glacier. Les kettles constituent des dépressions issues de la fonte de petits culots de glace isolés enfouis dans les sédiments fluvio-glaciaires. Ils sont trouvés autant dans les sédiments juxtaglaciaires que dans les sédiments d'épandage. Aujourd'hui, ces dépressions sont généralement occupées par des petits lacs ou sont comblées par des sédiments organiques. Au total, 206 kames et 844 kettles sont cartographiés dans le secteur d'étude.

Chenaux de fonte sous-glaciaires

Les chenaux sous-glaciaires sont des conduits formés à la base du glacier résultant de l'érosion du substrat de sédiment ou de roc. Ces chenaux relient communément des segments d'eskers entre eux. On les trouve également à flanc de colline où ces conduits ont canalisé l'eau de fonte en direction des vallées fluvio-glaciaires. Au total, 161 chenaux sous-glaciaires orientés principalement vers le SW sont cartographiés dans la zone d'étude.

Chenaux juxtaglaciaires

Les chenaux juxtaglaciaires sont orientés parallèlement à la marge glaciaire et résultent de la circulation de l'eau de fonte au contact d'une marge glaciaire à base froide. Ils se présentent généralement en succession sur une distance

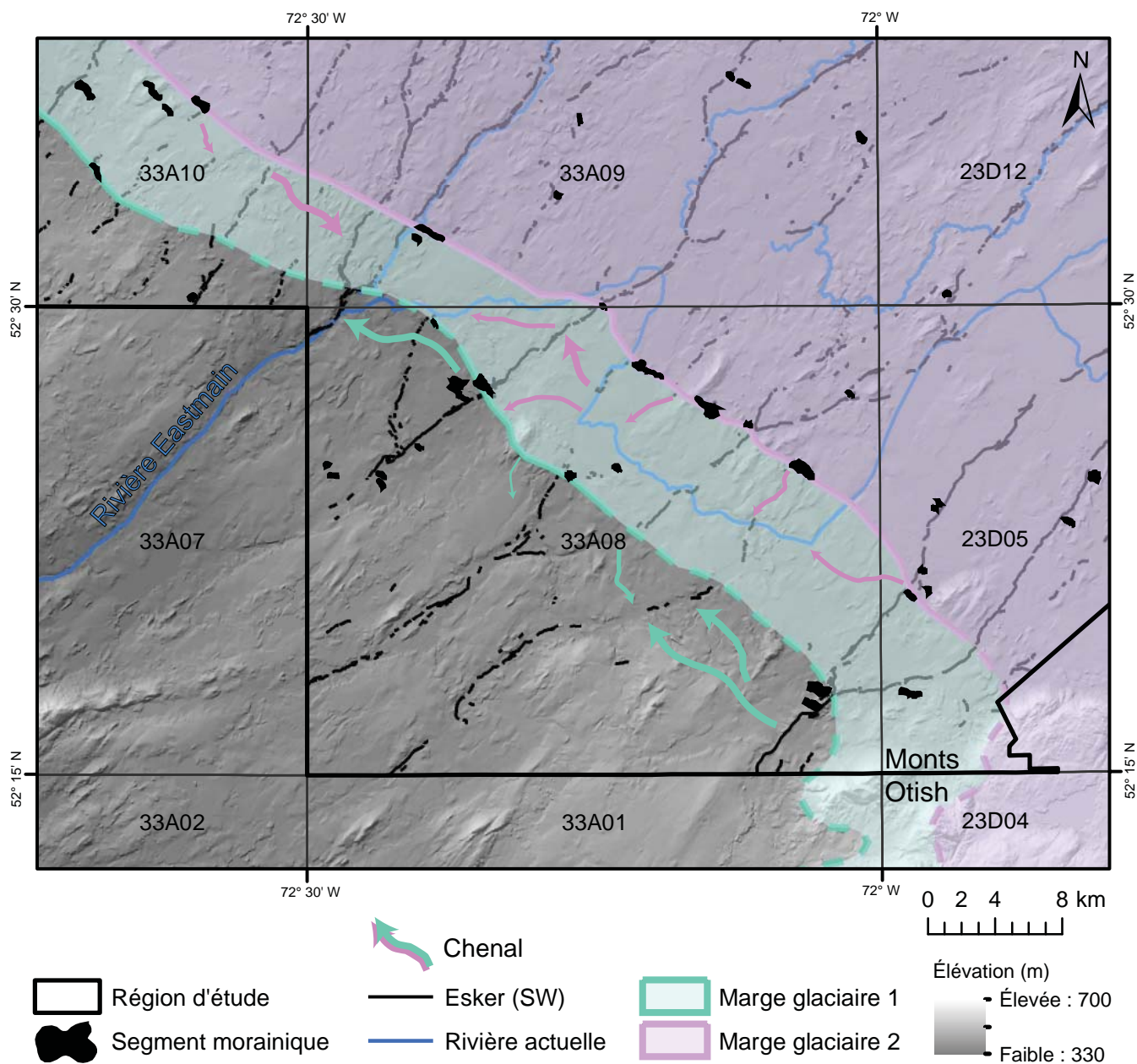


FIGURE 5 – Positions présumées de la marge glaciaire et des chenaux associés lors de la déglaciation.

Chenaux proglaciaires

La surface des sédiments d'épandage subaérien est caractérisée par endroits par des chenaux proglaciaires sinueux et peu profonds, ainsi que par des chenaux proglaciaires kilométriques d'environ 10 m de profondeur et 150 m de largeur. Ces derniers sont cartographiés dans les feuillets 33A08 et 23D05, aux abords de la rivière Eastmain (figure 4), ainsi que dans le secteur SE du 33A10.

Les chenaux de plus grande envergure ont incisé les sédiments glaciaires et fluvioglaciaires et recoupent le schéma d'écoulement glaciaire de la région. Ils sont principalement orientés vers le NW ou le SE, parallèlement à la rivière Eastmain actuelle, plutôt que vers le SW, comme les vallées

fluvioglaciaires, les eskers et les autres rivières actuelles. Ignatius (1956) a signalé l'existence de chenaux d'eau de fonte majeurs à proximité du lac Béthoulat, à 100 km au sud de la zone d'étude. Ceux-ci sont très semblables à ceux observés dans le territoire au nord des monts Otish, mais cet auteur ne se prononce pas sur la nature (sous-glaciaire, latérale ou proglaciaire) de ces entités.

