

RP 2020-02

Géologie des dépôts de surface de la région de la rivière Broadback, Eeyou Istchee Baie-James (SNRC 32J04, 32J05, 32J12, 32J13, 32K01, 32K08, 32K09 et 32K16)

Documents complémentaires

Additional Files



Licence

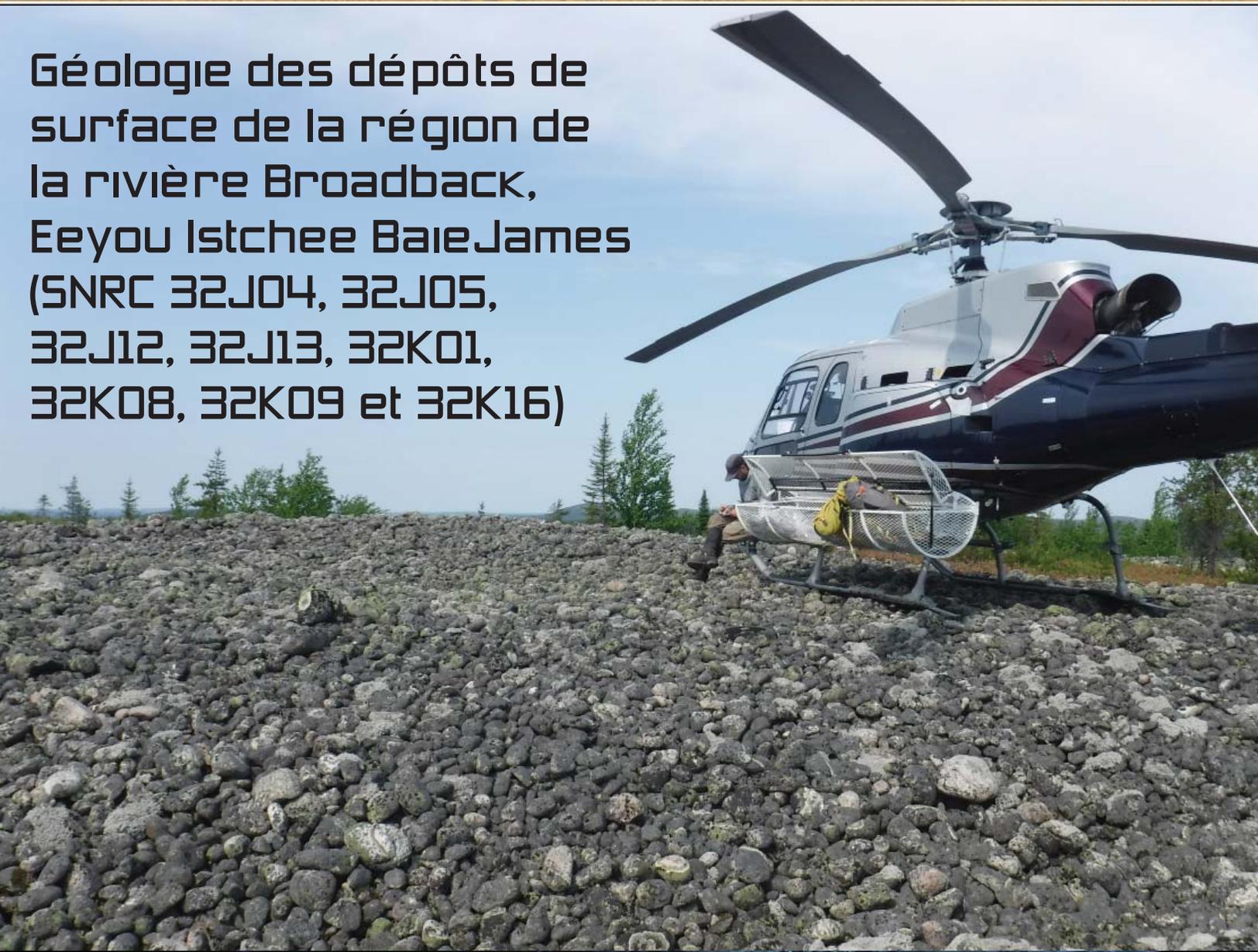


Licence

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

Énergie et Ressources
naturelles

Québec 



Géologie des dépôts de surface de la région de la rivière Broadback, Eeyou Istchee Baie James (SNRC 32J04, 32J05, 32J12, 32J13, 32K01, 32K08, 32K09 et 32K16)

RP 2020-02

Simon Hébert et Olivier Lamarche

DOCUMENT PUBLIÉ PAR LA DIRECTION GÉNÉRALE DE GÉOLOGIE QUÉBEC

Direction générale

Jean-Yves Labbé, par intérim

Bureau de la connaissance géoscientifique du Québec

Andrea Amortegui

Direction de l'information géologique du Québec

Jean-Yves Labbé

Direction de la promotion et du soutien aux opérations

Robert Thériault, géo., par intérim

Lecture critique

Pierre-Marc Godbout

Auteurs

Simon Hébert, géo stag. et Olivier Lamarche, géo

Édition

Claude Dion, ing.

Graphisme

André Tremblay

Image de couverture : Plage de blocs soulevée marquant l'invasion du Lac glaciaire Ojibway dans les basses terres de la baie James.

Géologie des dépôts de surface de la région de la rivière Broadback, Eeyou Istchee Baie-James (SNRC 32J04, 32J05, 32J12, 32J13, 32K01, 32K08, 32K09 et 32K16)

Simon Hébert et Olivier Lamarche (MERN)

RP 2020-02

Résumé

Le Bureau de la connaissance géoscientifique du Québec a réalisé à l'été 2019 un levé du Quaternaire qui s'inscrit dans un vaste projet d'acquisition de connaissances géoscientifiques visant à déterminer le potentiel minéral de la région de la rivière Broadback située dans la Province géologique du Supérieur. Le projet a comme principaux objectifs de cartographier les dépôts de surface et d'effectuer l'échantillonnage des sédiments d'origine glaciaire (till) et fluvioglaciaire (esker) afin de caractériser le potentiel minéral et de décrire la dynamique glaciaire de cette région relativement peu explorée. Ce document présente le volet cartographique du levé ainsi que les observations concernant la dynamique glaciaire.

La cartographie des dépôts meubles du secteur de la rivière Broadback a permis de reconnaître les différents types de sédiments associés à la dernière déglaciation, notamment les sédiments glaciolacustres d'eau profonde et littoraux associés au Lac Ojibway, les sédiments fluvioglaciaires (eskers et épandages subaquatiques) et les sédiments glaciaires. L'élévation maximale du plan d'eau glaciolacustre dans le secteur d'étude correspond à la présence de plages de blocs et de limites de délavage dont les plus élevées sont situées à 456 m d'altitude. Sous ce niveau, les sédiments glaciaires et fluvioglaciaires présentent un remaniement en surface visible presque partout jusqu'à environ 380 m. Les travaux ont permis de situer plusieurs petits segments de moraines frontales mineures qui permettent de positionner la marge glaciaire à différents stades de la déglaciation.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	5
Localisation et accès.....	5
Cadre physiographique.....	5
Géologie du Quaternaire.....	5
MÉTHODE DE TRAVAIL	6
Cartographie des dépôts de surface	6
Inventaire des marques et des formes d'érosion glaciaire.....	6
Mesures d'élévation des plages et des limites de délavage.....	6
GÉOLOGIE DES DÉPÔTS DE SURFACE.....	7
Sédiments glaciaires	7
Till en couverture continue (Tc)	7
Traînées morainiques fuselées (drumlinoides)	7
Traînées morainiques derrière abris (crags and tails)	7
Till en couverture mince (Tm).....	7
Till remanié en couverture continue (Tr).....	7
Till délavé (Td)	8
Sédiments fluvioglaciaires.....	8
Sédiments juxtaglaciaires (Gx).....	8
Eskers.....	8
Kames et kettles	8
Sédiments d'épandage proglaciaire subaquatique (Gs)	8
Sédiments de moraine frontale (GxT)	8
Sédiments glaciolacustres.....	8
Sédiments d'eau profonde (LGa).....	8
Sédiments littoraux(LGb).....	9
Plages de blocs.....	9
Limites glaciolacustres.....	9
Moraines de De Geer	9
Sédiments postglaciaires	9
Sédiments éoliens (Ed).....	9
Sédiments alluviaux (Ap, At et Ax).....	9
Sédiments organiques non différenciés (O).....	9
DYNAMIQUE GLACIAIRE	9
Mouvements glaciaires répertoriés	9
Séquence d'écoulements glaciaires	10
CONCLUSION.....	10
RÉFÉRENCES	10
FIGURES.....	13
PHOTOGRAPHIES.....	19
TABLEAUX	23
ANNEXE	25
HORS TEXTE : Géologie des dépôts de surface de la région de la rivière Broadback, secteur nord RP 2020-C01	
Géologie des dépôts de surface de la région de la rivière Broadback, secteur sud RP 2020-C02	

INTRODUCTION

Le Bureau de la connaissance géoscientifique du Québec (BCGQ) a réalisé à l'été 2019 un projet d'acquisition de connaissances sur la géologie du Quaternaire dans la municipalité d'Eeyou Istchee Baie-James, dans le secteur du lac Théodat et de la rivière Broadback (figure 1). Le levé visait à cartographier à l'échelle 1/50 000 les dépôts de surface et à évaluer le potentiel minéral par prospection glaciocédimentaire d'un territoire localisé en grande partie dans la Sous-province d'Opatica et englobant une portion de la Bande volcanique de Frotet-Evans.

Les travaux de terrain ont été réalisés sur une période de onze semaines, de juin à août 2019, par une équipe constituée de deux géologues et de deux étudiants en géologie. Ce document présente uniquement le volet cartographique du levé. La portion touchant le potentiel minéral fera l'objet d'une publication ultérieure.

Les auteurs remercient le géologue stagiaire Marc-Antoine Lévesque ainsi que les étudiants en géologie David Turcot et Marie-France Méthot pour leur participation aux travaux de terrain. Les auteurs remercient également les pilotes d'hélicoptère Anthony Rolland et Romain Vidi pour leur professionnalisme et leur expertise. La logistique du projet a été assurée par Marie Dussault, coordonnatrice logistique au BCGQ, et par Daniel Bandyayera et Emmanuel Caron-Côté, responsables du projet de cartographie du roc dans le même secteur.

Localisation et accès

Le secteur de la Haute-Broadback est situé dans la région administrative du Nord-du-Québec, dans la municipalité d'Eeyou Istchee Baie-James, entre les latitudes 50° N et 51° N et les longitudes 75° 30' W et 76° 30' W. Il couvre les feuillets SNRC 32J04, 32J05, 32J12, 32J13, 32K01, 32K08, 32K09 et 32K16, ce qui représente une superficie d'environ 8000 km². La zone d'étude se situe à proximité des levés du Quaternaire effectués en 2015 et 2016 par le Ministère (figure 1; Lamarche et Dubé-Loubert, 2017; Lamarche *et al.*, 2018).

L'équipe de cartographie était logée au camp forestier de la compagnie Barrette-Chapais situé à quelque 200 km au nord de la municipalité de Chibougamau via la route du Nord. Le transport sur le terrain s'est effectué principalement par hélicoptère et en camion là où l'accès routier le permettait.

Cadre physiographique

Le secteur d'étude est situé dans la région physiographique du Bouclier canadien, dans la sous-région des basses terres d'Eastmain, elle-même comprise dans la région de James (Bostock, 1972; Grant et Sanford, 1977).

La configuration du territoire est légèrement inclinée vers la baie James, avec une moyenne d'élévation avoisinant 340 m. Ce secteur se situe dans une zone de transition entre les basses terres de la baie James, à l'ouest, et une région de hauts plateaux à l'est. Ainsi, la majeure partie du secteur occidental (feuillelet 32K) ne dépasse pas 320 m d'élévation avec des creux pouvant atteindre 180 m. Le secteur oriental (feuillelet 32J) est constitué d'un plateau de relief plus accidenté avec des sommets atteignant 500 m d'élévation.

