



**Inventaire des ressources en granulats
de la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean
(SNRC 22005 à 22007, 22010 à 22014, 32A01,
32A08 à 32A10, 32A15, 32A16 et 32H01)**

RP 2023-03

André Brazeau et Hugo Dubé-Loubert

DOCUMENT PUBLIÉ PAR LA DIRECTION GÉNÉRALE DE GÉOLOGIE QUÉBEC

Direction générale

Marc Leblanc

Direction de l'acquisition des connaissances géoscientifiques

Andrea Amortegui

Direction de l'information géologique et de la promotion

Patrice Roy, géo.

Direction du soutien administratif, logistique et matériel

Robert Thériault

Lecture critique

Olivier Lamarche, géo.

Auteur

André Brazeau, ing. et Hugo Dubé-Loubert, géo.

Édition

Claude Dion, ing.

Graphisme

André Tremblay

Photo de couverture : Face de 3 à 6 m de hauteur formée de galets et de cailloux subarrondis dans une matrice sableuse exploitée pour la production de MG-20 (site 278, 22D13).

Photo de couverture (endos) : Delta-kame à Métabetchouan -Lac-à-la-Croix. Vue des sites 141 et 142 (22D05).

Inventaire des ressources en granulats de la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean (SNRC 22D05 à 22D07, 22D10 à 22D14, 32A01, 32A08 à 32A10, 32A15, 32A16 et 32H01)

André Brazeau et Hugo Dubé-Loubert (MRNF)

RP 2023-03

Résumé

L'inventaire des ressources en granulats de la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean (feuilles SNRC 22D05 à 22D07, 22D10 à 22D14, 32A01, 32A08 à 32A10, 32A15, 32A16 et 32H01) a été effectué au cours des étés 2019 et 2020. Ce rapport contient la localisation, la description et l'évaluation des ressources en sable et gravier de la région.

Les granulats de la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean sont dérivés des roches précambriennes de la Province de Grenville et, en plus faible proportion, des roches sédimentaires ordoviciennes de la Plate-forme du Saint-Laurent. Les granulats grossiers sont constitués principalement de fragments de diorite, de granodiorite, de granite, de syénite, de gabbro, d'anorthosite, de granitoïdes et de divers types de gneiss. Des fragments de roches sédimentaires (calcaire de dureté variable, shale calcaireux, calcaire argileux) sont aussi couramment rencontrés au sud du lac Saint-Jean.

Dans la zone d'étude, les dépôts susceptibles de fournir du sable et du gravier sont principalement d'origine marine (littoral et deltaïque) et fluvioglaciaire. Ils sont surtout concentrés sur la plaine côtière le long du lac Saint-Jean et dans les vallées des principales rivières de la région. L'épaisseur des dépôts varie en moyenne de 3 à 5 m, mais elle dépasse 10 m en de nombreux endroits. Les réserves de sable et de gravier du secteur sont importantes. Plusieurs dépôts sont déjà en exploitation ou ont fait l'objet d'exploitation par le passé.

Lors des travaux de terrain, 761 sites d'exploitation et 129 sites d'observation ont été visités et décrits. Durant ces visites, 78 échantillons ont été prélevés pour analyse afin de déterminer les caractéristiques physico-mécaniques des granulats.

Les ressources en granulats de la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean sont relativement abondantes. Les résultats des analyses ont permis de déterminer que la qualité des matériaux est généralement très bonne. Ces matériaux peuvent donc être utilisés dans plusieurs ouvrages routiers et d'infrastructure de nature diverse. Cependant, il demeure important d'échantillonner et de bien caractériser la source d'approvisionnement avant d'employer ces matériaux pour un usage donné. Bien que les réserves naturelles en granulats soient importantes, les producteurs de la région se tournent de plus en plus vers l'exploitation en carrière afin d'assurer une stabilité et une homogénéité dans la qualité des matériaux produits.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.....	5
Localisation.....	5
Méthode d’inventaire.....	5
Remerciements.....	6
CONTEXTE GÉOLOGIQUE.....	7
Géologie du substratum rocheux.....	7
Géologie du Quaternaire.....	7
Enregistrements sédimentaires du Quaternaire et sources de matériau granulaire.....	8
Till en couverture continue (Tc) et Till mince (Tm).....	8
Till d’ablation et till remanié (Tr).....	8
Sédiments fluvioglaciers (Gx, Gs et Go).....	9
Sédiments juxtaglaciers (Gx).....	9
Épandage subaquatique (Gs).....	10
Épandage subaérien (Go).....	10
Sédiments glaciolacustres littoraux (LGb) et deltaïques (LGd).....	10
Sédiments glaciomarins littoraux et deltaïques.....	11
Sédiments alluviaux (Ap, At, Ax).....	11
Sédiments éoliens (Ed).....	11
Sédiments organiques (O).....	11
RÉSULTATS.....	12
Caractéristiques physico-mécaniques des granulats.....	12
Principales sources de granulats de la région.....	13
CONCLUSIONS.....	23
RÉFÉRENCES.....	23
FIGURES.....	25
PHOTOGRAPHIES.....	28
DOSSIER « AUTRES DONNÉES NUMÉRIQUES » :	
TABLEAU 4 : ANALYSE ET NOMBRE PÉTROGRAPHIQUE	
TABLEAU 5 : ÉVALUATION PÉTROGRAPHIQUE LORS DES VISITES DE TERRAIN	
TABLEAU 6 : PROPRIÉTÉS PHYSICO-MÉCANIQUES DES GRANULATS DE LA RÉGION DU SAGUENAY–LAC-SAINT-JEAN	
TABLEAU 7 : SITES DE GRANULATS DE LA RÉGION DU SAGUENAY–LAC-SAINT-JEAN	
HORS TEXTE : INVENTAIRE DES RESSOURCES EN GRANULATS DE LA RÉGION DU SAGUENAY–LAC-SAINT-JEAN (SNRC 22D05, 22D12, 32A01, 32A08, 32A09, 32A10) RP 2023-03 C01	
HORS TEXTE : HORS TEXTE : INVENTAIRE DES RESSOURCES EN GRANULATS DE LA RÉGION DU SAGUENAY–LAC-SAINT-JEAN (SNRC 22D06, 22D07, 22D10, 22D11) RP 2023-03 C02	
HORS TEXTE : INVENTAIRE DES RESSOURCES EN GRANULATS DE LA RÉGION DU SAGUENAY–LAC-SAINT-JEAN (SNRC 22D13, 22D14, 32A15, 32A16, 32H01) RP 2023-03 C03	

INTRODUCTION

Ce rapport fait suite aux travaux d'inventaire des ressources en granulats effectués par le ministère des Ressources naturelles et des Forêts (MRNF) au cours des étés 2019 et 2020. Il contient la localisation, la description et l'évaluation des ressources en sable et gravier de la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean. Les résultats de ces travaux d'inventaire sont aussi disponibles dans la base de données du SIGÉOM à : https://sigeom.mines.gouv.qc.ca/signet/classes/I1102_aLaCarte#GRANU. Ce rapport ainsi que toutes les données numériques qui s'y rapportent sont offerts gratuitement dans le fonds documentaire EXAMINE à l'adresse suivante : https://sigeom.mines.gouv.qc.ca/signet/classes/I1103_index?l=F&format=COMPLETE&mode=NOUVELLE&entt=LG&type_reqt=U&alias_table_crit=EXADOC&mnen_crit=NUMR_RAPR&oper_crit=EGAL&valr_crit=RP%202023-03

Localisation

La région du Saguenay–Lac-Saint-Jean est située à environ 200 km au nord de la ville de Québec. La zone à l'étude est limitée par les longitudes 69° 30' et 67° 30' et par les latitudes 48° et 48° 45' et couvre en partie ou en totalité les feuillettes SNRC 22D05 à 22D07, 22D10 à 22D14, 32A01, 32A08 à 32A10, 32A15, 32A16 et 32H01 (figure 1).

En 2022, la région comptait environ 280 000 habitants (ISQ, 2020) avec ville de Saguenay (147 400 habitants) comme principale agglomération. Parmi les autres localités, mentionnons les municipalités d'Alma (31 000), Dolbeau-Mistassini (14 000), Saint-Félicien (10 200), La Doré (1300), Roberval (9900), Saint-Fulgence (2200), Saint-Honoré (6200), Saint-David-de-Falardeau (2950), Saint-Ludger-de-Milot (650), Métabetchouan–Lac-à-la-Croix (3950) et Lac-Bouchette (1200).

Ces diverses localités sont reliées par un réseau routier constitué de routes principales et secondaires qui donnent accès à toutes les parties de la région. Les nombreux chemins forestiers ont aussi permis de se rendre dans de nombreux secteurs plus éloignés.

Le bassin hydrographique du Saguenay–Lac-Saint-Jean comprend deux sous-bassins versants : celui du lac Saint-Jean à l'ouest et celui du Saguenay à l'est.

Le bassin versant du lac Saint-Jean comprend de nombreux tributaires généralement orientés N-S. Au nord du territoire, les rivières Péribonka (Petite rivière Péribonka, rivières Saint-Ludger et Alex), Mistassini (rivières aux Rats et Mistassibi) et Ashuapmushuan (rivières Pémonca, au Doré et aux Saumons) représentent les principaux cours d'eau qui débouchent au NW du lac Saint-Jean. Au sud, on dénombre les rivières Métabetchouan et Ouiatchouan et la Belle Rivière. Les principaux plans d'eau, outre le lac Saint-Jean, sont les lacs des Commissaires, Bouchette, de la Belle Rivière et Tchitogama.