Dans la région d'étude, ces chenaux semblent être liés à la présence des monts Otish. Lorsque la marge glaciaire a reculé au nord des Otish, ce relief a entravé le drainage vers le sud. À l'époque, le tracé actuel de la rivière Eastmain était encore occupé, du moins en partie, par l'inlandsis, ce qui a empêché l'eau de fonte d'emprunter cette voie. La rivière Eastmain fait aujourd'hui une large incursion vers le nord,

une voie qui ne pouvait être empruntée par l'eau de fonte lorsque le glacier se trouvait à cet endroit. Ainsi, l'eau de fonte se serait drainée en longeant plus ou moins la marge glaciaire en court-circuitant le détour vers le nord de la rivière actuelle. Dans certains cas, ces chenaux pourraient avoir été marginaux (juxtaglaciaires), formés au contact de la marge glaciaire et s'écoulant vers la vallée proglaciaire.

Chenaux d'eau de fonte

Les chenaux d'eau de fonte indifférenciés représentent des corridors qui ont canalisé l'eau de fonte, entraînant le surcreusement des sédiments en place ou du roc. Ces unités sont distribuées dans l'ensemble du territoire, typiquement à flanc de colline ou en association avec des sédiments fluvioglaciaires. Les dépressions engendrées par les eaux de fonte sont d'une taille beaucoup plus importante que les ruisseaux qui les empruntent actuellement. Ce symbole cartographique est utilisé lorsque le mode de formation du chenal est incertain.

Champs de bloc

Des champs de blocs se sont formés aux endroits où l'eau a délavé le sédiment et entraîné les particules fines pour ne laisser qu'un amoncellement de blocs. Ces champs de blocs sont situés au pourtour de lacs actuels ou dans les zones où des chenaux d'eau de fonte ou proglaciaires ont délavé le till. La nature des blocs est hétérogène et leur forme subanguleuse indique qu'ils proviennent fort probablement d'un sédiment glaciaire délavé. Dionne (1978) a présenté en détail les différents processus à l'origine des champs de bloc en Jamésie. Les entités cartographiées dans le cadre de nos travaux correspondent presque exclusivement à des champs de blocs de délavage.