La rivière Broadback traverse le nord de la zone d'étude (feuillets 32J12, 32J13, 33K09 et 32K16) et s'écoule vers la baie de Rupert, au sud de la baie James. La rivière Assinica, un tributaire de la rivière Broadback, traverse le feuillelet 32J12. Le sud du territoire est drainé par la rivière Maicasagi, un affluent du lac au Goéland dans le bassin versant de la rivière Nottaway. Le secteur d'étude comporte également plusieurs lacs nommés, dont les lacs Théodat, Storm, Rocher, Amisquioumisca, Capichigamau et Yapououichi. Le réseau hydrographique est fortement influencé par les morphologies de surface orientées NE-SW.

Géologie du socle rocheux

La zone d'étude se situe dans la Province du Supérieur (figure 2a), essentiellement dans la Sous-province volcano-plutonique d'Opatica. Cette dernière se divise en trois terrains correspondant à des domaines lithologiques distincts (Benn *et al.*, 1992; Sawyer et Benn, 1993; Hocq, 1994). Le terrain central correspond à la Bande volcanique de Frotet-Evans (BVFE). Cette dernière traverse les feuillets 32J12, 32K09 et 32K16 selon un axe NW-SE et sépare les domaines gneissiques septentrional et méridional (figure 2b). Cette ceinture est dominée par des assemblages volcano-sédimentaires et comprend un important bassin de roches sédimentaires (Brisson *et al.*, 1998a et 1998b; Gosselin, 1996; Simard, 1987). La BVFE présente un fort potentiel pour les minéralisations de Au-Cu-Pb-Zn-Ag de type sulfures massifs volcanogènes, ainsi que pour les minéralisations de Ni-Cu-EGP dans les roches ultramafiques. Dans le secteur d'étude, la cartographie du socle a été effectuée dans un premier temps par Brisson *et al.* (1997, 1998a et 1998b) et, plus récemment, par Bandyayera et Caron-Côté (2020; figure 2b), Daoudene et Côté-Roberge (2020) et Leclerc et Caron-Côté (2017). La Sous-province d'Opatica est bordée au nord par les roches métasédimentaires de la Sous-province de Nemiscau et au sud par les unités volcano-sédimentaires de la Sous-province d'Abitibi.

Géologie du Quaternaire

La mise en place des dépôts de surface des basses terres de la baie James est le résultat d'une suite d'événements liés à la glaciation du Wisconsinien (Hardy, 1982b). Lors de la dernière déglaciation, le retrait graduel de la marge glaciaire vers le nord dans le bassin de la baie James a permis la formation du Lac Ojibway. Cet immense lac de barrage

glaciaire était confiné entre la marge glaciaire au nord et les terrains plus élevés situés au sud, lesquels forment l'actuelle ligne de partage des eaux entre les bassins hydrographiques du fleuve Saint-Laurent et de la baie d'Hudson. Le Lac Ojibway (Coleman, 1909; Hardy, 1976, 1977 et 1982b; Vincent et Hardy, 1977 et 1979; Veillette, 1988 et 1994) a inondé de vastes pans du territoire de l'Abitibi et des basses terres de la baie James (figure 3). Il y a laissé une forte couverture de sédiments glaciolacustres en plus d'avoir généralement remanié et érodé les dépôts glaciaires et fluvio-glaciaires existants. Des plages soulevées et des limites de délavage associées à divers niveaux du Lac Ojibway ont été observées et mesurées dans plusieurs secteurs (Shaw, 1944; Vincent et Hardy, 1979; Veillette, 1994), les plus élevées étant situées à des élévations comprises entre 455 et 460 m.

Le drainage final du Lac Ojibway, survenu il y a environ 8200 ans (Barber *et al.*, 1999; Clarke *et al.*, 2004; Roy *et al.*, 2011), serait synchrone à l'invasion marine de la Mer de Tyrrell (Lee, 1960) et à la mise en place de la Moraine de Sakami (Hardy, 1982a; Hillaire-Marcel *et al.*, 1981). Celle-ci forme une importante entité morphosédimentaire édifiée lors d'une pause dans la migration du Dôme laurentidien vers le centre du Québec (Hardy, 1982a, Veillette *et al.*, 1999) et marque l'extension maximale du Lac Ojibway vers l'amont glaciaire. La Moraine de Sakami s'étend sur plus de 630 km, du lac Mistassini au Poste-de-la-Baleine (Kuujuuarapik) sur la baie d'Hudson (figure 3; Hillaire-Marcel, 1976) et est localisée immédiatement au NE du secteur à l'étude.

Les études antérieures sur les écoulements glaciaires dans les régions de Nemiscau et de Chibougamau-Mistassini ont identifié un mouvement régional d'écoulement vers le SW (Bouchard et Martineau, 1985; Prichonnet et Beaudry, 1990; Veillette et Pomares, 1991; Paradis et Boisvert, 1995; Parent *et al.*, 1995; Veillette, 1995; Veillette *et al.*, 1999; Lamarche et Dubé-Loubert, 2017; Lamarche *et al.*, 2018). Un mouvement antérieur, orienté vers le NW dans la région de la Baie-James, a également été observé (Veillette et Pomares, 1991; Paradis et Boisvert, 1995; Veillette, 1995; Veillette et Roy, 1995; Veillette *et al.*, 1999), ainsi qu'un autre vers le SW dans la région de Chibougamau-Mistassini (Bouchard et Martineau, 1985; Paradis et Boisvert, 1995). Ces orientations opposées s'expliquent par l'écoulement de part et d'autre d'une ligne de partage des glaces qui traversait le Québec du Témiscamingue au réservoir de Caniapiscau pendant la croissance de l'Inlandsis laurentidien (Dyke et Prest, 1987; Veillette *et al.*, 1999). Le mouvement principal orienté vers le SW témoigne d'un épisode d'écoulement glaciaire tardif résultant de la migration du Dôme du Nouveau-Québec vers la Fosse du Labrador (Veillette *et al.*, 1999).

Peu de travaux touchant la cartographie des dépôts meubles ont été menés dans ce secteur d'Eeyou Istchee Baie-James, mis à part les travaux effectués par le MERN (figure 1; Lamarche et Dubé-Loubert, 2017; Lamarche *et al.*, 2018). Le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) a complété en 2019 une carte numérique des dépôts de surface à l'échelle 1/50 000 couvrant la quasi-

totalité du territoire du Québec au sud du 52° parallèle. Cette carte ne présente toutefois pas l'information touchant les morphologies de surface et bien qu'elle soit très détaillée dans le secteur d'Eeyou Istchee Baie-James, d'importantes distinctions sont notées quant à l'interprétation de certaines unités morphosédimentaires.

MÉTHODE DE TRAVAIL

Les travaux de cartographie réalisés au courant de l'été 2019 ont permis de recueillir des données sur les dépôts de surface et leur morphologie, de même que sur les marques d'érosion associées aux écoulements glaciaires.

Cartographie des dépôts de surface

Une photo-interprétation préliminaire a été réalisée préalablement à la campagne de terrain à l'aide de photographies aériennes numériques en couleur d'une résolution de 30 cm/pixel. Cette étape a notamment permis de cibler les affleurements rocheux et différents secteurs à examiner sur le terrain.

Un total de 368 sites d'observation furent visités lors de la campagne de cartographie. L'interprétation finale des dépôts de surface à l'échelle 1/50 000 a été effectuée à l'automne 2019 et à l'hiver 2020 à partir des données recueillies sur le terrain. Les résultats sont présentés en annexe sous la forme de cartes à l'échelle 1/85 000.

Inventaire des marques et des formes d'érosion glaciaire

Un relevé systématique des marques d'érosion glaciaire a été effectué sur le terrain. Couplées à l'analyse des formes macroscopiques (drumliñoïdes), les mesures d'orientation des microformes glaciaires ont permis de caractériser la dynamique glaciaire de la région.

Un total de 151 marques d'érosion (stries, broutures, cannelures et roches moutonnées) ont été observées et mesurées lors du levé (photo 1). La polarité de l'écoulement glaciaire a pu être déterminée en présence de roche profilée (roches moutonnées) ou de formes d'érosion indiquant le sens d'écoulement (broutures convexes et concaves). La majorité des marques d'érosion glaciaire a été mesurée dans les secteurs de roc affleurant sur les hauts topographiques, mais également sur les décapages en bordure des chemins forestiers.

Mesures d'élévation des plages et des limites de délavage

Des zones de délavage et des plages soulevées ont été identifiées par photo-interprétation des images numériques (figure 4). L'élévation de chaque élément a été extraite à

l'aide de l'outil *Extraire une valeur vers un point* du logiciel ArcGIS à partir d'un modèle numérique d'élévation (MNE, résolution horizontale de 6 m) dérivé des courbes de niveau (résolution verticale de 10 m) des cartes topographiques de la BDTQ à l'échelle 1/20 000. Indépendamment, nous avons mesuré l'élévation de 10 plages exposées sur 4 sites à l'aide d'un récepteur GPS différentiel (figure 5). La comparaison des données provenant de ces deux méthodes indique un écart égal ou inférieur à 1 m dans tous les cas sauf un (3 m; tableau 1).

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; Daubois, 2020), elle-même inspirée de l'ancienne légende de la Commission géologique du Canada (Parent *et al.*, 2010).

Mis à part les reliefs les plus importants, la totalité de la zone d'étude s'est trouvée à un moment ou à un autre sous la limite glaciolacustre du Lac Ojibway. Bien que le till continu couvre l'ensemble de la zone d'étude, une proportion importante des sédiments glaciaires a été remaniée en surface. De grands couloirs fluvioglaciaires se superposent aux sédiments glaciaires dans le secteur NE. Une plaine d'argile glaciolacustre recouvre par endroits les sédiments glaciaires et fluvioglaciaires dans le secteur des basses terres. Le tableau 2 présente un sommaire des principales unités morphosédimentaires observées dans la région d'étude.

Sédiments glaciaires

Les sédiments glaciaires sont les plus répandus sur le territoire avec un peu plus de 50 % de la superficie couverte. Ces sédiments recouvrent entièrement la région, mais sont observés en surface seulement dans les zones de moyenne et de forte élévation. Dans le fond des vallées, les sédiments glaciaires sont typiquement enfouis sous les sédiments glaciolacustres.

Till en couverture continue (Tc)

Cette unité correspond aux zones couvertes par plus d'un mètre de sédiments glaciaires et constitue la plus répandue dans la zone cartographiée (32,4 % du territoire). Elle est majoritairement constituée de till de fond et, plus rarement, de till d'ablation. Dans la région, le till en couverture continue est caractérisé par une matrice sablo-silteuse à sableuse de couleur grisâtre (photo 2a). Le sédiment est caractérisé par une grande proportion de farine glaciaire, la présence de clastes subanguleux, un mauvais tri des particules et, par endroits, une fissilité (photo 2b). L'épaisseur de l'unité est très variable et peut atteindre plus de 30 m, notamment

dans le secteur du lac Rocher (figure 1; Jones et Pitman, 1999). Certaines zones de till continu ont été cartographiées comme till côtelé (To) ou fuselé (Ts) lorsque la surface des dépôts était marquée par une concentration de formes géomorphologiques particulièrement caractéristiques (moraines de Rogen et drumlinoïdes respectivement).

Traînées morainiques fuselées (drumlinoïdes)

Les drumlinoïdes correspondent à des formes fuselées composées majoritairement de till de fond. Ils se différencient des traînées morainiques derrière abris par l'absence d'un obstacle rocheux en amont de l'accumulation de sédiment. Ces formes sont généralement regroupées et correspondent à des zones où l'écoulement à la base de l'inlandsis se faisait relativement rapidement. On les trouve dans les zones de basse élévation et sur les plateaux plus élevés, localement en association avec des moraines de De Geer (photo 3a). Nous avons dénombré 2873 drumlinoïdes présentant une longueur moyenne de 491 m et une orientation de 216°.