La rivière Saguenay constitue l'exutoire du bassin versant du lac Saint-Jean et forme le principal affluent du bassin versant du Saguenay. La rivière Saguenay s'écoule selon un axe WNW-ESE, sur une distance d'environ 160 km avant de se déverser dans le fleuve Saint-Laurent. Cette rivière est alimentée par plusieurs affluents généralement orientés N-S à l'exception de la rivière Sainte-Marguerite d'orientation générale WNW-ESE. Les principaux sous-bassins sont ceux des rivières Chicoutimi, Shipshaw, Sainte-Marguerite, Valin, Ha! Ha! et à Mars. Les plans d'eau les plus importants sont les lacs Kénogami, La Mothe, Sébastien, Labrecque, Jalobert et Le Breton.

Méthode d'inventaire

Le présent inventaire se veut un outil de base pour les exploitants à la recherche de nouvelles sources d'approvisionnement en granulats qui permet d'identifier des cibles potentielles pour ces matériaux. Il vise aussi à aider les planificateurs à bien connaître l'étendue et l'ampleur des ressources en granulats de leur région en vue d'une meilleure gestion du territoire et d'une exploitation rationnelle de ces ressources non renouvelables. La méthode d'inventaire ainsi

TABLEAU 1 : Critères d'évaluation et pointage des dépôts

ÉPAISSEUR DU DÉPÔT (7 points)	
Épaisseur	Points
plus de 8 m	7
entre 6 et 9 m	6
entre 5 et 8 m	5
entre 4 et 6 m	4
entre 3 et 5 m	3
entre 2 et 4 m	2
< 3 m	0
QUALITÉS DES GRANULATS (13 points)	
Critère	Points
% de fines < 8 %	5
% de fines > 10 %	3
% de fines > 8 %	0
% de blocs < 15 %	2
Micro-Deval / Los Angeles / NP	
< 15 / < 35 / < 135	6
15 à 25 / < 45 / 135 à 155	4
25 à 40 / < 50 / 155 à 200	2
> 40 / >50 / > 200	0
EXPLOITABILITÉ DU DÉPÔT (15 points)	
Critère	Points
Prof. nappe phréatique > 3 m	8
Accès (chemin, etc.)	2
Découverte < 1 m	3
Homogénéité du dépôt	
Très hétérométrique	0
Partiellement hétérométrique	1
Très homométrique	3

que plusieurs informations pertinentes à la compréhension de ce rapport sont décrites dans Brazeau (1993).

Les dépôts de la région ont été évalués à l'aide d'un système de pointage (tableau 1). Les points sont attribués aux dépôts en fonction de trois critères : l'épaisseur moyenne (7 points), la qualité des granulats (13 points) et l'exploitabilité (15 points). Ces points sont ensuite cumulés sur un total de 35. Le total des points permet de déterminer la classe du dépôt, soit 1, 2 ou 3.

L'épaisseur moyenne du dépôt est estimée à l'aide des hauteurs des faces observées dans plusieurs des sites visités, des données de forage disponibles, par photo-interprétation et à l'aide des données LiDAR.

La qualité des granulats est évaluée à partir des observations de terrain et à l'aide d'analyses en laboratoire. Lors des visites de terrain, un examen rapide des granulats permet d'estimer sommairement leur pétrographie, leur dureté et leur altération. Les analyses en laboratoire servent à déterminer plus précisément la granulométrie et les propriétés physico-mécaniques des matériaux.

Les granulats doivent répondre à des normes de qualité selon les différents usages. Le ministère des Transports du Québec (MTQ, 2007) a défini six catégories pour les granulats grossiers et trois catégories pour les granulats fins (la catégorie 1 représentant la catégorie la plus exigeante, donc nécessitant des granulats de meilleure qualité). Ces catégories ont été définies selon les caractéristiques intrinsèques des granulats. Pour les matériaux grossiers, ces caractéristiques sont la résistance à l'usure et aux chocs déterminée par les essais Micro-Deval humide et Los Angeles. Pour les sables, il s'agit de la résistance à l'usure et la friabilité. Ces catégories sont décrites aux tableaux 2 et 3.

Les critères d'exploitabilité du dépôt sont : l'accessibilité, l'homogénéité, l'épaisseur du dépôt ainsi que la profondeur de la nappe phréatique. Ce dernier critère s'avère le plus important, car pour des raisons économiques et environnementales, l'exploitation d'un dépôt devient très hasardeuse lorsque la nappe affleure en surface. Une profondeur minimale de 3 m est considérée comme acceptable.

Les dépôts de classe 1 sont ceux ayant récolté entre 31 et 35 points selon les critères d'évaluation. Ces dépôts, qui sont généralement en exploitation, représentent les principales sources d'approvisionnement en sable et en gravier de la région. Leur épaisseur est généralement supérieure à 5 m et la qualité des matériaux est généralement bonne. Ils ont habituellement été visités ou sondés afin de confirmer la quantité et la qualité des granulats. Ces dépôts ne devraient présenter aucune difficulté majeure d'exploitation.

Les dépôts de classe 2 ont cumulé entre 25 et 30 points. Ils constituent de bonnes sources d'approvisionnement en granulats. En général, leur épaisseur varie de 3 à 5 m et la qualité des matériaux est bonne à moyenne. L'exploitation de ces dépôts ne devraient également présenter aucune difficulté majeure.

Les dépôts de classe 3 ont totalisé entre 15 et 24 points. Ces dépôts ont généralement moins de 3 m d'épaisseur. La qualité des granulats est souvent mauvaise (mauvaises propriétés physico-mécaniques) en raison d'une proportion élevée de particules fines. Leur exploitation peut être difficile à cause de leur faible épaisseur, de leur hétérogénéité, de la présence importante de blocs ou à cause de la proximité de la nappe phréatique.

Les dépôts avec moins de 15 points sont rejetés et ne sont pas considérés comme des ressources en granulats dans le cadre de cet inventaire.

Remerciements

Nous tenons à remercier les personnes qui ont pris part aux différentes étapes de la réalisation du projet. Tout d'abord, merci aux stagiaires en géologie Charles-William Couture et Hugo Raymond qui ont contribué aux travaux de terrain. Merci à Olivier Lamarche pour ses précieux commentaires lors de la lecture critique. Finalement, nous aimerions souligner la qualité du travail de Kathleen O'Brien et de son équipe pour l'édition des cartes et pour leur soutien géomatique.

TABLEAU 2 : Norme 2101-2 : Catégories de granulats grossiers selon leurs caractéristiques intrinsèques de résistance à l'usure et aux chocs

Caractéristiques intrinsèques	Méthode d'essai	Catégories de gros granulats					
		1	2	3	4	5	6
Micro-Deval (MD)	LC 21-070	≤ 15	≤ 20	≤ 25	≤ 30	≤ 35	≤ 40
Los Angeles (LA)	LC 21-400	≤ 35	≤ 45	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 50
Micro Deval et Los Angeles (MD+LA)		≤ 40	≤ 55	≤ 70	≤ 75	≤ 80	≤ 85

TABLEAU 3 : Norme 2101 : Catégories de granulats fins selon leurs caractéristiques intrinsèques de résistance à l'usure et de friabilité

Caractéristiques intrinsèques	Méthode d'essais	Catégories de granulats fins		
		1	2	3
Micro-Deval (MD)	LC 21-101	≤ 30	≤ 35	≤ 35
Friabilité	LC 21-080	≤ 40	≤ 40	-

CONTEXTE GÉOLOGIQUE

Géologie du substratum rocheux

La région du Saguenay–Lac-Saint-Jean se situe dans la Province de Grenville. Le socle rocheux fait partie de la ceinture Allochtone polycyclique, lequel est profondément marqué par les différentes phases d'intrusions, de déformations et de recristallisation survenue durant l'Orogenèse grenvillienne (Rivers *et al.* 1989). Le dernier évènement tectonique majeur dans la région est survenu au début du Cambrien et est responsable de la formation du Graben du Saguenay. Le socle précambrien du Grenville est recouvert en discordance par des roches sédimentaires paléozoïques de la Plate-forme du Saint-Laurent (Hébert et Lacoste, 1998).

La description de ces unités géologiques est principalement basée sur les travaux de cartographie géologique de Laurin et Sharma (1975), des travaux de Moukhsil et El Bourki (2019, 2020, 2021 et 2022) ainsi que sur la compilation géologique de Roy (2023; figure 2)

Parmi les roches précambriennes, on distingue trois grands ensembles lithologiques : les complexes gneissiques à caractère mixte, les complexes métasédimentaires et les complexes plutoniques. Les complexes gneissiques à caractère mixte forment les plus anciennes roches du territoire. On les observe surtout à l'est de Saguenay (unités 263, 14 et 168) et au sud de La Doré (unité 505; figure 2). Ces complexes forment un ensemble de roches plutoniques et granitiques mis en place sous forme d'intrusions successives injectées dans une séquence de roches supracrustales migmatitisées. Ils regroupent essentiellement des gneiss riches en hornblende, en amphibole et en biotite, des gneiss gris à quartz et des gneiss charnockitiques, mangéritiques et granitiques. Les complexes métasédimentaires sont présents à l'ouest et au sud du lac Saint-Jean (unités 370, 285 et 105; figure 2). Ils regroupent des paragneiss mixtes, des quartzites, des marbres, des roches calcosilicatées, des skarns et des amphibolites. Les quartzites et les paragneiss sont les roches observées le plus couramment (Laurin et Sharma, 1975).

Le socle de la région est surtout formé de roche d'origine plutonique. La Suite anorthositique de Lac-Saint-Jean (unité 136) constitue la plus importante intrusion (Dimroth *et al.*, 1981). Ces unités s'observent surtout dans les parties centrale et orientales du territoire et sont représentées par des anorthosites, des anorthosites gabbroïques, des gabbros, des métagabbros, des amphibolites ainsi que de lithologies charnockitiques composées de mangérite, de syénite et de monzonite. Les intrusions granitiques forment les roches les plus jeunes du Précambrien et recourent l'ensemble des unités précédemment mentionnées. Il s'agit principalement de granite, de syénite, de monzonite, de pegmatite et de migmatite à trame de gneiss. Ils forment des masses importantes autour de la Suite anorthositique de Lac-Saint-Jean (Laurin et Sharma, 1975).