Sédiment de moraine frontale (GxT)

Quelques segments de moraine frontale composée de matériel fluvioglaciaire ont été cartographiés dans le secteur d'étude. Ces moraines représentent une très faible proportion de la superficie cartographiée (<1 %). Elles forment des cordons WNW-ESE mis en place au front du glacier et principalement composés de sédiments juxtaglaciaires, mais peuvent aussi contenir des poches de sédiments glaciaires. Dans le secteur des feuillettes 33A08 et 33A10, des segments de moraine permettent d'estimer l'évolution de la position de la marge glaciaire et d'expliquer en partie la formation des chenaux décrits à la section précédente (figure 5).

Sédiments postglaciaires

Sédiments lacustres (L, Lb, Ld)

La zone d'étude contient près de 2800 plans d'eau (environ 13 % de la superficie totale) où se sont déposés

des sédiments lacustres (L) principalement composés de sédiments fins. En quelques endroits, il a été possible de cartographier des constructions sédimentaires particulières assez bien développées, comme des plages (Lb) ou des deltas actuels (Ld).

Alluvions actuelles (Ap) et terrasses fluviales (At)

Le retrait des glaces sur le territoire a entraîné la mise en place du schéma de drainage interglaciaire. On trouve ainsi dans le secteur d'étude des alluvions récentes (Ap; 1 % du territoire) qui correspondent aux zones où les sédiments alluviaux non végétalisés se déposent actuellement dans le lit des rivières. Les plaines alluviales plus anciennes, localisées de part et d'autre des terrasses, ont été cartographiées en tant que sédiments de terrasses fluviales (At; 0,6 % du territoire). Ces sédiments sont principalement composés de sables et de graviers avec un peu de matière organique.

Les sédiments alluviaux se sont déposés dans les mêmes dépressions que celles empruntées par l'eau de fonte glaciaire qui sont caractérisées par la présence de sédiments d'épandage proglaciaire (Go).

Barres alluviales

Les barres alluviales se développent par aggradation pendant la dérive d'un méandre. Ces formes sont observées dans les vallées fluviales, sur la rive convexe des méandres, et tracent des arcs de cercle plus ou moins concentriques témoignant des diverses étapes de migration du méandre. Une dizaine d'entités ont été cartographiées dans la région d'étude.

Terrasses fluviales

Les terrasses fluviales marquent l'extension maximale du méandrage d'un cours d'eau actuel. Dans la région d'étude, seule la rivière Eastmain possède un régime hydraulique suffisant pour mettre en place de telles morphologies.

Chenaux fluviatiles

Des chenaux fluviatiles représentent les lits abandonnés des rivières toujours reconnaissables. Ceux-ci sont situés dans les zones d'alluvions ou de sédiments organiques. Une quarantaine d'entités ont été observées, surtout aux abords de la rivière Eastmain.

Sédiments organiques non différenciés (O)

Un peu plus de 11 % de la région d'étude est couverte par des sédiments organiques répartis à travers le territoire. Ces sédiments se présentent principalement sous la forme de marécages ou de tourbières occupant des secteurs mal drainés associés au till, un matériau un peu moins perméable que les autres types de dépôts. Certaines tourbières présentes