Traînées morainiques derrière abris (crags and tails)

Les traînées morainiques derrière abris se développent en aval glaciaire des obstacles rocheux. Il est ainsi commun d'observer des affleurements rocheux à la tête des traînées morainiques (photo 3b). Au total, 811 traînées de ce type ont été reconnues dans le secteur d'étude avec une longueur moyenne de 827 m et une orientation de 214°.

Till en couverture mince (Tm)

Les sédiments glaciaires d'une épaisseur inférieure à 1 m sont cartographiés comme du till en couverture mince (7 % du territoire). La surface de cette unité est généralement ponctuée d'affleurements rocheux. Cette unité est habituellement observée près des sommets locaux et à proximité de l'unité de roc (R).

Till remanié en couverture continue (Tr)

Cette unité correspond aux zones de till remanié par les eaux du Lac Ojibway. La majeure partie du territoire, mis à part les reliefs les plus importants, se trouve sous la limite d'élévation maximale atteinte par le lac glaciaire. Le remaniement du till est plus marqué entre 300 m et 450 m d'élévation. Le till remanié est caractérisé par une matrice sableuse lessivée de ses particules fines. Typiquement, l'horizon B dans un till remanié montre une épaisseur plus grande que dans le till intact et laisse voir une oxydation pouvant atteindre 1 m (photos 2c et 2d). La partie SE du secteur d'étude présente une proportion importante de till remanié. Cette unité est typiquement associée aux zones de sédiments littoraux glaciolacustres. Les sommets locaux situés sous la limite lacustre présentent typiquement du till remanié en couverture mince (Trm).

Till délavé (Td)

Cette unité correspond à la couverture de till qui a été délavée par l'eau de fonte sous-glaciaire. Le till est ainsi débarrassé de ses particules fines et présente un faciès sableux. Cette unité est peu présente sur le territoire d'étude, si ce n'est en bordure des couloirs fluvioglaciaires.

Sédiments fluvioglaciaires

Cette unité comprend des sédiments mis en place généralement dans le fond des vallées par les eaux de fonte au contact ou à proximité de la marge glaciaire lors de son retrait.

Sédiments juxtaglaciaires (Gx)

Les dépôts juxtaglaciaires correspondent à des sédiments grossiers composés de sables, de graviers, de cailloux et de blocs mis en place à proximité du glacier. Les sédiments juxtaglaciaires sont modérément à bien triés, à stratification subhorizontale, et forment par endroits d'importantes accumulations dont l'épaisseur peut dépasser 40 m. Les sédiments juxtaglaciaires couvrent environ 2 % du secteur d'étude.

Eskers

Lors du retrait de la glace, des eskers se sont mis en place à la suite du comblement par les sédiments des grands tunnels d'évacuation d'eau de fonte sous-glaciaire. Ces constructions forment de grandes crêtes de longueur généralement kilométrique, subparallèles à l'écoulement glaciaire (photo 3c). Les eskers sont majoritairement composés de graviers, de cailloux et de blocs. Plus de 300 segments d'eskers ont été cartographiés dans le secteur d'étude, pour la plupart dans la portion NE. Les segments sont d'une longueur de 500 m en moyenne et sont grossièrement orientés vers le SW (moyenne de 222°). La plupart des crêtes observées sur le terrain sont situées sous le niveau maximal atteint par le Lac Ojibway et ont conséquemment été remaniées et aplanies par l'action des vagues.

Kames et kettles

Les kames et les kettles constituent des éléments géomorphologiques généralement associés aux corridors fluvioglaciaires. Les kames sont des buttes de matériel fluvioglaciaire mises en place par l'accumulation de sédiments dans les dépressions à la surface ou à la base du glacier. Les kettles représentent des dépressions issues de la fonte de petits culots de glace isolés enfouis dans les sédiments fluvioglaciaires et sont trouvés dans les sédiments juxtaglaciaires et d'épandage. Généralement, ces dépressions sont occupées par de petits lacs ou des accumulations de sédiments organiques, mais les sédiments du Lac Ojibway occultent la majorité de celles-ci. Au total, 129 kames et 75 kettles sont cartographiés dans le secteur d'étude.

Sédiments d'épandage proglaciaire subaquatique (Gs)

Cette unité comprend des accumulations de sable fin à grossier mises en place dans le Lac Ojibway au contact de la marge glaciaire. Les sédiments subaquatiques forment de grandes plaines où la granulométrie des sédiments diminue en s'éloignant de la marge glaciaire. Ces sédiments sont parfois structurés en lits et présentent des stratifications horizontales, obliques ou entrecroisées. Des séquences de ce type atteignant 10 m d'épaisseur sont observées en coupe en bordure de la rivière Broadback (photos 4a et 4b). Cette unité couvre environ de 2 % du territoire où elle est associée aux sédiments juxtaglaciaires. Elle est couramment exposée de part et d'autre des couloirs d'eskers.

Sédiments de moraine frontale (GxT)

Plusieurs petits segments morainiques reconnaissables sur le territoire permettent de positionner la marge glaciaire à différents stades de la déglaciation. Ces constructions se sont mises en place au contact de la marge lors des périodes de stagnation ponctuant les épisodes de retrait ou d'avancée glaciaire. La majorité des crêtes sont composées de sédiments juxtaglaciaires et glaciaires et sont situées dans les zones de basses élévations, notamment au NW du secteur d'étude (feuillet 32K16). Elles sont principalement orientées WNW-ESE et sont reconnues jusqu'à la Moraine de Sakami, située à environ 30 km de la limite NE de la zone d'étude. Les segments morainiques peuvent mesurer plusieurs kilomètres de longueur, plus de 100 m de largeur et quelques dizaines de mètres de hauteur.

Sédiments glaciolacustres

Les sédiments glaciolacustres recouvrent la majorité des basses terres de la baie James. Les sédiments fins d'eau profonde (silt et argile) se sont déposés dans les secteurs dont l'élévation actuelle est inférieure à 300 m, correspondant à une profondeur d'eau d'environ 150 m par rapport au niveau maximal du Lac Ojibway (456 m). Par la suite, la diminution progressive de la profondeur d'eau due au rebond différentiel post-glaciaire a entraîné le remaniement des sédiments préexistants et la mise en place de sédiments littoraux dont la surface est marquée par des crêtes de plages ou des plages de blocs. Dans le secteur SW, les sédiments glaciolacustres sont davantage présents et masquent les sédiments glaciaires et fluvioglaciaires sous-jacents.

Sédiments d'eau profonde (LGa)

Les sédiments d'eau profonde ceinturent la baie James sur une distance de plusieurs centaines de kilomètres à l'intérieur des terres (*claybelt*; Coleman, 1909; Wilson, 1938; Hardy, 1976). Cette unité, composée de silts et d'argiles varvées, domine le secteur des basses terres à l'ouest de la région cartographiée. Dans le secteur d'étude, elle est surtout présente dans la portion NW (7 %).

Sédiments littoraux (LGb)

Les sédiments littoraux sont issus du remaniement des sédiments glaciaires et fluvioglaciaires par l'action des eaux littorales glaciolacustres en bordure des sommets topographiques. Cette nomenclature est utilisée lorsque les sédiments glaciaires sont trop remaniés pour être catégorisés comme till remanié. Les sédiments littoraux sont principalement composés de sable moyen à fin bien trié et rarement lité. On trouve les sédiments littoraux dans l'ensemble du territoire, principalement entre 300 m et 450 m d'élévation, en association avec le till remanié (Tr) et les sédiments d'eau profonde (LGa). L'épaisseur de cette unité est généralement faible, variant généralement de 0,5 m à 1,5 m.

Plages de blocs

Des plages de blocs au nombre de 142 ont été mises en évidence sur les flancs de plusieurs collines du secteur d'étude. Ces plages, dont l'élévation varie entre 380 m et 456 m, marquent la limite d'extension maximale des sédiments glaciolacustres, correspondant au niveau maximal du Lac Ojibway, ou à des niveaux intermédiaires du lac. Elles sont composées principalement de blocs monogéniques décimétriques et arrondis par l'action des vagues (figure 4). La localisation et l'élévation des plages recensées sont disponibles en annexe.

Limites glaciolacustres

Une limite glaciolacustre correspond à un délavage du relief rocheux qui s'estompe subitement pour marquer la limite supérieure du niveau d'eau. Le territoire situé au-dessus de la limite glaciolacustre n'a donc pas été inondé par le Lac Ojibway. Un total de 44 limites de ce type ont été dénombrées dans la région à une élévation variant entre 440 m et 456 m. La localisation et l'élévation des limites recensées sont disponibles en annexe.

Moraines de De Geer

Un total de 11 959 segments de moraines de De Geer ont été cartographiés dans le secteur d'étude. Ce type de moraine se forme en contexte sous-aquatique au contact de la marge glaciaire. Le recul progressif de la glace dans un plan d'eau, ponctué de stagnations ou de légères ré-avancées hivernales, forme une succession quasi annuelle de moraines parallèles à la marge glaciaire (NW-SE) et perpendiculaires à l'écoulement (photo 6a). Dans la zone d'étude, les moraines sont espacées de 100 m à 150 m en moyenne. Ces formes, constituées de sédiments glaciaires ou fluvioglaciaires, peuvent mesurer de 1 m à 3 m de hauteur, 5 m à 10 m de largeur, avec une longueur moyenne de 250 m (photo 6b et 6c).

Sédiments postglaciaires

Sédiments éoliens (Ed)

Des sédiments éoliens sont présents à proximité de la rive nord de la rivière Broadback (photo 7a). Ceux-ci sont identifiables en photo-interprétation par leur couleur pâle correspondant à des dunes non végétalisées (photo 7b). L'unité est principalement composée de sables fins à très fins provenant d'épandages subaquatiques remaniés par l'action des vents dominants provenant du NW (photo 7c).

Sédiments alluviaux (Ap, At et Ax)

Les alluvions actuelles (Ap; 2,1 % du territoire) correspondent aux zones où des sédiments alluviaux non végétalisés sont présents dans le lit des rivières. Cette unité est particulièrement concentrée dans les secteurs des rivières Broadback et Assinica. Des sédiments de terrasses fluviales récentes et anciennes ont été cartographiés de part et d'autre des vallées fluviales actuelles (At : 0,7 % et Ax : 0,03 % du territoire).

Sédiments organiques non différenciés (O)

Les sédiments organiques couvrent une vaste étendue de la zone d'étude (18 %). Ces sédiments se présentent principalement sous forme de marécages ou de tourbières occupant des dépressions topographiques mal drainées en raison d'une couverture de silt et d'argile.

DYNAMIQUE GLACIAIRE

La compréhension de la dynamique glaciaire d'une région représente une partie intégrante de la prospection glacio-sédimentaire. Un levé systématique des marques d'érosion (plus de 150, incluant des stries, des cannelures, etc.) et des formes glaciaires macroscopiques (drumlinoides) de la zone d'étude a été effectué afin d'approfondir les connaissances dans ce domaine.

Mouvements glaciaires répertoriés

Le relevé des marques d'érosion glaciaire a permis de déterminer un écoulement régional grossièrement dirigé vers le SW (figure 6; 205° à 235°, moyenne de 217°). L'orientation de ce mouvement concorde avec celle des formes fuselées cartographiées (216°) et est en accord avec les marques d'érosion glaciaire inventoriées à proximité du secteur d'étude (Paradis et Boisvert, 1995; Lamarche et Dubé-Loubert, 2017; Lamarche *et al.*, 2018).

La présence de mouvements plus anciens a été observée sur 13 sites. Un premier mouvement vers le NNE-SSW (10°-190°) a été mis en évidence dans les anfractuosités ou sur

les faces protégées de certains affleurements. En l'absence d'indicateur clair, la direction de ce premier mouvement n'a pu être déterminée avec certitude. Toutefois, il a été reconnu ailleurs dans la région de la Baie-James par Lamarche et Dubé-Loubert (2017) et Lamarche *et al.* (2018) où il présente une polarité vers le SSW.