Les roches sédimentaires d'âge ordovicien sont présentes uniquement dans la dépression structurale du Saguenay–Lac-Saint-Jean (Graben du Saguenay), notamment entre Saint-Félicien et Métabetchouan–Lac-à-la-Croix et près de Saint-Honoré. Ces lambeaux résiduels forment une surface relativement plane qui contraste avec les autres grands ensembles lithologiques. Ces roches forment deux ensembles, soit les calcaires du Groupe de Trenton (unité 283; figure 2) et les shales du Groupe d'Utica (unité 145; figure 2). Stratigraphiquement, cette séquence commence avec des calcaires impurs et gréseux et des grès minces; elle est surmontée de calcaire fortement fossilifère et se termine avec les schistes argileux fossilifères de l'Utica (Laurin et Sharma, 1975).

Géologie du Quaternaire

Les dépôts de surface de la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean ont été l'objet de trois campagnes de cartographie systématique. La plus ancienne a été effectuée par Dionne entre 1967 et 1970 (Dionne, 1972a). D'autres travaux se sont déroulés entre 1964 et 1973 sous la responsabilité du ministère des Ressources naturelles du Québec (Tremblay, 1971; Lasalle et Tremblay, 1978). Une dernière campagne a été réalisée en 1990-1991 par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune dans le cadre des inventaires forestiers. Entre 2009 et 2010, lors du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES) du Saguenay et du Lac-Saint-Jean, Daigneault *et al.* (2011) ont entrepris des travaux de cartographie détaillés afin de mettre à jour les données sur ces sédiments. La figure 3 présente la carte des dépôts de surface de la région à l'étude (Daigneault *et al.*, 2011).

Il y a environ 21 000 ans, au dernier maximum glaciaire, l'Inlandsis laurentidien occupait l'ensemble du Québec ainsi qu'une partie du Canada et des États-Unis (Dyke *et al.*, 1982; Occhietti, 1983; Dyke et Prest, 1987; Dyke, 2004). Au cours de son évolution, cette immense masse de glace a façonné le substrat rocheux du Bouclier canadien puis mis en place diverses formes d'érosion et d'accumulation.

Dans la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean, un till régional a été déposé sur les hauts topographiques en couverture continue ou mince. L'épaisseur moyenne du till en couverture continue varie généralement entre 1 à 2 m, mais peut localement atteindre 29 m. Stratigraphiquement, le till repose en discordance sur le substrat rocheux et est généralement surmonté par un till d'ablation et/ou par des dépôts fluvioglaciaires, glaciomarins, glaciolacustres ou organiques.

La déglaciation, et le retrait conséquent des glaces, s'est amorcée relativement tôt rapidement après l'atteinte du maximum glaciaire. Il y a environ 13 000 ans, la marge glaciaire se situait dans les environs du lac Mégantic, puis a atteint la rive sud du Saint-Laurent vers 12 700 ans BP (Parent *et al.*, 1985; Dyke *et al.*, 2003; Dyke, 2004).

Entre 11 100 et 10 900 ans BP, l'ouverture de la dépression du Saguenay et du détroit de Québec a permis l'invasion respective du Golfe de Laflamme, dans l'actuel Saguenay–Lac-Saint-Jean, et de la Mer de Champlain dans la vallée du Saint-Laurent (Occhietti, 2007). À ce stade de la déglaciation, la Mer de Goldthwait occupait l'estuaire du fleuve Saint-Laurent en aval de la rivière Saguenay. (Dionne, 1977; Occhietti *et al.*, 2001; Dyke *et al.*, 2003).

L'enfoncement glacio-isostatique du socle a permis aux eaux de la Mer de Goldthwait de pénétrer par le biais du fjord du Saguenay et de former un important réentrant glaciomarin : la Mer de Laflamme. Cette étendue marine a graduellement pénétré la vallée et comblé les dépressions topographiques aux abords du fjord du Saguenay (L'Anse-Saint-Jean, Rivière-Éternité, Sainte-Rose-du-Nord et Saint-Fulgence) et les vallées tributaires, notamment celle de la rivière Sainte-Marguerite. La mer aurait atteint une élévation maximale de 216 m au nord du lac Saint-Jean (Melançon), de 170 m au SE du lac Saint-Jean (Métabetchouan–Lac-à-la-Croix), de 166 m dans la vallée de la rivière Saint-Marguerite, de 168 m près de la Baie des Ha! Ha! et de 138 m à l'est du territoire (Petit-Saguenay). À son maximum, la Mer de Laflamme occupait une superficie d'environ 7480 km². L'existence et l'évolution de cette mer postglaciaire a grandement marqué le paysage du Saguenay–Lac-Saint-Jean, déposant des quantités importantes de sables et de graviers (dépôts littoraux et deltaïques) et d'argiles. Au nord du lac Saint-Jean, elle pénètre profondément à l'intérieur des terres le long des principaux tributaires (rivières Ouasiemscas, Mistassini, Samaqua, aux Rats, Mistassibi, Petite-Péribonka et Alex).

Cette période de transgression marine a vraisemblablement débuté il y a 11 000 ans (Dionne et Occhietti, 1996) dans la région de Tadoussac et s'est terminée il y a environ 8000 ans (Roy *et al.*, 2011), alors que le front glaciaire se situait dans les hautes terres du bouclier, au nord du lac Saint-Jean.

Parallèlement à la mise en place des dépôts glaciomarins, la fonte de l'inlandsis a également participé à la mise en place de nombreux dépôts fluvioglaciaires (eskers, deltas juxtaglaciaires, moraines, épandages subaériens et subaquatiques) et mené à la formation de plusieurs lacs proglaciaires (Leduc, 2016).

Le relèvement isostatique subséquent a entraîné le retrait des eaux marines, laissant place au système fluvial actuel et favorisant le dépôt d'alluvions et la construction de terrasses fluviales. Les zones sableuses (littorales, deltaïques ou fluvioglaciaires) nouvellement exondées ont été remaniées par les vents, formant ainsi des dépôts éoliens, tandis que les zones mal drainées ont vu le développement de complexes tourbeux.

Enregistrements sédimentaires du Quaternaire et sources de matériau granulaire

Les dépôts susceptibles de fournir du sable et du gravier ont été mis en place pendant et après la dernière déglaciation. Les étiquettes dans les sections suivantes réfèrent à la légende en usage à Géologie Québec pour les dépôts de surface (figure 3).

Les dépôts fluvioglaciaires ainsi que les dépôts glaciomarins et glaciolacustres de faciès littoraux et deltaïques constituent les meilleures sources d'approvisionnement en granulats. Ils sont généralement concentrés en bordure des vallées des principales rivières de la région et dans la plaine côtière du lac Saint-Jean. Les dépôts d'origine fluviale (alluvions anciennes et récentes), les dépôts éoliens et certains tills constituent d'autres sources potentielles. Dans la région, les bonnes sources de sable et de gravier sont relativement abondantes. Cependant, plusieurs d'entre elles ont été exploitées intensivement et certaines sont aujourd'hui pratiquement épuisées.

Till en couverture continue (Tc) et Till mince (Tm)

Régionalement, les dépôts de till en couverture continue (Tc) se présentent comme un diamicton à matrice sableuse dominante, généralement compact et fissile, à cailloux non jointifs et contenant localement des lentilles de taille centimétrique de sable et de gravier moyen à grossier (Leduc, 2016). Ce till est principalement constitué de nombreux blocs provenant du socle précambrien. Selon les secteurs, on trouve des proportions variables de cailloux et de blocs issus des lambeaux résiduels de la plate-forme ordovicienne. Dans ce cas, le till se présente davantage comme un diamicton à matrice sablo-silteuse, assez pauvre en blocs, très compact et fissile.

Les dépôts de till en couverture mince et discontinue (Tm) sont similaires aux dépôts de till en couverture continue, mais présentent une épaisseur inférieure à 1 m.

Till d'ablation et till remanié (Tr)

Sur les hauts plateaux, la décrépitude des masses de glace résiduelles a mis en place une mince couche de sédiment d'origine glaciaire communément interprété comme du till d'ablation. Ce type de dépôt est généralement caractérisé par un diamicton lâche avec une matrice à granulométrie sablonneuse et par la présence d'une multitude de blocs délestés anguleux.

Sous la limite maximale marine, le till de fond a été localement remanié par les eaux marines; les particules fines de la matrice ont alors été lessivées par les vagues et les courants lors de l'épisode de la Mer de Laflamme. On trouve ce till remanié au pourtour du territoire ennoyé par la mer. Typiquement, le remaniement peut affecter le till sur 1 à 2 m d'épaisseur.

Du point de vue de la ressource en granulats, les faciès de till d'ablation ou remanié s'avèrent généralement les meilleures sources potentielles, car celles-ci contiennent typiquement moins de particules fines.

Sédiments fluvioglaciaires (Gx, Gs et Go)

Les sédiments fluvioglaciaires ont été mis en place par l'eau de fonte provenant de l'inlandsis. Le retrait de la marge glaciaire et la fonte des glaces ont produit un volume phénoménal d'eau de fonte qui a remobilisé des quantités importantes de matériel granulaire, constituant aujourd'hui d'excellentes sources de granulats. Dans la région, on distingue les dépôts selon leur proximité de la marge glaciaire, soit les dépôts juxtaglaciaires (Gx) et les dépôts d'épandage proglaciaire (Go).