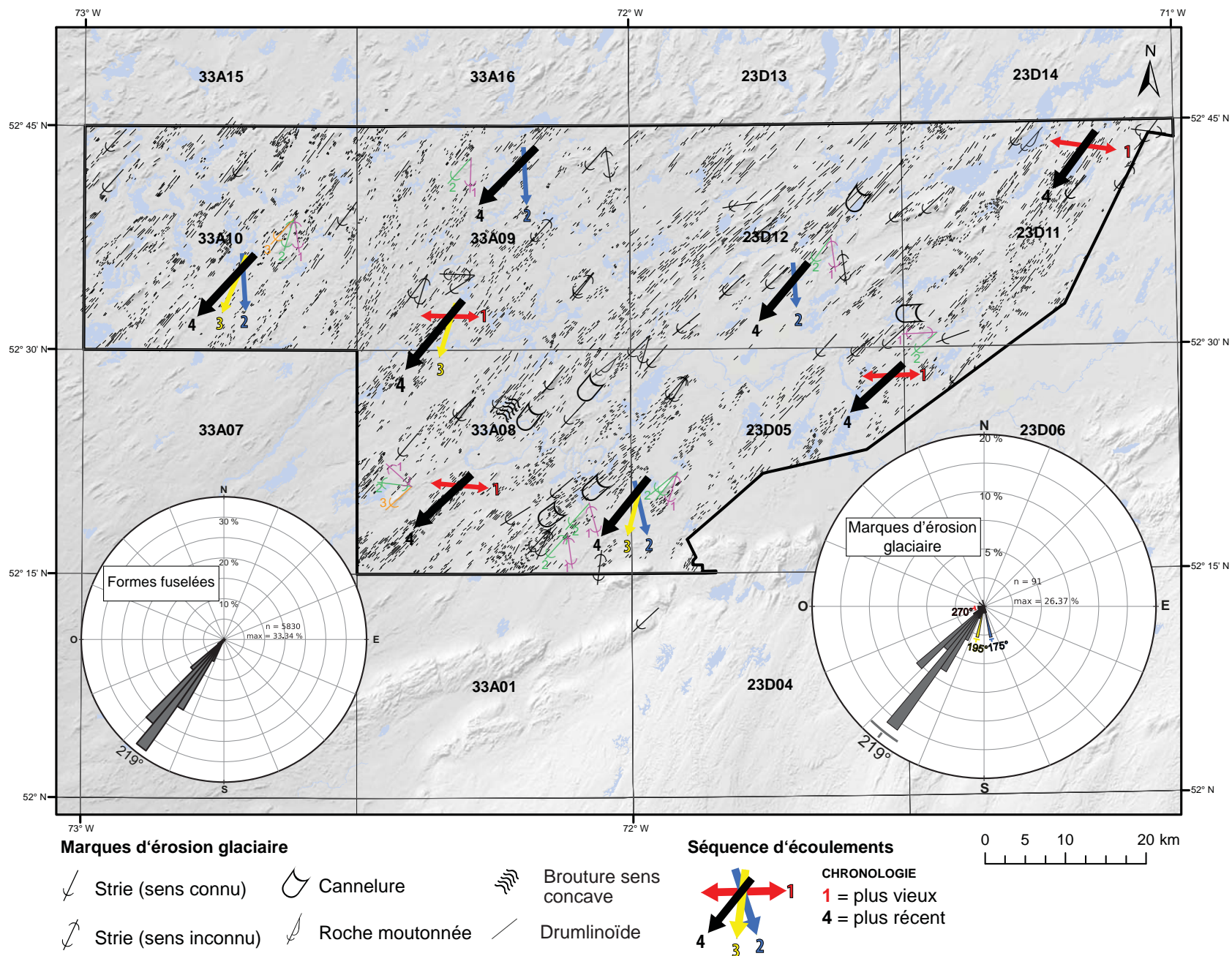


FIGURE 6 – Chronologie relative des mouvements glaciaires observés dans la zone d'étude avec les marques d'érosion glaciaire et les formes fuselées recensées. Les diagrammes en rose présentent les directions préférentielles des marques d'érosion et des formes fuselées.

sur le territoire sont réticulées, c'est-à-dire qu'elles sont caractérisées par une alternance de crêtes végétalisées et de dépressions humides.

Dépôts d'éboulis (Ce)

Ces dépôts sont principalement composés de cailloux et de blocs anguleux gélifracés qui s'accumulent au pied des reliefs rocheux les plus imposants, créant par endroits des tabliers d'éboulis. Les dépôts d'éboulis occupent 0,4 % du territoire. Cette faible représentation est intrinsèquement liée à la rareté des reliefs rocheux dans la région d'étude.

DYNAMIQUE GLACIAIRE

L'imposante couverture sédimentaire de la Jamésie peut représenter un frein à l'exploration minérale. Dans ce contexte, la prospection glaciocédimentaire devient un outil de première importance pour repérer les secteurs favorables à la présence de gîtes minéraux. La compréhension de l'histoire glaciaire d'une région constitue le thème central de la pratique de la prospection glaciocédimentaire, puisqu'il est impératif d'établir la chronologie relative des différents événements afin de cibler les trains de dispersion glaciaire.

Mouvements glaciaires répertoriés

Quatre mouvements glaciaires ont été discernés à la suite de l'observation de 91 marques d'érosion pendant la campagne de terrain. Le mouvement principal, observé dans l'ensemble du territoire, est orienté vers le SW (205° à 230°, moyenne de 219°), en accord avec l'orientation des formes fuselées cartographiées (photo 7; figure 6, mouvement 4).