Un second mouvement dirigé vers l'ouest (WSW à WNW, moyenne de 267°) a été identifié à quelques endroits sur des faces cachées, mais également à la surface d'affleurements polis. Seulement deux sites montrent des indices de recoupement clairs où des microstries associées au mouvement ouest sont recoupées par des stries profondes et des cannelures associées à l'écoulement régional vers le SW.

Séquence d'écoulements glaciaires

À ce jour, la chronologie relative du mouvement SSW par rapport aux mouvements W et SW est encore difficile à déterminer. La présence de quelques évidences de recoupement bien conservées dans les secteurs adjacents a mené Lamarche et Dubé-Loubert (2017) à interpréter le mouvement SSW comme le plus récent. Selon ces auteurs, le mouvement SSW pourrait être attribué à la déflexion de l'écoulement vers le sud à la suite d'un appel de glace par un courant de glace situé au-dessus de la baie James vers la fin du maximum glaciaire (Parent *et al.*, 1995; Veillette, 1997; Veillette *et al.*, 1999).

Cependant, dans le secteur d'étude, les indicateurs d'un mouvement SSW et le contexte dans lequel on les trouve semblent contredire ces conclusions. En effet, les stries liées à ce mouvement sont majoritairement observées sur des faces protégées des écoulements tardifs. De plus, les évidences d'un mouvement SSW sont rarement reconnues en présence des autres mouvements. Ces éléments laissent présumer que le mouvement SSW est plus ancien que le mouvement régional.

Le mouvement ouest (identifié comme WNW dans la littérature; Veillette *et al.*, 1999) est mieux connu et serait associé à l'établissement et à l'évolution d'une ligne de partage glaciaire orientée NE-SW dans le secteur de Caniapiscou lors de la croissance de l'Inlandsis laurentidien au Wisconsinien précoce (Bouchard et Martineau, 1985; Prichonnet et Beaudry, 1990; Veillette et Pomares, 1991; Paradis et Boisvert, 1995; Parent *et al.*, 1995; Veillette *et al.*, 1999). La migration progressive de cette ligne de partage vers le centre de dispersion situé un peu plus au nord lors du maximum glaciaire se serait traduite dans la région par une déflexion antihoraire des écoulements de l'ouest vers le SW (Veillette *et al.*, 1999). Le mouvement régional SW, matérialisé par l'orientation des formes fuselées et de la majeure partie des marques d'érosion, représente le dernier mouvement glaciaire d'importance mis en place pendant la déglaciation du territoire.

CONCLUSION

La cartographie des dépôts et des morphologies de surface de huit feuillets à l'échelle 1/50 000 a été effectuée dans le secteur de la Haute-Broadback. Les dépôts cartographiés reflètent une série d'événements complexes liés à la glaciation du Wisconsinien et à la déglaciation subséquente de la région. Le till de fond a été en partie remanié par les eaux de fonte lors du recul de la marge glaciaire. De grands couloirs fluvioglaciaires orientés NE-SW sont visibles dans la portion NE du secteur d'étude.

À l'exception des hauts topographiques, le Lac Ojibway a inondé la totalité du secteur d'étude et s'est étendu vers le NE jusqu'à la position actuelle de la Moraine de Sakami. Entre les élévations 374 m et 456 m, l'action littorale a remanié et érodé les sédiments glaciaires et fluvioglaciaires, laissant des séquences de plages de blocs et des surfaces rocheuses délavées et mises à nu sur les flancs de plusieurs collines. L'identification de 142 plages et 44 limites de délavage a permis de mieux préciser l'évolution du Lac Ojibway avant son drainage final.

Enfin, le recensement de plus de 150 marques d'érosion glaciaire a permis d'établir et de préciser la chronologie relative des écoulements glaciaires dans la région. La vaste majorité des stries recensées est associée au mouvement régional dirigé vers le SW (217°). Ce mouvement a également modelé le territoire en surface où quelque 3684 formes fuselées ont été cartographiées.

RÉFÉRENCES

- BANDYAYERA, D. – CARON-CÔTÉ, E., 2020 – Géologie de la région du ruisseau Lucky Strike, Sous-province d'Opatca, Eeyou Istchee Baie-James, Québec, Canada. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; BG 2020-03.
- BARBER, D.C. – DYKE, A.S. – HILLAIRES-MARCEL, C. – JENNINGS, A.E. – ANDREWS, J.T. – KERWIN, M.W. – BILODEAU, G. – McNEELY, R.N. – SOUTHON, J. – MOREHEAD, M.D. – GAGNON, J.-M., 1999 – Forcing of the cold event of 8,200 years ago by catastrophic drainage of Laurentide lakes. *Nature*; volume 400, pages 344-348.
- BENN, K. – SAWYER, E.W. – BOUCHEZ, J.-L., 1992 – Orogen parallel and transverse shearing in the Opatca belt, Quebec: implications for the structure of the Abitibi Subprovince. *Canadian Journal of Earth Sciences*; volume 29, pages 2429-2444.
- BOSTOCK, H.S., 1972 – Subdivisions physiographiques du Canada. Dans : *Géologie et ressources minérales du Canada : partie A* (Douglas, R.J.W., Tremblay, L.-P., éditeurs). Commission géologique du Canada; Economic Geology Report 1, pages 12-34.
- 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.

- BRISSON, H. – GOSSELIN, C. – BEAUMIER, M. – DION, D.-J. – GAULIN, R. – LEFEBVRE, D.L., 1997 – Géologie de la région du ruisseau Lucky Strike (32J/12). Ministère des Ressources naturelles, Québec; RG 96-10, 21 pages.
- BRISSON, H. – GOSSELIN, C. – FALLARA, F. – GAULIN, R. – DION, D.-J., 1998a – Géologie de la région du lac Rocher (32K/09). Ministère des Ressources naturelles, Québec; RG 98-05, 22 pages.
- BRISSON, H. – GOSSELIN, C. – FALLARA, F. – GAULIN, R. – DION, D.-J., 1998b – Géologie de la région du lac Théodat (32K/16). Ministère des Ressources naturelles, Québec; RG 98-07, 24 pages.
- CLARKE, G.K.C. – LEVERINGTON, D.W. – TELLER, J.T. – DYKE, A.S., 2004 – Paleohydraulics of the last outburst flood from glacial Lake Agassiz and the 8200 BP cold event. *Quaternary Science Reviews*; volume 23, pages 389-407.
- COLEMAN, A.P., 1909 – Lake Ojibway; Last of the Great Glacial Lakes. Ontario Bureau of Mines; Report 18, pages 284-293.
- DAOUDENE, Y. – CÔTÉ-ROBERGE, M., 2020 – Géologie de la région du lac Salamandre, Sous-province d'Opatica, Eeyou Istchee Baie-James, Québec, Canada. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; BG 2020-05.
- DAUBOIS, V., 2020 – Géologie du Quaternaire; légende des dépôts de surface. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; DV 2020-01, 18 pages.
- 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.
- GOSSELIN, C., 1996 – Synthèse géologique de la région de Frotet-Troilus. Ministère des Ressources naturelles, Québec; ET 96-02, 23 pages.
- GRANT, G.M. – SANFORD, B.V., 1977 – Physiography eastern Canada and adjacent areas. Geological Survey of Canada; Map 1399A, 4 sheets.
- HARDY, L., 1976 – Contribution à l'étude géomorphologique de la portion québécoise des Basses-terres de la Baie-James. Université McGill; thèse de doctorat, 264 pages.
- HARDY, L., 1977 – La déglaciation et les épisodes lacustre et marin sur le versant québécois des basses terres de la baie de James. *Géographie physique et Quaternaire*; volume 31, pages 261-273.
- HARDY, L., 1982a – La moraine frontale de Sakami, Québec subarctique. *Géographie physique et Quaternaire*; volume 36, pages 51-61.
- HARDY, L., 1982b – Le Wisconsinien supérieur à l'est de la Baie James (Québec). *Le naturaliste canadien*; volume 109, pages 333-351.
- HILLAIRES-MARCEL, C., 1976 – La déglaciation et le relèvement isostatique sur la côte est de la baie d'Hudson. *Cahiers de géographie du Québec*; volume 20, pages 185-220.
- HILLAIRES-MARCEL, C. – OCCHIETTI, S. – VINCENT, J.-S., 1981 – Sakami moraine, Québec: a 500 km-long moraine without climatic control. *Geology*; volume 9, pages 210-214.
- HOCQ, M., 1994 – Géologie du Québec. Publications du Québec; 172 pages.
- JONES, P. – PITMAN, P., 1999 – Programme de sondage 1999 – Propriété Lac Rocher. Nuinsco Resources, rapport statutaire soumis au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; GM 57653, 549 pages.
- LAMARCHE, O. – DAUBOIS, V. – DUBÉ-LOUBERT, H., 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.
- LAMARCHE, O. – DUBÉ-LOUBERT, H., 2017 – Géologie des dépôts de surface de la région du lac Evans (SNRC 32K10, 32K11, 32K14, 32K15, 32N02 et 32N03), Eeyou Istchee Baie-James, Québec. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; RP 2017-02, 28 pages.
- LECLERC, F. – CARON-CÔTÉ, E., 2017 – Levé géologique dans la Sous-province d'Opatica au nord-est de Matagami (région du lac Amisquioumisca). Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; BG 2017-01, 2 plans.
- LEE, H.A., 1960 – Late Glacial and Postglacial Hudson Bay Sea Episode. *Science*; volume 131, pages 1609-11.
- 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. – BOISVERT, É., 1995 – Ice-flow patterns and glacial transport in the eastern Hudson Bay region: implications for the late Quaternary dynamics of the Laurentide Ice Sheet. *Canadian Journal of Earth Sciences*; volume 32, pages 2057-2070.
- PARENT, M. – PARADIS, S.J. – BOIVIN, R., 2010 – Formations superficielles. Commission géologique du Canada; version 11, 10 pages, inédit.
- 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. Commission géologique du Canada; Étude 90-1C, pages 331-338.
- ROY, G., 2014 – Symboles et abréviations de la carte géoscientifique. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec; DV 2014-06, 85 pages.
- ROY, M. – DELL'OSTE, F. – VEILLETTE, J.J. – DE VERNAL, A. – HÉLIE, J.-F. – PARENT, M., 2011 – Insights on the events surrounding the final drainage of Lake Ojibway based on James Bay stratigraphic sequences. *Quaternary Science Reviews*; volume 30, pages 682-692.
- SAWYER, E.W. – BENN, K., 1993 – Structure of the high-grade Opatica Belt and adjacent low-grade Abitibi Subprovince, Canada: an Archaean mountain front. *Journal of Structural Geology*; volume 15, pages 1443-1458.
- SHAW, G., 1944 – Moraines of late Pleistocene ice fronts near James Bay, Quebec. *Transactions of the Royal Society of Canada*; volume 38, pages 79-85.
- SIMARD, A., 1987 – Stratigraphie et volcanisme dans la partie orientale de la bande volcano-sédimentaire archéenne Frotet-Evans. Ministère des Ressources Naturelles, Québec; MB 87-17, 320 pages, 1 plan.
- VEILLETTE, J.J., 1988 – Déglaciation et évolution des lacs proglaciaires post-Algonquin et Barlow au Témiscamingue, Québec et Ontario. *Géographie physique et Quaternaire*; volume 42, pages 7-31.