Sédiments juxtaglaciaires (Gx)

Les sédiments juxtaglaciaires se forment au contact ou près de la marge glaciaire. Ils occupent une superficie plutôt restreinte dans le territoire à l'étude (Leduc, 2016) et se situent surtout le long des vallées des hautes terres laurentiennes et en contrebas des principaux escarpements de faille délimitant les basses terres du Saguenay–Lac-Saint-Jean. Stratigraphiquement, ils reposent sur les sédiments glaciaires ou directement sur le substrat rocheux. Les sédiments juxtaglaciaires sont généralement constitués de sables, de graviers, de cailloux ou de blocs localement métriques, subarrondis à arrondis, non jointifs à jointifs, triés et stratifiés à divers degrés. Les déformations, les failles et les inclusions de sédiments glaciaires sous la forme de lentilles témoignent de l'influence de la marge glaciaire au moment de leur mise en place. Sous la limite marine, ces amas juxtaglaciaires ont pu être partiellement remaniés par les eaux de la Mer de Laflamme ou bien complètement recouverts par des sédiments glaciomarins. Leur surface est localement remaniée par le vent et présente à l'occasion des dunes pouvant atteindre plus d'un mètre de hauteur. Ils forment un relief généralement bosselé au travers duquel on aperçoit de nombreux kettles. Sur l'ensemble du territoire, ces sédiments forment des eskers, des deltas juxtaglaciaires et des terrasses de kame (Leduc, 2016).

Les eskers sont mis en place à l'intérieur de chenaux confinés par la glace et forment une ou plusieurs crêtes rectilignes ou sinueuses, continues ou discontinues. On les observe surtout dans les principaux corridors fluvioglaciaires des hautes terres laurentiennes, où ils sont généralement adossés à d'autres formes d'accumulation juxtaglaciaires. La dimension des eskers dans la région ne dépasse que très rarement 25 m de hauteur et 90 m de largeur. Ils sont généralement continus sur une centaine de mètres, mais peuvent s'étendre sur plus d'une dizaine de kilomètres. Les principaux eskers ont été observés :

- dans la vallée de la rivière Ouiatchouaniche à l'ouest du lac des Commissaires (dépôts non exploités; sources 23 et 24);
- dans les vallées des rivières aux Iroquois, du deuxième bras des Iroquois et de la rivière Ovide, à l'ouest de Saint-Hedwidge-de-Roberval (sources 17, 21 et 22);
- le long du ruisseau à la Mousse (source 20);
- dans la vallée de la rivière aux Saumons et dans le secteur du lac Boutin et du lac Long (sources 18 et 19);
- à l'ouest de La Doré (source 16);
- au sud de Girardville (source 14);
- au nord de Sainte-Élisabeth-de-Proulx (source 11);
- au nord de Saint-David-de-Falardeau (source 5);
- dans le secteur de Lac-à-la-Croix–Hébertville (source 31);
- dans la vallée de la rivière du Moulin, au sud de Laterrière (source 1).

Les eskers sont constitués de sables et de graviers moyens à grossiers et de blocs arrondis à subanguleux. Ces sédiments sont triés et stratifiés à divers degrés. Leur structure interne montre typiquement des changements radicaux de granulométrie, de structures et de textures, et ce, tant horizontalement que verticalement. Dans la zone envahie par la Mer de Laflamme ou les bassins glaciolacustres, ces accumulations sont partiellement, voire complètement enfouies sous les sédiments d'eau profonde ou les épandages subaquatiques (Leduc, 2016).

Les terrasses de kame sont mises en place entre les flancs des vallées et la marge glaciaire à une altitude supérieure à celle atteinte par la Mer de Laflamme dans les basses terres du Saguenay–Lac-Saint-Jean. On les observe principalement en contrebas des hautes terres laurentiennes, adossées aux principales failles de la dépression structurale du Saguenay–Lac-Saint-Jean. Entre Saint-Thomas-Didyme et Saint-Prime, elles forment une bande pratiquement continue de sédiments fluvioglaciaires s'étendant sur plus de 40 km de longueur (sources 15 à 17). En largeur, elles varient généralement entre 250 et 500 m, mais peuvent atteindre plus de 2,5 km. Leur épaisseur varie généralement de quelques mètres à plus de 20 m. De tels dépôts sont aussi présents dans quelques vallées des hautes terres laurentiennes, comme celles situées à l'ouest de Roberval (source 25), dans le secteur de Lac-à-la-Croix–Hébertville (source 31) et dans la vallée de la rivière du Moulin, au sud de Laterrière (source 1). Tout comme pour les deltas juxtaglaciaires, leur sommet est plat et marqué par des chenaux d'eau de fonte et de nombreux kettles. Les terrasses de kame sont constituées de sables et de graviers, de cailloux et de blocs subarrondis à arrondis, localement jointifs ou imbriqués. Ces sédiments plus ou moins triés montrent des stratifications horizontales ou obliques. La présence de déformations glaciotectoniques et d'inclusions de sédiments glaciaires témoigne de la proximité entre le dépôt et la marge glaciaire.

Épandage subaquatique (Gs)

Les épandages subaquatiques (Gs), comprenant par endroits des deltas juxtaglaciaires ou des delta-kames, ont été déposés au front des glaciers par l'eau de fonte à l'intérieur des bassins glaciolacustres ou glaciomarins. Ces amas fluvioglaciaires forment des unités tabulaires de faible superficie, légèrement inclinées vers l'aval glaciaire, mais avec une pente abrupte du côté amont glaciaire. La surface est typiquement découpée par des chenaux d'eau de fonte ou bien parsemée de nombreux kettles. Bien qu'ils présentent des structures et une composition interne similaires aux deltas formés à l'embouchure d'un affluent (sables fins à grossiers), la partie proximale à la marge glaciaire des épandages subaquatique est constituée de sédiments généralement plus grossiers (Lønne, 1993; Nemeč *et al.*, 1999), correspondant par endroits à des eskers enfouis. Ils sont formés de sables moyens à grossiers, de graviers et de cailloux subarrondis à arrondis, triés à divers degrés et présentent des figures sédimentaires diverses. Les flancs de ces accumulations sont localement remaniés et parfois fossilifères. Un important delta de kame se trouve dans le secteur de Métabetchouan–Lac-à-la-Croix (source 30).

Épandage subaérien (Go)

Les sédiments d'épandage proglaciaire (Go) sont mis en place par les eaux de fonte en aval de la marge glaciaire. Ils forment des unités tabulaires dont la surface est parsemée de kettles et généralement entaillée par des chenaux d'eau de fonte. Typiquement, ces dépôts complètent le comblement des vallées amorcé avec la mise en place des dépôts glaciaires et juxtaglaciaires. Ils sont typiquement en contact avec les sédiments juxtaglaciaires et peuvent par endroits les recouvrir. On en trouve dans les replats topographiques :

- au sud de La Doré (dépôts de classes 2 et 3);
- dans la vallée des rivières aux Saumons et à l'Ours (source 19; sites 550 et 556);
- au NW de Saint-Thomas-Didyme (source 15, dépôts de classe 2 et 3);
- dans la vallée de la rivière Noire, au NNE de Sainte-Élisabeth-de-Proulx (source 11, sites 489, 490 et 492);
- à l'est de Saint-Ludger-de-Milot (dépôts non visités);
- dans le secteur de Saint-David-de-Falardeau (sources 3 et 5);
- au SW de Laterrière (source 1);
- au sud de Bagotville (sites 690 à 693).

Ces dépôts d'épandage sont constitués de sables, de graviers, de cailloux et de blocs formant des stratifications subhorizontales, obliques ou en auges. Ces matériaux sont triés et correspondent aux dépôts d'alluvion de cours d'eau éphémères au pourtour de la masse glaciaire. Ceux-ci se distinguent des rivières actuelles par une quantité d'eau et de sédiment charrié beaucoup plus importante. Ces dépôts représentent de bonnes sources de granulats.

Sédiments glaciolacustres littoraux (LGb) et deltaïques (LGd)

Lors de la déglaciation, l'obstruction du drainage naturel par le front glaciaire a engendré la formation de plusieurs lacs proglaciaires dans les dépressions topographiques des hautes terres laurentiennes. Selon l'environnement de mise en place, on distingue trois types d'unités associées à ces dépôts : les sédiments fins d'eau profonde (LGA), les sédiments littoraux et pré-littoraux (LGB) et les sédiments deltaïques (LGD).

Les sédiments d'eau profonde n'occupent qu'une très faible superficie de la surface cartographiée (Leduc, 2016). Il s'agit d'argiles et de silts qui ne représentent pas des sources de granulats.

Les sédiments glaciolacustres littoraux sont surtout présents dans les hautes terres laurentiennes au sud du lac Saint-Jean, notamment :

- dans les bassins versants des rivières aux Iroquois et Ouatouchouaniche;
- aux environs de Saint-Hedwidge-de-Roberval;
- dans les bassins des rivières Couchepaganiche et Métabetchouan, près de Saint-André-du-Lac-Saint-Jean (sources 28 et 29);
- à proximité du lac Bouchette (sites 466, 585 à 594, 596 et 602) et du lac des Commissaires.

Ils reposent généralement sur les dépôts glaciaires, fluvioglaciaires ou glaciolacustres d'eau profonde. Les sédiments littoraux sont généralement composés de matériaux tels des sables et graviers et présentent des stratifications subhorizontales à faible pendage. En raison de leur faible volume, ces dépôts ne constituent pas des sources importantes de granulats dans la région.

Les sédiments glaciolacustres deltaïques (LGD) ont été mis en place à l'embouchure des cours d'eau qui se déversaient dans les lacs proglaciaires. Les principales accumulations s'observent dans les hautes terres laurentiennes :

- dans la vallée des rivières Shipshaw (source 5) et Bras du Nord (source 6);
- dans les bassins des rivières aux Iroquois, Ovide et Ouatouchouaniche, dans les environs de Saint-Hedwidge-de-Roberval (sources 21 à 23);
- au nord de Saint-François-de-Sales (source 27);
- dans la vallée de la rivière Métabetchouan dans le secteur de Saint-André-du-Lac-Saint-Jean (sources 28 et 29).