Des mouvements plus anciens ont été observés sur 15 sites; 10 d'entre eux présentaient des recouvrements clairs. Le mouvement répertorié le plus ancien est orienté E-W avec un sens inconnu (75°-255° à 95°-275°; mouvement 1) et n'a été observé qu'en relation avec l'écoulement principal. Deux autres mouvements antérieurs au mouvement dominant ont été observés (photo 7; figure 6) : un mouvement vers le SSE (165° à 185°; mouvement 2) recoupé par un mouvement SSW (195° à 200°; mouvement 3).

Séquence d'écoulements glaciaires

La séquence des différents mouvements glaciaire commence par un mouvement E-W (mouvement 1), possiblement associé à l'expansion initiale de l'Inlandsis laurentidien au début du dernier cycle glaciaire au Wisconsinien précoce.

Les stries des mouvements 2 et 3, dirigées respectivement vers le SSE et le SSW, seraient associées au maximum glaciaire (Wisconsinien moyen à Wisconsinien tardif). Les recouvrements observés indiquent une rotation horaire des mouvements associée à la migration du centre de dispersion

du Labrador-Québec vers le nord. Ce phénomène est également à l'origine de la rotation antihoraire des d'écoulements observée dans les secteurs à l'ouest de la ligne de partage glaciaire du Wisconsinien précoce (Paradis et Boisvert, 1995; Veillette *et al.*, 1999; Lamarche et Daubois, 2018). Les travaux de l'été 2017 (Daubois et Lamarche, inédit), réalisés dans le secteur des monts Otish, présentent des données similaires.

Dans la région d'étude, le mouvement principal orienté grossièrement vers le SW est également d'âge Wisconsinien tardif, coïncidant non seulement avec l'orientation des formes fuselées, mais également avec l'orientation générale des corridors fluvio-glaciaires. L'écoulement à ce moment était grossièrement organisé de manière radiale à partir du centre du Nouveau-Québec, du moins pour la portion sud du glacier du Nouveau-Québec.

Pour ce qui est de la direction d'écoulement du mouvement 1, l'évolution des mouvements 2, 3 et 4 dans une rotation anti-horaire laisse supposer que ce mouvement précoce se dirigeait vers l'E-SE, plutôt que vers l'W-NW, dans l'optique que celui-ci est associé à la ligne de partage des glaces du Wisconsinien précoce. Il est toutefois difficile de statuer avec certitude que ce mouvement est véritablement orienté vers l'E-SE. Une migration de la ligne de partage de glace (Veillette *et al.*, 1999) aurait pu produire des mouvements asynchrones vers l'E-SE et l'W-NW sur le territoire. L'absence de contraintes chronologiques précises ne permet pas d'exclure la possibilité que le mouvement 1 soit le produit d'une glaciation antérieure, bien que cette option soit moins probable.

CONCLUSION

Ce projet a permis de cartographier les dépôts de surface reliés à la glaciation du Wisconsinien et à la déglaciation subséquente d'une partie de la région au nord des monts Otish. Plusieurs unités sédimentaires reliées à ce cycle de glaciation-déglaciation ont été reconnues. La séquence débute par la déposition d'un diamicton glaciaire qui forme une nappe inégale sur le socle rocheux. Plusieurs faciès de sédiments glaciaires ont été cartographiés permettant de caractériser les conditions sous-glaciaires des différents secteurs. Le recul de la marge glaciaire a laissé une série de petits segments de moraine frontale visibles par endroits. Lors de l'ablation de l'Inlandsis laurentidien, l'eau de fonte a été canalisée pour former des corridors fluvio-glaciaires, dont la cartographie est essentielle à la prospection glaciocédimentaire. Le drainage de l'eau de fonte a mené à la formation de nombreux chenaux proglaciaires, sous-glaciaires ou juxtaglaciaires, surtout à proximité de la rivière Eastmain, favorisée par la présence au sud des monts Otish. Enfin, l'Holocène est marqué par les processus modernes responsables de la géomorphologie actuelle caractérisée par des vallées fluviales et des milieux humides.

Environ 14 000 zones morphosédimentaires et environ 12 000 entités géomorphologiques de surface ont été mises en évidence lors de la cartographie. Le recensement de 91 marques d'érosion glaciaire a servi à préciser la succession complexe d'écoulements glaciaires dans le secteur au nord des monts Otish. Les analyses géochimiques et l'examen des minéraux indicateurs provenant des échantillons de till et d'eskers prélevés durant ce projet feront l'objet de publications ultérieures.