- VEILLETTE, J.J., 1994 – Evolution and paleohydrology of glacial lakes Barlow and Ojibway. *Quaternary Science Reviews*; volume 13, pages 945-971.
- VEILLETTE, J.J., 1995 – New evidence for northwestward glacial ice flow, James Bay region, Québec. *Geological Survey of Canada; Current Research 1995-C*, pages 249-258.
- VEILLETTE, J.J., 1997 – Le rôle d'un courant de glace tardif dans la déglaciation de la baie James. *Géographie physique et Quaternaire*; volume 51, pages 141-161.
- 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.
- VEILLETTE, J.J. – ROY, M., 1995 – The spectacular cross-striated outcrops of James Bay, Québec. *Geological Survey of Canada; Current Research 1995-C*, pages 243-248.
- 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.
- VINCENT, J.-S. – HARDY, L., 1977 – L'évolution et l'extension des lacs glaciaires Barlow et Ojibway en territoire québécois. *Géographie physique et Quaternaire*; volume 31, pages 357-372.
- VINCENT, J.-S. – HARDY, L., 1979 – The evolution of glacial lakes Barlow and Ojibway, Québec and Ontario. *Geological Survey of Canada; Bulletin 316*, 18 pages.
- WILSON, J.T., 1938 – Glacial geology of part of north-western Quebec. *Transactions of the Royal Society of Canada*; volume 32, pages 49-59.

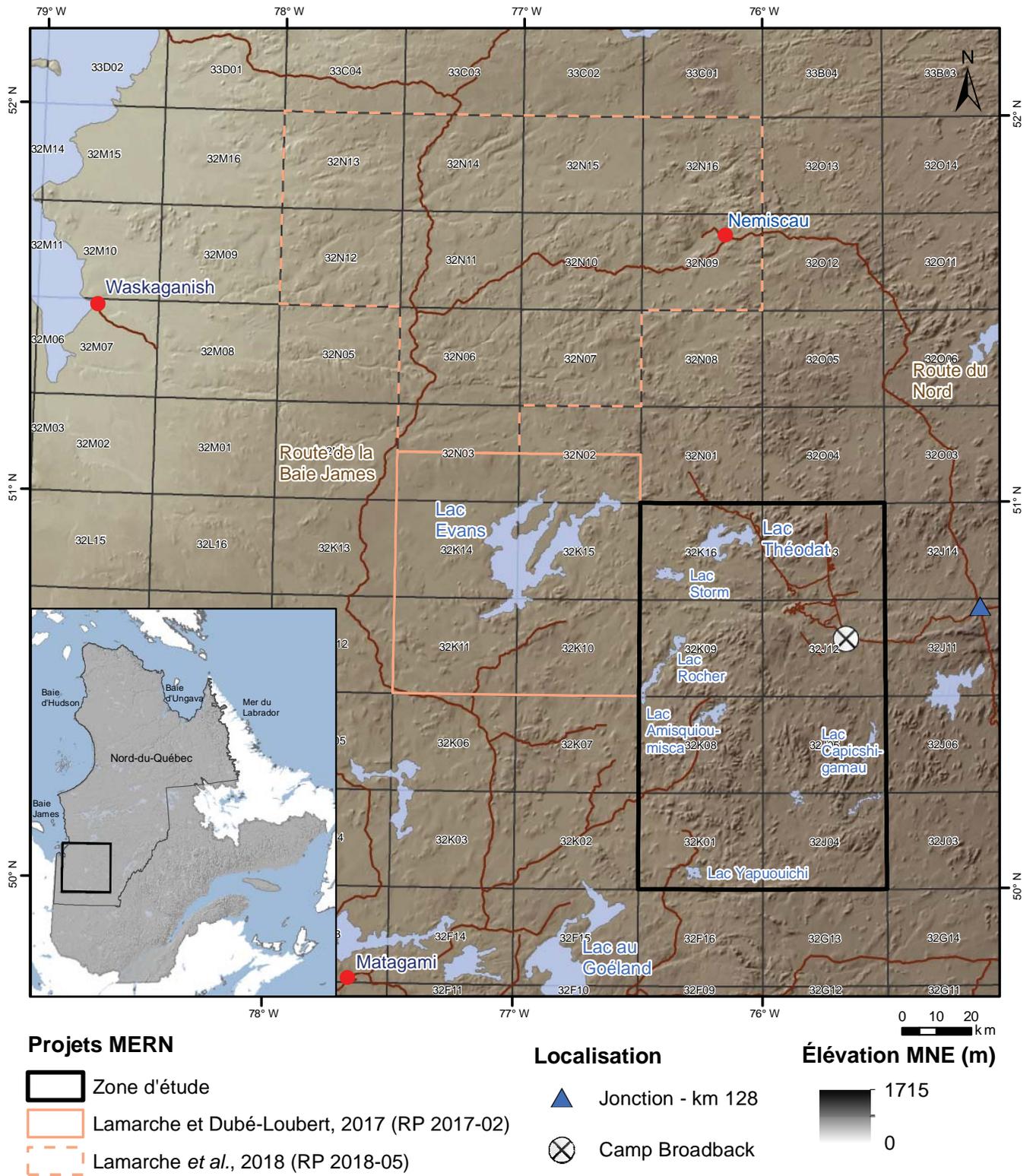


FIGURE 1 – Localisation et physiographie de la région d'étude. Le projet est adjacent au projet du Ministère mené par Lamarche et Dubé-Loubert en 2017 (RP 2017 02).

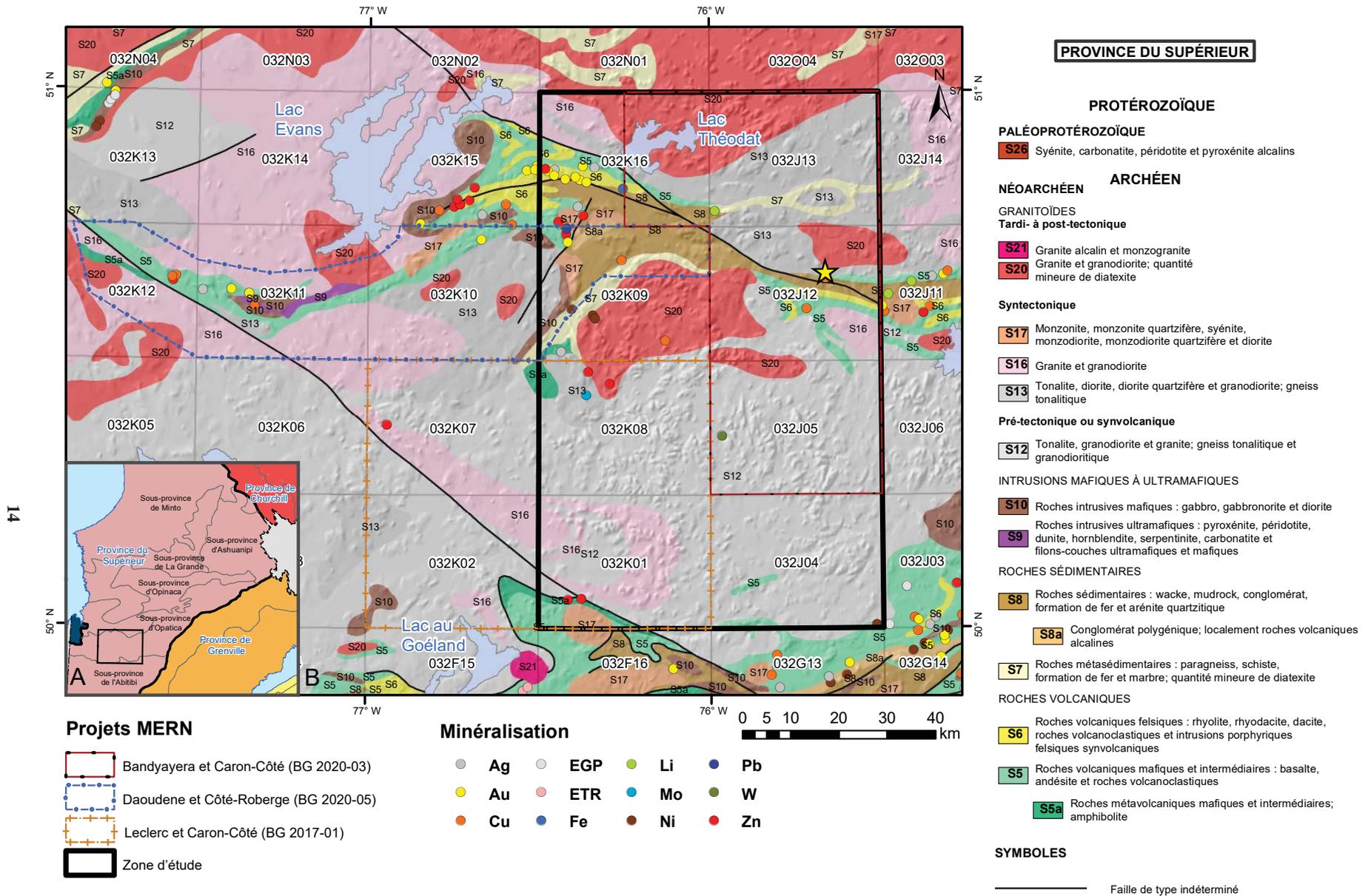
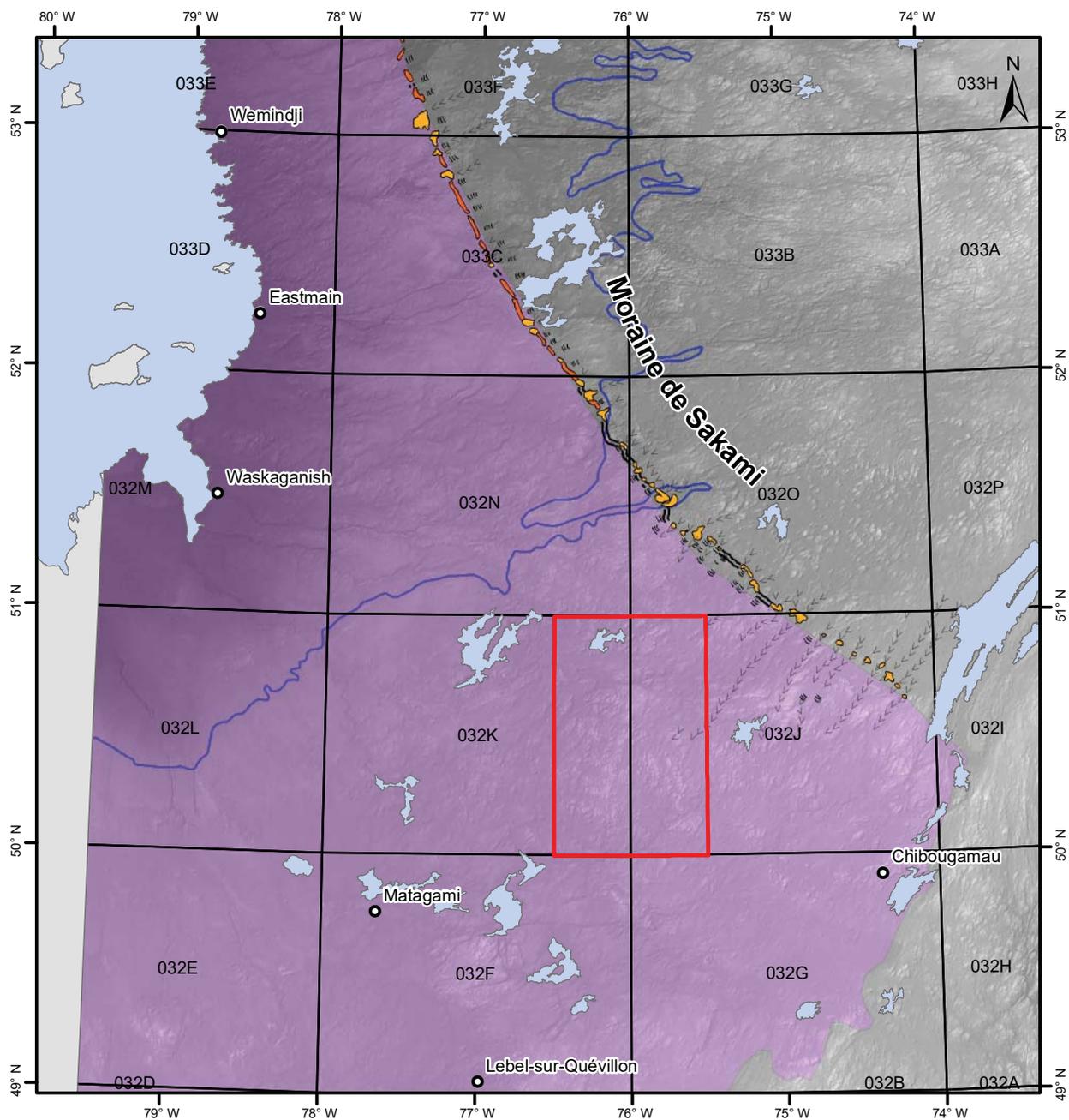
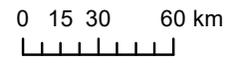


FIGURE 2 – Contexte géologique (modifié de Thériault et Beauséjour, 2012) et minéralisations du secteur d'étude. Les données à jour sont disponibles dans le SIGÉOM.