Stratigraphiquement, les sédiments glaciolacustres deltaïques reposent sur les sédiments glaciaires, fluvioglaciaires et glaciolacustres d'eau profonde. Ils sont localement surmontés par des sédiments éoliens et organiques (Leduc, 2016). Ces sédiments deltaïques forment des accumulations généralement tabulaires, localement marquées par le ravinement postglaciaire et l'incision de nombreux chenaux fluviaux. Ils sont constitués de sable moyen à grossier et de gravier à stratifications entrecroisées, horizontales ou obliques. Ces dépôts représentent de très bonnes sources de granulats.

Sédiments glaciomarins littoraux et deltaïques

Les dépôts glaciomarins ont été mis en place lors de l'épisode de la Mer de Laflamme au contact de la marge glaciaire, à proximité de celle-ci ou bien lors de la phase plénimarine. Ces dépôts sont omniprésents à l'intérieur de la dépression structurale du Saguenay–Lac-Saint-Jean et le long des principaux tributaires. Tout comme pour les sédiments glaciolacustres, on distingue les sédiments glaciomarins selon leur environnement de mise en place, soit les sédiments fins d'eau profonde (MGa), les sédiments littoraux et pré-littoraux (MGb) et les sédiments deltaïques (MGd).

Les sédiments glaciomarins fins (MGa), mis en place dans la partie profonde de la Mer de Laflamme, sont composés de silt et d'argile et ne sont donc pas des sources de granulats.

Les sédiments glaciomarins littoraux (MGb) s'observent davantage dans la partie méridionale du lac Saint-Jean, entre La Doré et Alma. Ces accumulations reposent en contact franc, érosif ou bien graduel sur les sédiments glaciomarins d'eau profonde et deltaïques ou sur les dépôts fluvioglaciaires. Les sédiments littoraux forment des dépôts plus ou moins importants caractérisés par une surface généralement marquée par des cordons littoraux (crêtes de plage). La surface peut aussi être localement remaniée par le vent, formant ainsi des dunes. Les cordons littoraux se présentent généralement en une succession de crêtes plus ou moins arquées et parallèles dont la hauteur peut atteindre 2 m. Les sédiments littoraux sont constitués de sable et de gravier subarrondis à arrondis, à stratifications subhorizontales ou subhorizontales entrecroisées. Ils montrent une granulométrie plus grossière lorsqu'ils sont situés à proximité des séquences fluvioglaciaires. Ces sédiments sont généralement classés comme des dépôts de classe 3 dans cet inventaire.

Les sédiments glaciomarins deltaïques (MGd) se trouvent surtout dans la portion septentrionale du Saguenay–Lac-Saint-Jean, dans les vallées des rivières Ashuapmushuan, Mistassini (source 12), aux Rats, Mistassibi (au nord de Dolbeau-Mistassini), Petite-Péribonka, Alex, Péribonka (sources 8 à 10 et secteurs de Saint-Ludger-de-Milot, de Sainte-Monique, L'Ascension et Labrecque), Shipshaw (source 4), Valin (source 3), du Moulin (dans le secteur de Laterrière; source 1; dépôts de classe 2) et à Mars au sud de Bagotville (source 2). Ils forment de vastes accumulations tabulaires construites par l'eau de fonte au contact de la glace et mises en place dans le bassin de la Mer de Laflamme. Ces grands complexes deltaïques montrent généralement plusieurs paliers (niveaux de terrasse) témoignant de la phase régressive de la Mer de Laflamme. Les sédiments deltaïques sont constitués de matériaux sableux et graveleux à stratifications horizontales, obliques planes et à rides de courant. Ces dépôts constituent d'excellentes sources d'approvisionnement en granulats tant du point de vue de la quantité que de la qualité.

Sédiments alluviaux (Ap, At, Ax)

Les dépôts d'origine fluviatile ont été mis en place le long des cours d'eau de l'Holocène. Les travaux de cartographie permettent de distinguer les alluvions actuelles (Ap), les alluvions de terrasses fluviales (At) et les alluvions de terrasses fluviales anciennes (Ax). Ils forment des accumulations généralement étroites et planes en bordure des principaux tributaires. Leur épaisseur ne dépasse pas 3 m. Ces dépôts à stratifications subhorizontales ou entrecroisées sont généralement constitués de silts sableux, de sables et de graviers ou bien de galets imbriqués. Il est possible d'observer de la matière organique entre les stratifications de sable et de gravier. À cause de leur faible épaisseur et de leur proximité des cours d'eau, ils constituent des sources marginales d'approvisionnement en granulats.

Sédiments éoliens (Ed)

La mise en place des sédiments éoliens (Ed) résulte de processus d'érosion et d'accumulation occasionnés par le vent. La remobilisation éolienne a lieu entre l'exondation d'un dépôt initial de nature sablonneuse jusqu'à sa colonisation par les premières espèces végétales. Les sédiments éoliens se concentrent surtout au nord-ouest et au nord du lac Saint-Jean (dans les environs de Saint-Thomas-Didyme, Albanel, Dolbeau-Mistassini et L'Ascension). Ils ont été édifiés à partir, ou à proximité, de deltas ou de plages glaciolacustres ou glaciomarines. Les sédiments éoliens forment un mince placage de sable fin ou des dunes paraboliques. Dans certains secteurs, en particulier au SW de Dolbeau-Mistassini, le déboisement intensif du couvert végétal dans le cadre des activités agricoles a engendré une réactivation des dunes stabilisées. Les sédiments éoliens sont essentiellement constitués de sables fins homogènes. Ces dépôts, à cause de leur faible épaisseur et de la finesse des matériaux, constituent des sources marginales d'approvisionnement en granulats.

Sédiments organiques (O)

Les sédiments organiques se trouvent habituellement dans les dépressions mal drainées des hautes terres laurentiennes et des basses terres du Saguenay–Lac-Saint-Jean ou bien à la surface des grands complexes glaciomarins deltaïques. Ces accumulations s'observent aussi dans les anciens chenaux fluviaux en bordure des principaux affluents (rivières Shipshaw, Péribonka, aux Rats, Mistassini, Mistassibi, Ashuapmushuan et Sainte-Marguerite). Les plus importantes ont été identifiées au nord du lac Saint-Jean, à la surface des complexes deltaïques des rivières Ashuapmushuan, Mistassini et Péribonka. Ils sont constitués de tourbe plus ou moins décomposée, ou bien de sables silteux amalgamés à de la matière ligneuse. Ces accumulations sont typiquement entourées d'une lisière arborescente.

RÉSULTATS

Caractéristiques physico-mécaniques des granulats

Les granulats de la région sont dérivés des roches du Grenville et, en moindre mesure, des roches ordoviciennes de la Plate-forme du Saint-Laurent. Les granulats grossiers sont constitués principalement de fragments de diorite, granodiorite, gabbro, syénite, gneiss, granite, monzonite, anorthosite et amphibolite. Des fragments de roches sédimentaires (calcaire de dureté variable, shale calcaireux, calcaire argileux) sont aussi couramment rencontrés au sud du lac Saint-Jean.

Le tableau 4 (dossier « Autres données numériques ») présente les comptages pétrographiques des échantillons analysés, alors que le tableau 5 (dossier « Autres données numériques ») regroupe les observations pétrographiques provenant des sites ayant fait l'objet d'un comptage lors des visites de terrain.

Lors des travaux de terrain de 2019 et 2020, 78 échantillons ont été prélevés dans divers sites de la région afin de déterminer les caractéristiques physico-mécaniques des granulats, soit 16 échantillons de sable (< 20 % de galets > 5 mm), 26 échantillons de sable graveleux (entre 20 et 40 % de galets > 5 mm) et 36 échantillons de graviers (> 40 % de galets > 5 mm). Onze de ces échantillons proviennent de piles de réserve. Les résultats d'analyses sont présentés au tableau 6 (dossier « Autres données numériques »).

Le nombre pétrographique (NP; tableaux 4 et 6) donne une première idée de la qualité des matériaux grossiers. Les valeurs obtenues (56) varient de 100 à 151. Seulement quatre (4) de ces résultats sont supérieurs 135, ce qui est excellent. Ceci indique que la qualité des granulats de la région est généralement très bonne.

Soixante-deux (62) échantillons de gravier et de sable graveleux ont été soumis à l'essai micro-Deval humide (MD > 5 mm; tableau 6) afin de mesurer leur résistance à l'usure par attrition. Les valeurs obtenues s'étalent de 4 à 34 %, alors que 48 résultats sont \leq 15 % et répondent aux critères d'exigences de la catégorie 1 du MTQ (tableau 2). On observe neuf (9) résultats entre 15 et 25 % (catégories 2 et 3) et cinq (5) résultats entre 25 et 34 % (catégories 4 et 5). La résistance à l'usure par attrition des granulats grossiers de la région est généralement excellente. Tous les granulats grossiers évalués peuvent être utilisés dans les ouvrages du MTQ selon ces résultats.

Quarante-sept (47) échantillons de gravier et de sable graveleux ont été soumis à l'essai Los Angeles (LA) afin d'évaluer la résistance aux chocs et à l'abrasion des gros granulats. Tous les résultats d'analyse (sauf un) varient de 20,1 à 34,5 % et répondent à la norme de la catégorie 1 du MTQ. La seule valeur supérieure à 35 % (35,6 %) a été mesurée sur l'échantillon 32A15_333B qui répond plutôt à

la catégorie 2 du MTQ. La résistance aux chocs et à l'abrasion des granulats de la région est très bonne.

Sur les 47 échantillons soumis aux deux essais pour les granulats grossiers (Micro-Deval et Los Angeles), 24 répondent aux critères de la catégorie 1 (1 a été déclassé par l'essai au bleu de méthylène, EBM), 16 aux critères de la catégorie 2 (2 ont été déclassés par l'EBM), 3 aux critères de la classe 3 (1 a été déclassé par l'EBM), 1 aux critères de la classe 4 et 2 aux critères de la classe 5 (tableau 6). Aucun granulat n'a été déclassé en raison des résultats à ces deux essais.