RÉFÉRENCES

- BEAUCHAMP, A.-M. – MASSEI, F. – DAOUDENE, Y., 2018 – Géologie de la région de l'Île Bohier, au contact entre les sous-provinces d'Opatoca, d'Opinaca et le Bassin d'Otish, au nord de Mistissini, Eeyou Istchee Baie-James, Québec, Canada. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; BG 2018-02, 1 plan. <http://gq.mines.gouv.qc.ca/bulletins-geologiques/ile-bohier/> (page consultée le 7 mars 2019).
- BOSTOCK, H.S., 2014 – Physiographic regions of Canada. Geological Survey of Canada; Map 1254A 2nd edition, 1:5 000 000 scale.
- BOUCHARD, M.A., 1980 – Late Quaternary geology of the Temiscamie area, central Quebec. Université McGill; Ph.D. thesis, 284 pages.
- BOUCHARD, M.A., 1986 – Géologie des dépôts meubles de la région de Témiscamie (Territoire-du-Nouveau-Québec). Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; MM 83-03, 90 pages.
- BOUCHARD, M.A., 1989 – Subglacial landforms and deposits in central and northern Québec, Canada, with emphasis on Rogen moraines. *Sedimentary Geology*; volume 62, pages 293-308.
- 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.
- BOULTON, G.S., 1972 – The role of thermal regime in glacial sedimentation. In: *Polar Geomorphology* (Price, R.J and Sugden, D.E, editors). Institute of British Geographers; Special Publication No. 4, pages 1-19.
- CHOWN, E.H., 1969 – Geology of the Fromont-Laparré lakes area, Mistassini Territory. Ministère des Richesses naturelles, Québec; DP 165, 24 pages, 2 plans.
- COUTURE, J.-F., 1987a – Géologie de la partie occidentale de la bande volcanosédimentaire de la rivière Eastmain supérieure. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; DP 87-05, 4 plans.
- COUTURE, J.-F., 1987b – Géologie de la partie occidentale de la bande volcanosédimentaire de la rivière Eastmain Supérieure. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; MB 87-51, 102 pages.
- COUTURE, J.-F., 1993 – Géologie et géologie du gisement de la rivière Eastmain, Ungava, Québec. Université du Québec à Chicoutimi; thèse de doctorat, 269 pages.
- DESBIENS, H., 2008 – Report on the drilling program on the 33 carats diamond project. Exploration DIOS, rapport statutaire soumis au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; GM 63933, 102 pages.
- DIONNE, J.-C., 1978 – Les champs de blocs en Jamésie, Québec subarctique. *Géographie physique et Quaternaire*; volume 32, pages 119-144.
- DYKE, A.S., 2004 – An outline of North American deglaciation with emphasis on central and northern Canada. In: *Quaternary glaciations - Extent and chronology, Part II : North America* (Ehlers, J. and Gibbard, P.L., editors). Elsevier; pages 373-424.
- DYKE, A.S. – PREST, V.K., 1987 – Late Wisconsinan and Holocene History of the Laurentide Ice Sheet. *Géographie physique et Quaternaire*; volume 41, pages 237-263.
- EADE, K.E., 1966 – Fort George river and Kaniapiskau river (west half) map-areas, New Quebec. Geological Survey of Canada; Memoir 339, 84 pages, 1 plan.
- HOCQ, M., 1976 – Géologie de la région du lac Cadieux (Nouveau-Québec). Ministère des Richesses naturelles, Québec; DPV 433, 16 pages, 1 plan.
- HOCQ, M., 1985 – Géologie de la région des lacs Campan et Cadieux, Territoire-du-Nouveau-Québec. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; ET 83-05, 178 pages, 4 plans.
- HUGGETT, R.J., 2007 – Fundamentals of Geomorphology, Second edition. Routledge.
- HUGHES, O.L., 1964 – Surficial geology, Nichicun-Kaniapiskau map-area, Quebec. Geological Survey of Canada; Bulletin 106, 20 pages.
- IGNATIUS, H.G., 1956 – Late-Wisconsin Stratigraphy in North-Central Quebec and Ontario, Canada. Yale University; Ph.D. thesis, 76 pages.
- LAMARCHE, O. – DAUBOIS, V., 2018 – Géologie des dépôts de surface de la région de Nemaska (SNRC 32N03 portion nord, 32N06, 32N07 et 32N portion nord), Eeyou Istchee Baie-James. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; RP 2018-05, 29 pages, 2 plans.
- LEBLANC, G. – KENDLE, F., 2008 – Technical report on exploration activities in 2008, Ruby Hill project. Eastmain Resources et Ruby Hill Exploration, rapport statutaire soumis au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; GM 64602, 1143 pages.
- LOW, A.P., 1896 – Report on explorations in the Labrador peninsula along the East Main, Koksoak, Hamilton, Manicouagan and portions of other rivers in 1892-93-94-95. Geological Survey of Canada; Annual Report 8, part L, 387 pages.
- LUNDQVIST, J., 1969 – Problems of the so-called Rogen moraine. *Sveriges Geologiska Undersökning*; volume 64, 32 pages.
- MASSEI, F. – HAMMOUCHE, H., 2016 – Géologie — Région du lac Emmanuel. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; CG-2016-09, 1 plan.