Invasion marine et lacustre



- Projet 2019
- Extension maximale du Lac Ojibway (Hardy, 1977)
- Extension maximale de la Mer de Tyrell (Hardy, 1982)

Faciès et géomorphologie associés à la Moraine de Sakami (Hardy, 1982)

- Crête dissymétrique de sédiments juxtaglaciaires (GxT)
- Épandage subaérien ou subaquatique
- Moraine de De Geer
- Esker
- Crête de till
- Crête évasée

FIGURE 3 – Principaux évènements du Quaternaire ayant affecté la région de la Baie-James.

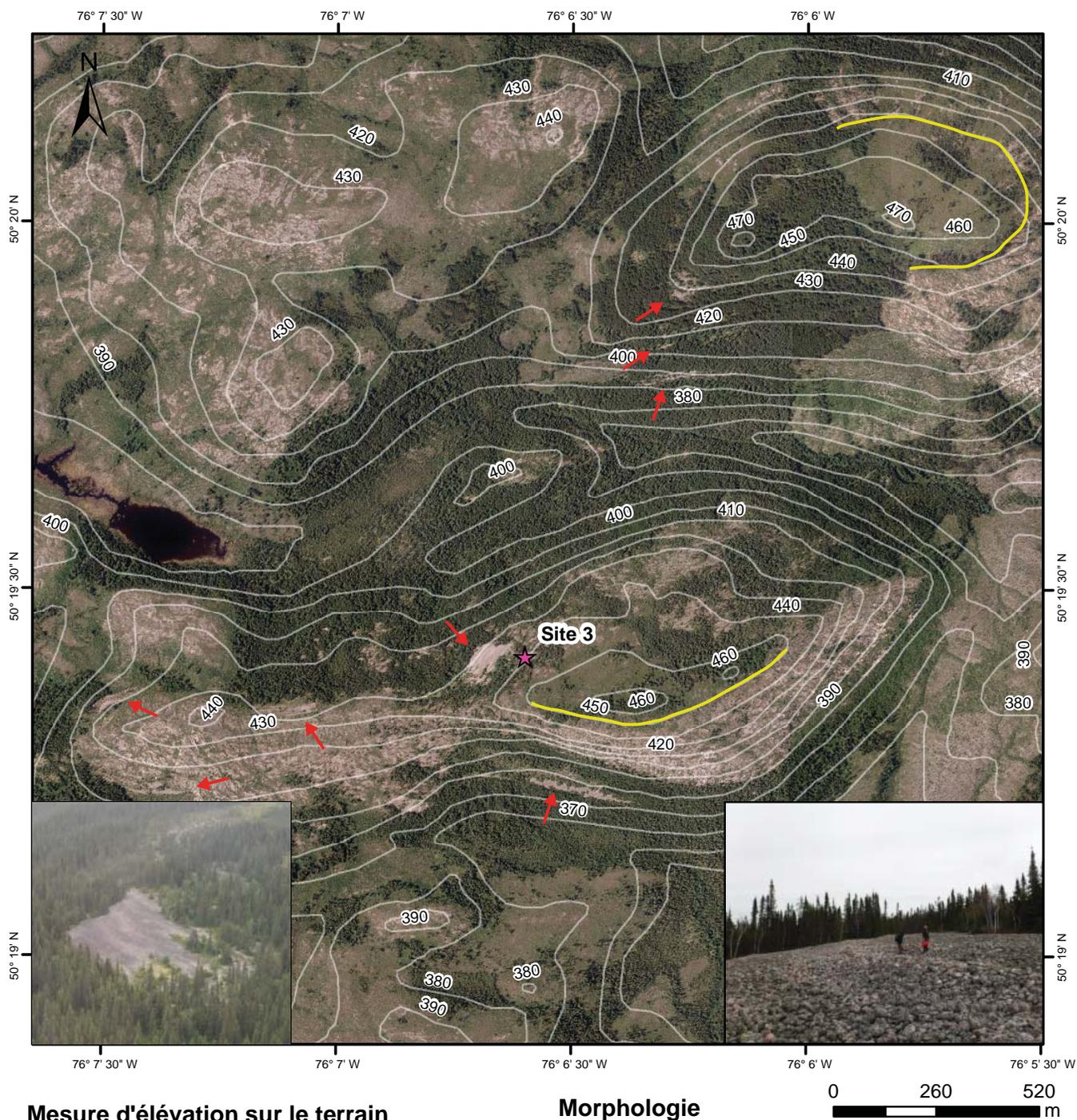


FIGURE 4 – Exemple d'un secteur marqué par le délavage littoral, typique de tout le secteur sud de la zone d'étude où le relief permet l'observation de ces évidences. Des photos du site 3 (tableau 1) sont présentées en mortaise.

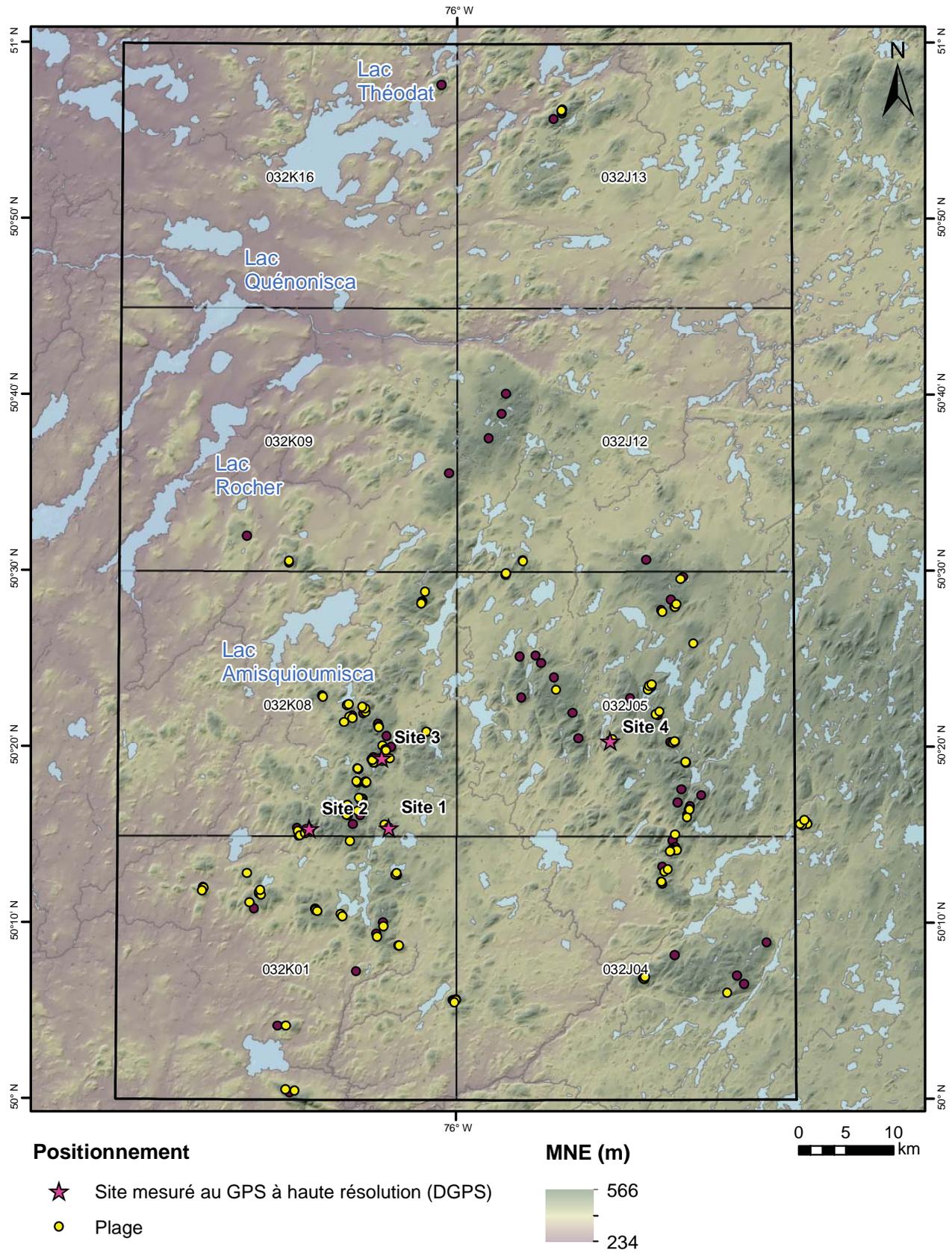
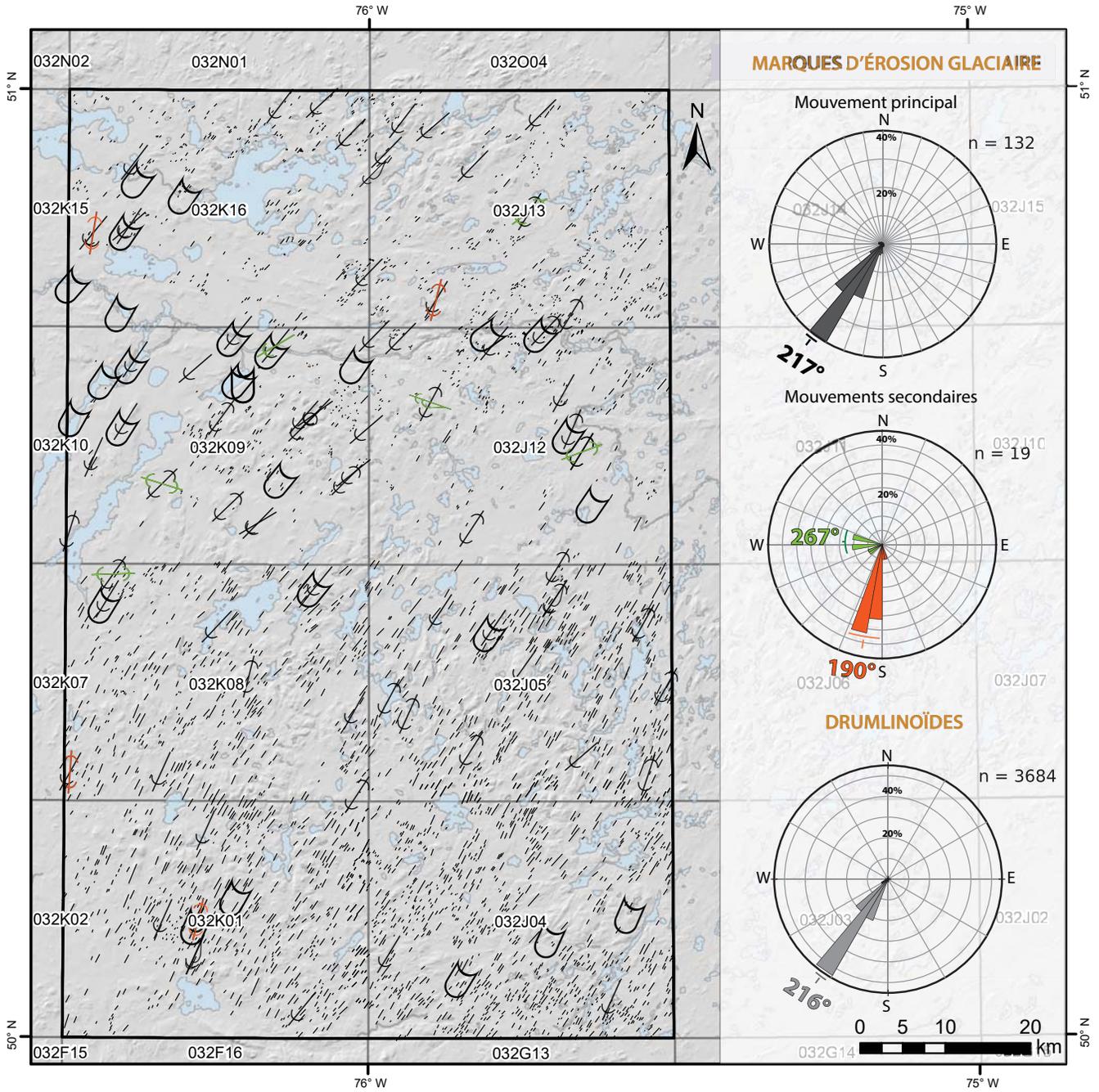


FIGURE 5 – Localisation des plages et des limites de délavage observées dans le secteur à l'étude.