Les granulats fins sont généralement des sables granitiques (quartz, feldspath, micas) incluant quelques minéraux ferromagnésiens. Ces sables sont de granulométrie variable et renferment parfois du silt. Les grains sont généralement arrondis à subarrondis. Au sud du lac Saint-Jean, les dépôts renferment aussi des sables lithiques contenant des fragments de roches sédimentaires (calcaires, grès, shale). Ils comprennent des proportions élevées de particules plates (fragments schisteux). Dans les secteurs influencés par l'activité éolienne, les sables sont fins et de granulométrie homogène.

Les valeurs obtenues sur les 24 échantillons de sable soumis à une analyse de friabilité sont excellentes. Elles varient de 8 à 28 % et sont toutes conformes à la norme (\leq 40 %) pour les granulats de catégorie 1.

Quarante-deux (42) échantillons de sable (MD < 5 mm) ont été soumis à l'essai micro-Deval et les résultats sont excellents. Tous sauf un varient de 5,4 à 24,0 % et répondent à la norme de la catégorie 1 (\leq 30 %). Un seul échantillon a obtenu une valeur supérieure (31,2 %) à la limite de la catégorie 1.

Vingt-quatre (24) échantillons de sable ont été soumis à l'essai de colorimétrie à la soude (NaOH) afin de déterminer la contamination en matière organique. Les résultats varient pour la très grande majorité entre 1 et 2, indiquant une absence de contamination.

Soixante-quinze (75) échantillons de sable et de gravier ont été soumis à l'essai au bleu méthylène (EBM) afin de caractériser la fraction argileuse de ces matériaux. Les résultats sont généralement conformes, alors que seulement sept (7) résultats montrent des valeurs supérieures à la norme acceptable de 0,2. Les échantillons qui ont été déclassés (hors catégorie pour le MTQ) ont été prélevés un peu partout dans la région. Ces mauvais résultats ne semblent pas être reliés d'un point de vue géographique ou géologique. L'essai au bleu de méthylène est le seul responsable du déclassement d'échantillons dans la région. Il est donc important d'effectuer cet essai sur les granulats avant de les utiliser.

La qualité des matériaux de la région est généralement très bonne. Tous les échantillons (78) prélevés répondent aux valeurs minimales de qualité pour les différents usages selon les critères des normes « 2021-2 granulats fins » et « 2021-2 granulats grossiers » du MTQ (tableaux 2 et 3). Selon leurs caractéristiques intrinsèques, les granulats fins et grossiers se classent typiquement dans les catégories 1 et 2.

Cependant, certains échantillons ont été déclassés en raison du résultat à l'essai au bleu de méthylène. Plusieurs sources de granulat sont conformes aux normes pour les bétons de ciment. Cependant, pour ces derniers, il est recommandé de faire des essais pour en évaluer le potentiel de réactivité alcalis-granulats.

Les résultats des différents essais sont généralement meilleurs sur les matériaux concassés que pour les matériaux bruts.

Principales sources de granulats de la région

Dans le secteur à l'étude, les sources d'approvisionnement en sables et graviers sont relativement abondantes et sont surtout concentrées sur la plaine côtière du lac Saint-Jean et dans les vallées des principales rivières de la région. Plusieurs de ces sources sont déjà en exploitation ou ont fait l'objet d'exploitation. La section qui suit vise à brosser le portrait des 32 principales sources d'approvisionnement de la région, en exploitation ou non.

Le tableau 7 (dossier « Autres données numériques ») présente la description détaillée de tous les sites de granulats de la région. Certaines informations proviennent de documents non publiés du ministère des Transports du Québec (1991a, 1991b et 1991c). Les résultats de ces travaux d'inventaire sont aussi disponibles dans la base de données du SIGÉOM : https://sigéom.mines.gouv.qc.ca/signet/classes/I1102_aLaCarte#GRANU

Source 1

La source 1 est située dans le secteur de Laterrière, sur la rive est de la rivière Chicoutimi et de part et d'autre de la rivière du Moulin (SE du feuillet 22D06; carte RP 2023-03-C02). Elle regroupe des dépôts de classe 1 d'origine juxtaglaciaire et d'épandage. Ces dépôts s'étendent sur plus de 7 km de longueur et ont été exploités intensivement à plusieurs endroits (sites 211 à 219, 222 à 224, 667, 668 et 670). Cependant, toutes ces exploitations sont maintenant abandonnées ou ont été réaménagées, à l'exception du site 217. Les exploitations présentent généralement des faces effondrées de 8 à 12 m de hauteur composées de galets et de cailloux jointifs reposant sur du sable (photos 1a et 1b). Le site 217 expose des faces semi-effondrées de 4 à 8 m de hauteur composées de galets et de cailloux arrondis (syénite, gabbro, granite) dans une matrice sableuse grossièrement stratifiée. Un échantillon de gravier brut a été prélevé dans ce site (22D06_217). Les résultats des différents essais de laboratoire démontrent que les propriétés physico-mécaniques des matériaux sont bonnes et répondent aux critères de la catégorie 2 du MTQ (tableau 6). Les réserves sont encore considérables. Les dépôts de classe 2 présents plus au nord sont d'origine deltaïque (glaciomarine) et constituent de bonnes sources d'approvisionnement en sable.

Source 2

La source 2 est située dans le secteur de Bagotville (SE du feuillet 22D06 et SW du feuillet 22D07; carte RP 2023-03-C02). Elle regroupe des dépôts deltaïques glaciomarins reposant sur des dépôts fluvioglaciaires, tous classés 1 ou 2, qui ont été exploités intensivement à plusieurs endroits. Plusieurs sites (187, 188, 190, 191, 193, 195, 197 à 199, 205 et 206) étaient en activité lors de notre visite et généralement à échelle industrielle. D'autres (189, 194, 196, 200 à 204, 207 à 209, 219, 222 à 224, 534, 679 à 686, 688, 698 à 700) étaient abandonnés ou réaménagés. Les sites 192, 535 et 536 sont des sites d'observation. Plusieurs piles de réserve de matériaux divers (sable tamisé, gravier concassé) ont été observées dans les sites en activité, ainsi qu'une usine de béton bitumineux au site 197. La plupart des exploitations exposent des faces de 4 à 8 m de hauteur composées d'une unité de gravier et de cailloux arrondis dans une matrice sableuse mal triée reposant sur une unité de sable moyen à grossier bien trié avec ou sans galets et présentant des stratifications horizontales et obliques et des chenaux entrecroisés (photos 2 à 5). On observe par endroits des lits de sable fin et de petits lits de sable fin silteux. Les faces atteignent plus de 10 m de hauteur dans les sites 187, 191, 195, 198 et 213 et s'élèvent à plus de 20 m au site 193.

Des échantillons de sable graveleux, de gravier brut et de gravier concassé ont été prélevés aux sites 187, 191, 193 et 198. Le sable est de composition granitique, mais il réagit aussi faiblement au HCl par endroits, surtout pour le sable fin à silteux. La lithologie des galets et des cailloux est constituée de gneiss granitique, de gabbro, de syénite, de granite et d'un peu de shale. Les galets sont généralement peu altérés. Les résultats aux différents essais de laboratoire démontrent que les propriétés physico-mécaniques des matériaux répondent aux critères des catégories 1 ou 2 du MTQ (tableau 6). Les matériaux bruts du site 198 (échantillon 22D07_198A) montrent une valeur à l'essai au bleu de méthylène un peu élevée (0,29), mais après concassage, cette valeur est ramenée à 0,12 (22D07_198B^c). Les réserves sont encore considérables.

Source 3

La source 3 est située dans le secteur de Saint-Honoré, à la jonction des feuillets 22D06, 22D07, 22D10 et 22D11 (carte RP 2023-03-C02). Elle regroupe des dépôts de classes 1 et 2 formés de sédiments glaciomarins deltaïques formant de vastes plateaux sableux exploités à plusieurs endroits. Plusieurs sites (129, 130, 132, 134, 135, 137, 138, 144, 146 à 148, 244 et 249) étaient en activité lors de notre visite, alors que les sites 131, 133, 136, 139, 140, 145, 149 à 152, 158, 159, 243, 245 à 248, 661, 798 à 800 et 845 étaient abandonnés ou avaient été réaménagés. Les sites 192, 535 et 536 sont des sites d'observation.

Au sud de Saint-Honoré, les sites d'exploitation exposent des faces de 4 à 8 m de hauteur. Aux sites 132 à 135, 138

et 139, ces faces sont principalement composées de sable moyen à grossier stratifié avec, par endroits, quelques lits de gravier. Aux sites 129 à 131, 136, 137, 140, 144, 145, 661 et 845, les faces sont surtout formées de sable moyen à fin stratifié avec localement des lits de sable fin silteux. On y observe aussi des structures de déformation (lits convolutés; photo 6). La plupart des sites de ce secteur ont été exploités jusqu'à la nappe phréatique. Le sable est de composition granitique et les échantillons prélevés aux sites 132 (22D11_132) et 134 (22D11_134) répondent aux critères de la catégorie 1.

À l'est, dans la vallée des rivières Valin et à la Loutre, les dépôts de classe 1 atteignent près de 20 m d'épaisseur. Les sites 243, 244 et 249 exposent des faces de 8 à 15 m de hauteur composées principalement de sable moyen à grossier avec des lits de gravier plus ou moins nombreux (photo 7). L'analyse d'un échantillon de sable graveleux prélevé au site 244 (22D07_244) montre que les granulats grossiers et fins respectent les critères de la catégorie 1 du MTQ. Le sable est de composition granitique et les galets sont formés de syénite, de gabbro et de granite. Au plancher du site 244, une face de 3 à 5 m de hauteur est composée de galets dans une matrice de sable sans structure. Ces sédiments contiennent une forte proportion de carbonate et sont probablement d'origine fluvioglaciaire.