- McNEELY, T., 2005 – Geological survey of Canada radiocarbon dates XXXIV. Geological Survey of Canada; Current Research 2005, 113 pages.
- MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS, 2019 – Cartographie des dépôts de surface [en ligne]. <http://geoinfo.gouv.qc.ca/portail/RecordDetails?id=15e40dd5-1502-452b-8b77-c0f5d7b5c351> (page consultée le 24 mai 2019).
- MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES NATURELLES, QUÉBEC, 2017 – Mine Eastmain, Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles; fiche de gîte [en ligne]. http://sigeom.mines.gouv.qc.ca/signet/classes/11103_index?format=COMPLET&type_reqt=U&mode=NOUVELLE&l=F&entt=GM&numr_utls=2695738&alias_table_crit=F4E02&mnen_crit=NUMR_INTER&oper_crit=EGAL&valr_crit=4496 (page consultée le 29 mai 2019).
- ORTEGA, J. – O'CONNOR, A.J., 2005 – Summary of the winter 2005 drill program, Foxtrot and Foxtrot north properties. Ashton Diamonds (Canada) et Diaquem, rapport statutaire soumis au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; GM 61692, 99 pages.
- PARADIS, S.J. – BOISVERT, É., 1995 – Séquence des écoulements glaciaires dans le secteur de Chibougamau-Némiscau, Québec. Commission géologique du Canada; Recherches en cours 1995-C, pages 259-264.
- PARENT, M. – PARADIS, S.J. – BOIVIN, R., 2010 – Formations superficielles. Commission géologique du Canada; version 11, 10 pages.
- ROY, C., 1985 – Géologie de la bande volcanosédimentaire de la rivière Eastmain supérieure, secteur de l'île Bohier. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; DP 86-05, 2 plans.
- ROY, C., 1988 – Géologie du secteur de l'île Bohier de la bande volcanosédimentaire de la rivière Eastmain supérieure. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; MB 88-16, 108 pages, 5 plans.
- ROY, G., 2014 – Symboles et abréviations de la carte géoscientifique. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; DV 2014-06, 85 pages.
- STORNOWAY DIAMOND CORPORATION, 2019 – Mine Renard, Historique du projet [en ligne]. <http://www.stornowaydiamonds.com/French/notre-entreprise/mine-renard/default.aspx> (page consultée le 24 mai 2019).
- SUGDEN, D.E., 1977 – Reconstruction of the morphology, dynamics, and thermal characteristics of the Laurentide Ice Sheet at its maximum. Arctic and Alpine Research; volume 9, pages 21-47.
- TALLA TAKAM, F. – BEAUCHAMP, A.-M., 2016 – Géologie — Lac Léran. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; CG-2016-08, 1 plan.
- THÉRIAULT, R. – BEAUSÉJOUR, S. 2012. – Carte géologique du Québec, édition 2012. Ministère des Ressources naturelles, Québec; DV 2012-06, 8 pages, 1 plan.
- VEILLETTE, J.J. – DYKE, A.S. – ROY, M., 1999 – Ice-flow evolution of the Labrador Sector of the Laurentide Ice Sheet: a review, with new evidence from northern Quebec. Quaternary Science Reviews; volume 18, pages 993-1019.
- 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. Geological Survey of Canada; Current Research, Paper 91-1, pages 143-148.
- WEERTMAN, J., 1961 – Mechanism for the Formation of inner moraines found near the edge of cold ice caps and ice sheets. Journal of Glaciology; volume 3, pages 965-978.

PHOTOGRAPHIES



PHOTO 1 - Till de fond dégagé par l'incision d'un chenal dans une queue de traînée morainique fuselée (ouest du feuillet 23D11). Le matériel sableux en surface est du till délavé par le passage de l'eau de fonte (Td). La pelle mesure 91 cm.