Marques d'érosion glaciaire

- | | | | |
|--|-----------------|--|-------------------------------|
| | Cannelure | | Strie glaciaire, sens connu |
| | Roche moutonnée | | Strie glaciaire, sens inconnu |

Chronologie

- | | |
|---|----------------|
| | <i>In situ</i> |
| 2 | 1 : SSW |
| 3 | 2 : WNW |
| 1 | 3 : SW |

FIGURE 6 – Recensement des marques d'érosion glaciaire et des formes fuselées et chronologie relative des mouvements glaciaires.

PHOTOGRAPHIES

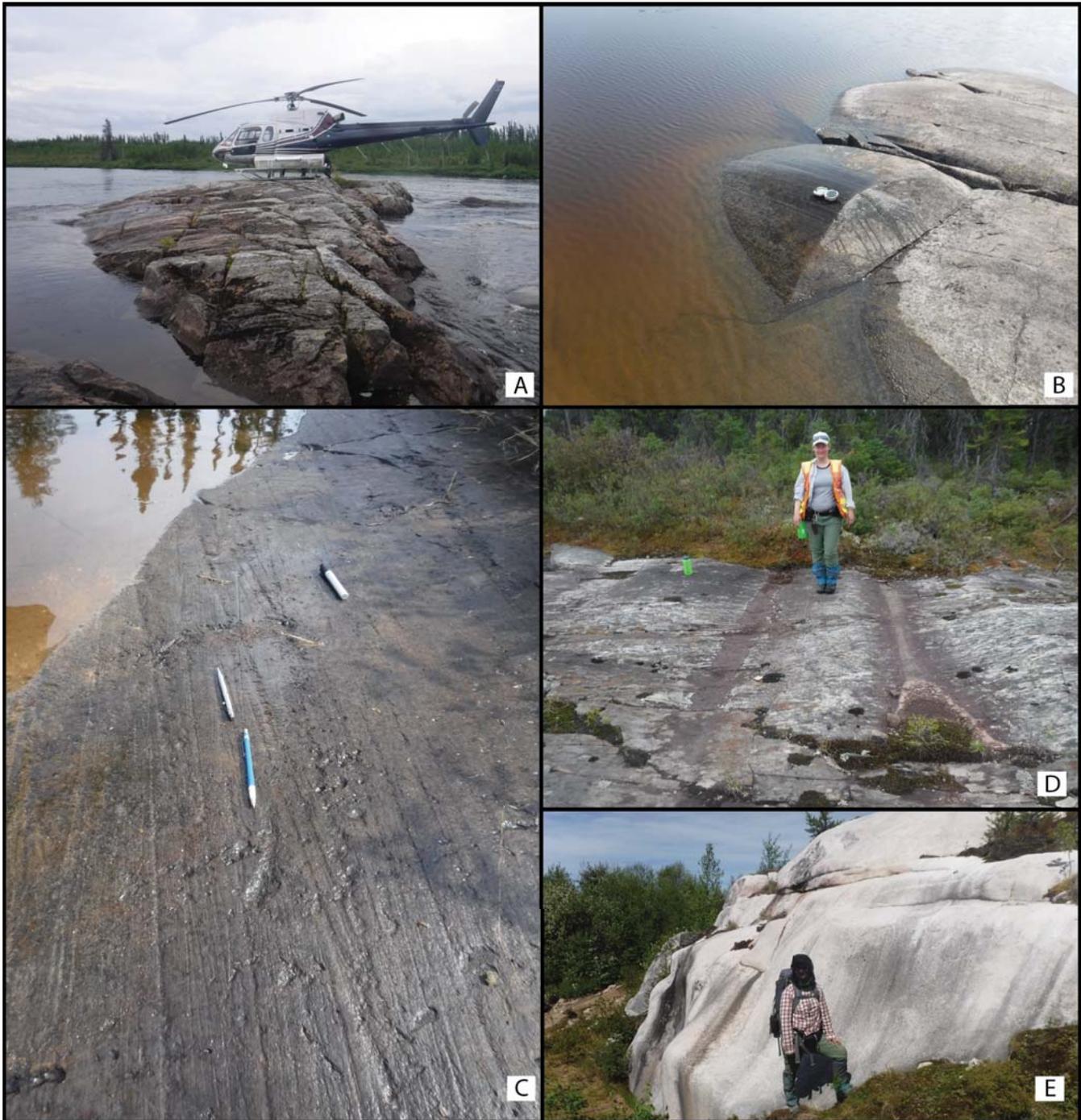


PHOTO 1 – Évidences d'érosion glaciaire observées sur le terrain : a) et b) roches moutonnées sur la rivière Broadback (station 19SH140, 32K01, orientation 235°; station 19MA169, 32K09, orientation 220°); c) recoupement de cannelures où le mouvement 220° (crayon bleu) recoupe un mouvement orienté 210° (pointe de tungstène et crayon marqueur en arrière-plan; station 19MA168, 32K09); d) cannelures géantes (station 19SH009, 32K16, orientation 215°); e) affleurement rocheux sculpté par l'eau de fonte sous-glaciaire (station 19MA044, 32K09).

PHOTOGRAPHIES



PHOTO 2 – Coupes présentant : a) et b) un till de fond non remanié (station 19MA072, 32K08; station 19SH080, 32J12); c) et d) un till remanié (station 19SH106, 32K09). Contrairement au till de fond sablo-silteux grisâtre, le till remanié demeure oxydé jusqu'à environ 1 m de profondeur en raison de la plus grande porosité du matériel associée au lessivage des particules fines.



PHOTO 3 – a) Trainée morainique fuselée orientée vers le SW, remaniée en surface par la marge glaciaire menant à la formation de moraines de De Geer orientées NW-SE (station 19MA028, 32K16); b) trainée morainique derrière abri (*crag and tail*). La flèche indique le sens de l'écoulement glaciaire (SW); c) échantillonnage du sommet d'un esker orienté SW.

PHOTOGRAPHIES

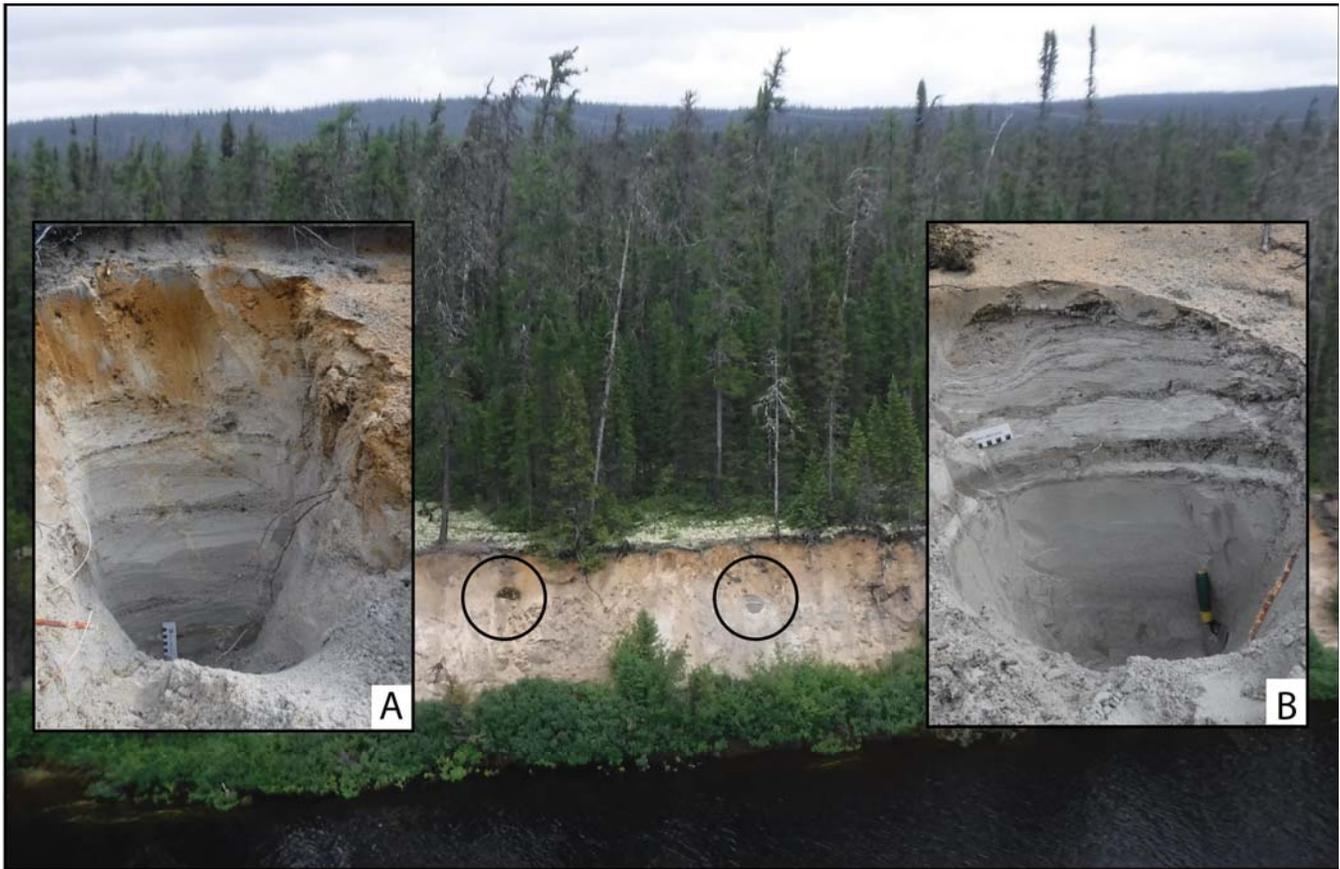


PHOTO 4 – Épandage proglaciaire subaquatique (Gs) en bordure de la rivière Broadback (station 19SH142, 32J12) : a) le dépôt en surface est composé de sable moyen à grossier, stratifié horizontalement alternant avec des lits graveleux; b) le matériel s'affine graduellement en profondeur et l'on y observe une alternance de sable fin à très fin et de lits silteux.

PHOTOGRAPHIES



PHOTO 5 – Moraines de De Geer : a) structures orientées NW-SE sur un substrat de till (station 19SH137, 32J12); b) formant de petites crêtes de 1 à 3 m de hauteur (19SH114, 32J12); c) la composition des moraines De Geer reflète la composition du matériel environnant, dans ce cas-ci un till remanié par l'action des eaux glaciolacustres.