Les dépôts de classe 2 regroupent les sites 245 à 248 et 798 à 800. Ceux-ci exposent des faces de 3 à 6 m de hauteur composées de sable moyen à grossier stratifié et, par endroits, de sable graveleux. D'importants lits d'argile ont été observés au site 245. Un échantillon de sable graveleux a été prélevé au site 247 (22D10_247). Les granulats fins, des sables granitiques moyen à grossier, répondent aux critères de la catégorie 1. Les granulats grossiers, composés de grains de gabbro (localement un peu altéré), de roches volcaniques indifférenciées, de syénite et d'un peu de shale, ont donné une valeur de 34 à l'essai micro-Deval, ce qui est sensiblement inférieur à la moyenne régionale. Ces granulats sont de catégorie 5.

Au nord de Saint-Honoré, les sites 146 à 152 montrent des faces de 4 à 12 m de hauteur. Certaines sont composées de sable moyen stratifié avec des lits ou des amas constitués de galets et de cailloux arrondis dans une matrice sableuse. Les galets et les cailloux sont généralement concentrés en surface. Des faces exposent du sable moyen à grossier avec ou sans lits de gravier. Les sables sont granitiques et les galets sont de composition syénitique, gabbroïque et granitique. Une couche d'argile de plus d'un mètre d'épaisseur semble recouvrir par endroits ces matériaux. Les sites 147 et 148 sont exploités en carrière dans leur partie nord.

Un peu plus à l'est, dans la vallée de la rivière du Bras du Nord, le site 159 révèle des faces de 5 à 7 m de hauteur constituées de sable graveleux. L'analyse de l'échantillon 22D11_159 prélevé à cet endroit indique que les granulats sont surtout constitués de calcaire avec, en moindre proportion, de la syénite et du gabbro. Ces matériaux possèdent de bonnes propriétés intrinsèques comme le démontrent les

valeurs des tests micro-Deval (17 %) et Los Angeles (26 %). Cependant, la valeur très élevée au bleu de méthylène (0,69) décline ces granulats.

Source 4

La source 4 est située dans le secteur de Saint-Ambroise (SE du feuillet 22D11; carte RP 2023-03-C02) et regroupe des dépôts de classes 1 et 2. Ces dépôts sont principalement constitués de sédiments glaciomarins deltaïques et forment d'importantes terrasses le long des rivières Shipshaw et à l'Ours. On trouve aussi 2 dépôts juxtaglaciaires.

Parmi les dépôts de classe 1 d'origine deltaïque, 19 sites ont été visités dont 7 sites d'observation (sites 163, 170, 281, 530, 532, 666 et 828). Cinq sites étaient en exploitation (sites 82, 83, 94, 113 et 114) et 7 sites étaient abandonnés ou réaménagés (sites 108, 111, 112, 125, 171, 660 et 841).

Les sites d'exploitation exposent des faces de 2 à 8 m de hauteur constituées surtout de sable moyen à grossier avec par endroits des lits de gravier (0 à 30 %). Ces sédiments sont bien triés et présentent des stratifications horizontales et obliques et des structures de courant (photo 8). Ils sont oxydés et indurés par endroits. Les talus de terrasse visités atteignent 10 à 20 m de hauteur et sont composés de 2 à 10 m de sable reposant sur des matériaux effondrés. Deux échantillons de sable ont été prélevés aux sites 113 et 114. Le sable d'origine granitique répond aux normes de la catégorie 1 du MTQ (tableau 6). Ces sites produisent d'ailleurs du sable à béton et de l'abrasif pour l'entretien hivernal des routes.

Les dépôts deltaïques de classe 2 ont été visités dans 2 sites d'exploitation actifs (109 et 236), 7 sites d'exploitation non actifs (107, 110, 160 à 162, 663 et 664) et 1 site d'observation (659). La hauteur des faces varie généralement de 2 à 6 m et atteint 8 m au site 236. Ces faces sont composées de sable moyen à fin stratifié aux sites 107, 109, 110, 236, 663 et 664 et de sable moyen à grossier légèrement graveleux aux sites 160 à 162. La proximité de la nappe phréatique limite la profondeur d'exploitation en certains endroits. Un échantillon de sable à forte teneur en micas a été prélevé au site 109 et un échantillon de sable légèrement graveleux au site 161. Les matériaux du site 161 remplissent les critères de la classe 1 du MTQ, alors que le sable du site 109 se classe dans la catégorie 2.

Les dépôts de classe 1, d'origine fluvioglaciaire, se trouvent à 1 km au SW de Saint-Ambroise (site 81) et à 11 km au nord de cette municipalité, le long de la rivière à l'Ours (sites 164 à 166). Le site 81, en activité lors de notre visite, montre des faces de 6 à 10 m de hauteur formées de sable moyen à grossier localement graveleux (0 à 30 %) et recouvert d'une couche d'argile pouvant atteindre plus de 4 m d'épaisseur par endroits. Les faces montrent de nombreux chenaux entrecoupés, des failles et des variations brusques de granulométrie. Un échantillon de sable graveleux prélevé au site 81 indique que les galets (gabbro, syénite, granite et gneiss) et le sable (granitique) répondent aux exigences de la catégorie 1 du MTQ. Les sites 164, 165

et 166 (ce dernier est en activité) montent des faces de 2 à 6 m de hauteur. Certaines sont composées de galets et de cailloux arrondis dans une matrice sableuse et d'autres de sable moyen à fin stratifié. Les galets (gabbro, syénite et granite) provenant d'un échantillon de gravier prélevé au site 165 (22D11_165) répondent aux critères de la catégorie 1 du MTQ.

Source 5

La source 5 est située dans le secteur de Saint-David-de-Falardeau, (NE du feuillet 22D11; carte RP 2023-03-C02). Les dépôts de classe 1, au sud du lac Sébastien, sont constitués de sédiments d'épandage fluvio-glaciaire. Ils forment des plateaux étagés entaillés par des chenaux fluviaux. Les sites 173 à 176 et 842 montrent des faces de 2 à 8 m de hauteur composées généralement d'un niveau de 1 à 3 m de galets et de cailloux arrondis dans une matrice de sable moyen à grossier reposant sur 2 à 5 m de sable moyen à fin stratifié. L'analyse d'un échantillon de sable légèrement graveleux provenant du site 174 indique que le sable (granitique) et les galets (granite, gabbro et syénite) sont conformes aux critères de la catégorie 1 du MTQ.

Les dépôts au nord du lac Sébastien n'ont pratiquement pas été exploités et ne comptent qu'un site d'observation (819) et 2 sites abandonnés (531 et 818). Ces dépôts ont été principalement évalués par photo-interprétation. Ils sont composés de sédiments fluvio-glaciaires et présentent une topographie étagée et bosselée marquée par la présence de nombreux eskers et kettles. Les sédiments sont composés de sable, de galets et de cailloux arrondis en proportions variables.

Dans la vallée de la rivière Shipshaw, au sud du lac La Mothe, on trouve des dépôts de contact de glace recouvert de sédiments deltaïques glaciolacustres. Les sites 180 à 182 et 184 exposent des faces de 7 à 20 m de hauteur, alors qu'elles varient de 2 à 5 m au site 179. Ces faces sont surtout composées de sable moyen stratifié avec des lits plus ou moins épais de galets et de cailloux dans une matrice de sable grossier. Ces lits de matériaux grossiers sont généralement concentrés en surface. À la base, les sédiments reposent sur du sable fin et du silt argileux. Un échantillon prélevé dans un lit de gravier au site 181 (22D11_181) indique que les granulats grossiers (gneiss à biotite et hornblende et gabbro) répondent aux exigences de la catégorie 2 du MTQ.

Source 6

La source 6, située dans le secteur du lac des Écorces (est du feuillet 22D11; carte RP 2023-03-C02), regroupe des sédiments glaciomarins deltaïques (sites 154, 155, 805 et 843) et des sédiments juxtaglaciaires. Ces derniers se présentent sous la forme d'eskers (sites 809, 810, 880 et 881) et de terrasses de kame (sites 804 et 882) adossées aux parois rocheuses des vallées de la rivière du Bras du Nord et du ruisseau Légaré. Ces dépôts sont principalement

constitués de sable moyen à grossier avec quelques passages graveleux. Les épaisseurs observées varient de 3 à 15 m. Un échantillon de sable faiblement graveleux a été prélevé dans une sablière abandonnée (22D11_154). Ce sable granitique possède de bonnes propriétés physico-mécaniques, mais la valeur à l'essai au bleu de méthylène est très élevée (0,63). Le sable est donc hors norme pour les usages du MTQ. Cet aspect sera donc à surveiller lors d'une éventuelle exploitation de cette source.

Source 7

La source 7 s'étend de Saint-Nazaire jusqu'au lac Ambroise à l'est (jonction des feuillets 22D11 et 22D12; cartes RP 2023-03-C01 et RP 2023-03-C02). Elle est constituée de dépôts juxtaglaciaires remaniés par endroits par les vagues de la Mer de Laflamme. Ces dépôts sont composés de sable de diverses granulométries accompagné de galets et de cailloux en proportions variables. La granulométrie peut varier dramatiquement sur de courtes distances. Ces dépôts ont été exploités à plusieurs endroits. Les dépôts de classe 1 comptent 21 exploitations (sites 36, 37, 39, 41, 59 à 66, 70, 71, 73, 77 à 80, 258 et 651) dont 10 (sites 36, 59, 60, 64 à 66, 70, 71, 77 et 258) étaient en activité lors de notre visite.