PHOTO 4 - Till fuselé avec plusieurs drumlinoïdes situés dans le centre du feuillet 23D12. Les formes mesurent près d'un kilomètre.



PHOTO 2 - Vue aérienne d'une succession de moraines de Rogen dans le nord-est du feuillet 23D05. Les crêtes mesurent en moyenne 50 m de largeur et 400 m de longueur et sont jonchées de blocs en surface.



PHOTO 3 - Vue aérienne d'une traînée morainique derrière abri (*crag-and-tail*) située dans l'ouest du feuillet 23D05. La queue de sédiment mesure environ 500 m.



PHOTO 5 - Coupe de sédiment juxtaglacière dans une gravière exploitée pendant la construction de la route 167 dans le feuillet 33A09. Lits sableux à graveleux à stratifications entrecroisées. La pelle mesure 91 cm.

PHOTOGRAPHIES



PHOTO 6 - Vue aérienne d'un segment d'esker kilométrique situé dans le nord-ouest du feuillet 33A08.

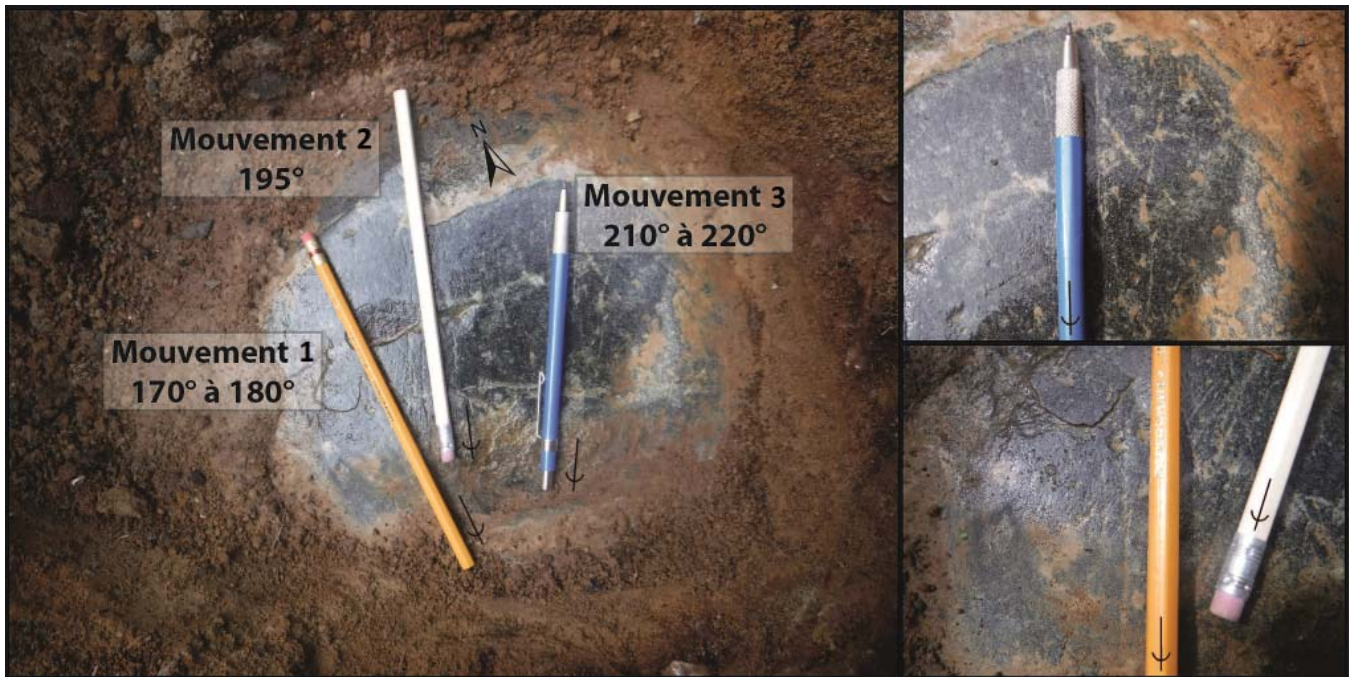


PHOTO 7 - Marques d'érosion glaciaire observées au fond d'un trou creusé à la pelle dans le feuillet 33A10. Les trois mouvements les plus représentés sur le territoire étudié sont visibles sur cet affleurement : (1) 170° à 180° (2) 195° (3) 220°.