PHOTO 6 – a) Sédiments d'épandage subaquatique éolinisés (Ed) à proximité de la rivière Broadback (station 19SH143, 32J12); b) par endroits, les dépôts sont dépourvus de végétation en surface et c) sont composés de sable fin à très fin.

TABLEAUX

TABLEAU 1 : Localisation et mesures d'élévation de quatre sites présentant des plages glaciolacustres.

Station	Feuillet SNRC	Niveau	GPS**				MNE		
			Zone UTM NAD83	Estant	Nordant	Élévation (m)	ETV*** (m)	Identifiant Plage	Élévation (m), ±5 m
19SH003	32K08	1	18	421641	5567860	426	0,793	65	426
		2		421644	5567830	423	0,877	- *	424
19SH004	32K08	1	18	413286	5567840	426	0,747	61	429
		2		413318	5567790	421	0,869	60	422
19SH005	32K08	1	18	420987	5575180	444	0,874	25	445
		2		420955	5575190	439	0,752	26	438
		3		420924	5575200	436	0,705	- *	435
		4		420887	5575200	433	0,714	- *	433
		5		420850	557518	431	0,749	27	430
19SH006	32J05	1	18	445056	5576730	399	0,762	80	399

* Lorsque des plages sont situées très près les unes des autres, seule la plus marquée est indiquée ici étant donné l'erreur verticale associée au modèle numérique d'élévation (MNE)

** Récepteur GPS différentiel de marque Sxblue

*** ETV : écart type vertical

TABLEAU 2 : Stratigraphie des dépôts meubles du secteur d'étude. Les épaisseurs sont estimées d'après les observations et les données de forages disponibles dans le SIGÉOM.

Période	Époque	Étage	Type de dépôt	Composition	Épaisseur maximale (m)	Pourcentage de superficie (%)	Localisation des dépôts	Morphologies associées			
Quaternaire	Holocène	Postglaciaire	Éolien (Ed)		Sable fin et très fin	10	< 0,1	Plaines alluviales dépourvues de végétation	Dunes		
			Dép. d'éboulis (Ce)		Diamicton	5	< 0,1	Au pied de versants abrupts	Cônes de déjection		
			Organique (O)		Tourbe, éléments minéraux	≥ 10	18	Dispersés	Tourbières réticulées		
			Alluvial (Ap, At, Ax)		Silt, sable, matière organique	5	2,8	Vallées fluviales	Barres alluviales, chenaux, terrasses fluviales, etc.		
			Lacustre	Indifférencié (L)		Silt, argile	-	9	Lacs actuels	-	
		Littoral (Lb)		Sable	2	Cordons littoraux, tombolos, plages					
		Wisconsinien	Glaciolacustre	Littoral (LGb)		Sable, sable silteux, gravier sableux, blocs	0,5 à 1,5	5	Transitionnels aux sédiments d'eau profonde, comblent le fond des vallées des hauts plateaux	Gradins d'érosion glaciolacustre, crêtes de plage, plages de blocs, limites glaciolacustres	
				Sédiments d'eau profonde (LGa)		Silt, rythmites argilo-silteuses, varves	< 10	7	Trouvés majoritairement dans les basses terres (secteur ouest; 32K) où ils comblent le fond des vallées	Ravinements mineurs	
			Fluvioglaciale	Épandage subaérien (Go)		Sable, gravier et cailloux oxydés	10	< 0,1	Comblement de creux topographiques à proximité des dépôts juxtaglaciacaires	Chenaux proglaciaires, kettles	
				Épandage subaquatique (Gs)		Sable, gravier	10	2		Chenaux proglaciaires	
				Juxtaglaciale (Gx)		Sable, gravier, blocs	> 40	2	Dans les corridors fluvioglaciacaires NE-SW	Eskers, kettles, kames	
				Juxtaglaciale - morainique (GxT)		Sable, gravier, blocs, diamicton	10	0,5	Segments orientés majoritairement WNW-ESE	Crêtes morainiques mineures	
			Glaciaire	Till remanié (Tr) et mince (Tm)		Diamicton à matrice sableuse	2	13,4	Dans les secteurs situés à proximité de la limite glaciolacustre	Champs de blocs	
	Till délavé (Td)			< 0,1	Au-delà de la limite glaciolacustre			Chenaux d'eau de fonte			
	Till de fond	Till continu (Tc)		Diamicton sablo-silteux	≥ 30	32,4	Couvrent l'ensemble du territoire	Traînées morainiques fuselées, moraines variées, champs de blocs, chenaux variés			
		Till fuselé (Ts)						2	Dispersés	Traînées morainiques fuselées	
		Till côtelé (To)						< 0,1	Moraines de Rogen		
Till discontinu (Tm)		< 1	7					À proximité des sommets locaux	Affleurements rocheux		
Archéen et Protérozoïque			Substrat rocheux (R)			1,3	Sommets locaux	Escarpements rocheux, affleurements isolés			

ANNEXE

ANNEXE : Localisation et mesures d'élévation extraites du modèle numérique de terrain pour les plages et les limites maximales de délavage observées dans le secteur d'étude.

Plages de blocs					Limites de délavage supérieures				
Identifiant	Élévation (m)	Estant	Nordant	Zone UTM	Identifiant	Élévation (m)	Estant	Nordant	Zone UTM
0	433	411522	5596096	18	200	456	439915,2	5642256	18
1	433	425505	5591670	18	201	446	434529,5	5613401	18
2	427	425395	5591594	18	202	453	417914,8	5579727	18
3	421	425396	5591483	18	203	455	419109,3	5579922	18
4	417	425353	5591448	18	204	450	420628,8	5578793	18
5	430	425791	5592677	18	205	450	421999	5576395	18
6	435	414825	5581856	18	206	455	421209	5575092	18
7	432	414891	5581724	18	207	449	418453,5	5572696	18
8	385	417405	5580842	18	208	447	417362,7	5569223	18
9	386	417595	5580933	18	209	450	418689,2	5569194	18
10	440	417663	5579617	18	210	448	418920,8	5570811	18
11	450	417946	5579460	18	211	445	412855,3	5567751	18
12	429	419369	5580083	18	212	448	417844,6	5568262	18
13	419	419336	5580438	18	213	440	451613,6	5591532	18
14	446	420701	5578546	18	214	447	450580,6	5590414	18
15	440	420722	5578475	18	215	442	449052,4	5595729	18
16	438	421091	5576501	18	216	442	449434,3	5582391	18
17	439	421380	5576099	18	217	446	447200,7	5581175	18
18	443	421406	5576133	18	218	447	450118,8	5579386	18
19	401	421381	5575880	18	219	449	451395,7	5576490	18
20	428	421421	5576006	18	220	449	453373,4	5569719	18
21	420	421440	5575970	18	221	451	453061	5568810	18
22	445	420982	5575168	18	222	451	452058,6	5570167	18
23	436	420910	5575179	18	223	450	452469	5571501	18
24	433	420859	5575177	18	224	448	454561,8	5570849	18
25	429	420378	5575060	18	225	442	451503,3	5566154	18
26	420	419938	5575083	18	226	453	407367,8	5559572	18
27	420	420072	5574854	18	227	446	420190,4	5556720	18
28	407	420158	5574759	18	228	447	420918,5	5557871	18
29	412	420130	5574772	18	229	448	450387,4	5561594	18
30	413	420131	5574786	18	230	447	450409,4	5563372	18
31	429	419967	5574973	18	231	452	451759,3	5565461	18
32	435	420030	5574998	18	232	444	458839,7	5550940	18
33	393	421027	5574867	18	233	445	410867,3	5540101	18
34	391	421872	5575164	18	234	442	451541,4	5554082	18
35	440	425727	5577920	18	235	442	458084,6	5551860	18
36	449	418409	5572716	18	236	441	461262,1	5555296	18
37	440	418336	5572792	18	237	449	465566,1	5567916	18
38	432	419269	5572633	18	238	447	437886,8	5584972	18
39	431	419259	5572756	18	239	449	441689,6	5577013	18
40	435	419299	5572739	18	240	449	441128	5579685	18
41	439	419328	5572722	18	241	449	439221,1	5583452	18
42	440	419358	5572711	18	242	454	435764,3	5581422	18
43	412	418440	5574145	18	243	449	435634	5585733	18
44	415	418460	5574136	18					
45	443	417210	5569252	18					
46	429	418407	5569685	18					
47	442	417316	5570311	18					
48	435	418958	5570942	18					
49	442	418860	5570931	18					
50	438	418870	5570959	18					
51	440	418738	5570839	18					
52	420	418566	5571051	18					
53	386	412079	5567660	18					

ANNEXE

ANNEXE : Localisation et mesures d'élévation extraites du modèle numérique de terrain pour les plages et les limites maximales de délavage observées dans le secteur d'étude.

Plages de blocs				
Identifiant	Élévation (m)	Estant	Nordant	Zone UTM
54	393	412312	5567137	18
55	421	413309	5567785	18
56	429	413273	5567833	18
57	397	412817	5567426	18
58	411	413052	5567807	18
59	426	421227	5568210	18
60	426	421656	5567862	18
61	419	451993	5590795	18
62	416	451984	5590708	18
63	413	452045	5590717	18
64	425	452178	5591017	18
65	411	450717	5590238	18
66	406	452649	5593645	18
67	414	436144	5595775	18
68	429	434247	5594315	18
69	417	434314	5594478	18
70	404	449079	5582080	18
71	400	449226	5582453	18
72	411	449497	5582606	18
73	409	449863	5579449	18
74	403	450262	5579719	18
75	400	445050	5576756	18
76	392	445270	5576902	18
77	436	451659	5576444	18
78	426	451856	5576551	18
79	431	451813	5576563	18
80	451	453251	5569399	18
81	446	453299	5569417	18
82	438	453338	5569400	18
83	432	453067	5568572	18
84	407	451755	5566758	18
85	427	451710	5565128	18
86	440	451420	5565205	18
87	432	451374	5565080	18
88	424	451888	5565116	18
89	419	406677	5563252	18
90	412	402005	5561846	18
91	420	402072	5561772	18
92	433	401950	5561526	18
93	423	406898	5560166	18
94	430	407914	5561274	18
95	426	408126	5560935	18
96	430	417537	5566516	18
97	415	422301	5562892	18
98	390	422411	5563060	18
99	423	413788	5559418	18
100	435	413819	5559293	18
101	427	414004	5559154	18
102	419	416482	5558847	18
103	389	416662	5558615	18
104	390	420254	5556420	18
105	404	420929	5557509	18
106	431	422521	5555455	18
107	434	422598	5555450	18
108	412	428170	5549608	18
109	420	428359	5549601	18

ANNEXE

ANNEXE : Localisation et mesures d'élévation extraites du modèle numérique de terrain pour les plages et les limites maximales de délavage observées dans le secteur d'étude.

Plages de blocs				
Identifiant	Élévation (m)	Estant	Nordant	Zone UTM
111	418	428308	5549588	18
112	414	428519	5549628	18
113	392	428352	5549383	18
114	431	450256	5561805	18
115	434	450276	5561792	18
116	387	450586	5562881	18
117	388	450950	5563133	18
118	425	451221	5565011	18
119	439	448221	5551671	18
120	437	448204	5551700	18
121	432	448314	5551620	18
122	397	448416	5551849	18
123	389	457050	5550074	18
124	456	440849	5643250	18
125	439	440791	5642856	18
126	443	440759	5643025	18
127	451	440758	5643165	18
128	409	417082	5579044	18
129	427	410419	5540464	18
130	382	411388	5540304	18
131	401	465698	5567690	18
132	418	465151	5567564	18
133	398	464949	5567686	18
134	405	465377	5568131	18
135	424	453004	5574341	18
136	433	452956	5574396	18
137	405	453956	5586866	18
138	427	439437	5582165	18
139	402	419031	5580648	18
140	386	408065	5561500	18
141	381	410557	5547125	18