Entre Saint-Nazaire et le lac à la Mine, on peut observer des faces dont la hauteur varie généralement de 3 à 6 m, mais qui atteignent 8 m et plus aux sites 60 à 62 et 71. Les faces sont principalement composées de sable moyen à grossier stratifié avec une faible quantité de galets. La proportion de galets et de cailloux totalise $\geq 40\%$ dans certaines faces des sites 60, 62, 66 et 71. Les faces sont typiquement adossées au roc qui d'ailleurs affleure dans plusieurs sites. D'importantes zones silto-argileuses ont été observées dans les sites 66 et 71. Des échantillons de sable, de sable graveleux et de gravier ont été prélevés aux sites 60 et 65 (22D12_60, 22D12_60B et 22D11_65). Les granulats grossiers (syénite, gabbro et anorthosite) et le sable (granitique) répondent aux exigences de la catégorie 1 du MTQ.

Au nord du lac Labonté, les sites 36, 37, 39, 41, 77 et 258 comportent des faces de 4 à 8 m de hauteur qui atteignent 12 m au site 258. Celles-ci sont principalement composées de galets et de cailloux dans une matrice de sable moyen à grossier plus ou moins bien stratifié selon l'endroit. D'autres faces sont constituées de sable moyen à grossier stratifié et bien trié avec ou sans lits de gravier (photos 9 et 10). Un échantillon de sable graveleux (22D11_258) et 2 échantillons de gravier brut (22D11_36 et 22D11_77) ont été prélevés pour analyse. Les résultats démontrent que les matériaux fins et grossiers répondent aux exigences de la catégorie 1 du MTQ. D'ailleurs, lors de notre visite, des activités de production de sable abrasif et de granulats pour béton bitumineux étaient en cours au site 258.

Au sud du lac Laberge, le site 70 expose des faces de 5 à 8 m de hauteur composées surtout de sable moyen à fin stratifié. Certaines faces renferment des lits de sable grossier avec ou sans galets. On note aussi la présence de blocs.

Au sud du lac Saint-Ambroise, les sites 78 à 80, tous deux abandonnés, montrent des faces de 3 à 10 m de hauteur. Ces faces sont par endroits composées de sable moyen à fin stratifié ou de sable moyen à grossier stratifié avec des lits de gravier.

Dans les dépôts classés 2, tous les sites (58, 67 à 69, 72, 74 à 76, 91, 652 à 658 et 827) étaient abandonnés, vidés ou avaient été réaménagés avant notre visite. De plus, la nappe phréatique est présente au plancher de plusieurs de ces sites, ce qui limite la profondeur d'exploitation. Des lits d'argile d'épaisseur variable ont été observés en surface dans certains sites.

Source 8

La source 8 est délimitée par les municipalités de L'Ascension, de Labrecque et de Lamarche sur la rive est de la rivière Péribonka (jonction des feuillettes 22D11, 22D12, 22D13 et 22D14; cartes RP 2023-03-C01, RP 2023-03-C02 et RP 2023-03-C03). Ces dépôts constituent un immense delta glaciomarin et forment de vastes plateaux sableux étagés reposant sur de l'argile glaciomarine. Ils sont recouverts en grande partie de dunes et de sédiments organiques et sont exploités comme bleuettière. Les dépôts de classes 1 et 2 se distinguent par leur différence d'épaisseur et par la profondeur de la nappe phréatique. Le seuil définissant ces deux classes n'est pas toujours bien défini.

Les dépôts de classe 1 comptent 17 sites d'exploitation (11 à 15, 21, 22, 32 à 35, 42, 252, 253a, 253b, 253c, 518, 824 et 825) et 3 sites d'observation (17, 266 et 267). Les sites 15, 22, 32, 34 et 253a étaient en activité lors de notre visite.

Dans le secteur de L'Ascension, les sites 252, 253a, 253b, 253c et 518 exposent des faces de 4 à 9 m de hauteur composées de sable moyen stratifié (stratifications horizontales et obliques) et de quelques petits lits de sable fin à silteux. Les parties « b » et « c » du site 253 ont été réaménagées, alors que la partie « a », au nord du Petit Mistouk, est en exploitation.

Dans le secteur de Labrecque, au nord du lac du même nom, les sites 32 à 35 exposent des faces de 2 à 10 m de hauteur constituées de sable moyen à grossier stratifié avec localement de petits lits de gravier (0 à 15 %; photo 11). Un échantillon de sable prélevé au site 32 (22D11_32A) confirme la bonne qualité du sable (catégorie 1). La partie nord du site 32 est aussi exploitée en carrière d'où l'on a extrait l'échantillon 22D11_32B^C (tableau 6).

Au NE du lac Labrecque, les sites 21, 22, 42, 824 et 825 exposent des faces de 4 à 6 m de hauteur. Ces faces sont composées de sable moyen à grossier stratifié avec des lits de gravier et quelques zones de sable fin silteux. La proportion de galets atteint 50 % au site 21. Un échantillon de sable graveleux (31 % de galets) a été prélevé au site 22 (22D11_22). Les galets (diorite, syénite, gneiss granitique et anorthosite) et le sable (granitique) répondent aux exigences de la catégorie 1 du MTQ (tableau 6).

À l'ouest de Lamarche, 2 sites d'observations (17 et 267) représentent des coupes naturelles exposant des talus semi-effondrés de 10 à 20 m de hauteur le long de la rivière Péribonka. Ces talus sont composés d'au moins 4 à 6 m de sable moyen à grossier stratifié avec quelques lits de gravier qui repose sur des sédiments effondrés non identifiés. Un autre site d'observation (266) montre une dune de 2 à 4 m de hauteur formée de sable fin qui recouvre du sable moyen à grossier d'origine deltaïque. Le site 15 est une exploitation en activité où l'on peut observer des faces de 5 à 6 m de hauteur composées de sable moyen à grossier stratifié (stratifications horizontales et obliques) avec des lits de gravier. Un échantillon de sable graveleux (22D14_15, 35 % de galets) y a été prélevé. Les granulats fins (sable granitique) et grossiers (gneiss granitique) répondent aux exigences de la catégorie 1 du MTQ (tableau 6).

À l'est de Lamarche, les sites 11 à 14 montrent des faces de 2 à 10 m de hauteur adossées au roc. Ces faces sont principalement constituées de sable moyen à grossier stratifié avec des lits plus ou moins importants de gravier. L'analyse d'un échantillon de sable graveleux (22D14_11; 38 % de galets, syénite et gabbro) indique que les granulats sont de bonne qualité (catégorie 1).

Les dépôts de classe 2 comptent aussi de nombreux sites d'exploitation (1, 2, 5, 6, 10, 19, 20, 23, 24, 26 à 31, 50 à 52, 57, 268, 290, 385, 519, 826 et 839) et d'observation (3, 4, 7 à 9, 18, 25, 53, 120, 266, 267, 269 et 523). Les matériaux des dépôts de classe 2 possèdent les mêmes caractéristiques que ceux des dépôts de classe 1. Toutefois, ils sont généralement moins épais et la nappe phréatique est moins profonde que dans le cas de ceux de classe 1. Un échantillon de gravier (59 % de galets, syénite, anorthosite et diorite) a été prélevé au site 28 (22D11_28) au NE du lac Labrecque. Les résultats des tests des propriétés physico-mécaniques (MD + LA = 43) dépassent tout juste les critères de la catégorie 1 (≤ 40) du MTQ.

La superficie importante de ces constructions deltaïques laisse supposer que les réserves de cette source sont considérables, mais elles pourraient être limitées par la profondeur de la nappe phréatique et par la présence de terres agricoles aux alentours.

Source 9

La source 9 est composée de sédiments deltaïques glaciomarins remaniés par endroits par l'action éolienne. Ces matériaux forment de vastes terrasses édifiées sur la rive ouest de la rivière Péribonka (SE du feuillet 22D13; carte RP 2023-03-C03). Cette source n'est pas exploitée et son accès est difficile. Elle a surtout été évaluée par photo-interprétation, mais quelques coupes naturelles ont été observées à partir de la rive est de la rivière. Les sites d'observation 49 et 883 sont des talus de terrasse de 10 à 20 m de hauteur. Ils sont composés d'au moins 5 m de sable stratifié reposant sur des matériaux non identifiés. Les réserves et la qualité des matériaux restent à être évaluées.

Source 10

La source 10, située dans le secteur de Saint-Ludger-de-Milot (ouest du feuillet 22D13; carte RP 2023-03-C03), regroupe des dépôts deltaïques et fluvioglaciers de classes 1 et 2. Les dépôts de classe 1 comptent 10 sites d'exploitation (278, 279, 285, 286, 288, 289, 292 à 294 et 315) et 4 sites d'observation (637, 638, 870 et 885). Les sites 278, 289 et 315 étaient en activité lors de notre visite.

Une terrasse de kame et un esker forment un dépôt de classe 1 dans le secteur du lac des Deux Oreilles. Les sites 288 et 289 exposent des faces de 3 à 12 m de hauteur, certaines composées de galets et de cailloux arrondis (30 à 60 %) dans une matrice sableuse mal triée, d'autres formées de sable graveleux grossièrement stratifié. Un échantillon de gravier concassé (calibre MG-20) a été prélevé au site 289 (22D13_289^C) pour analyse. Les granulats (granite, granitoïde, anorthosite et gneiss) répondent aux normes de la catégorie 1 du MTQ (tableau 6).

À l'ouest des lacs Saint-Ludger, à Harry-Jean et Serein, les dépôts juxtaglaciaires ont été exploités dans 4 sites. Les sites 285, 286, 292 et 293 montrent des faces de 4 à 9 m de hauteur constituées de sable moyen à grossier stratifié avec des lits de gravier plus ou moins abondants. La proportion de galets varie de 5 à 30 %. Les résultats des analyses effectuées sur un échantillon de sable graveleux (34 % de galets) prélevé au site 286 (22D13_286) indiquent que le sable et le gravier répondent aux exigences de la catégorie 1 du MTQ (tableau 6).

Au NE de Saint-Ludger-de-Milot, des sédiments glaciomarins deltaïques forment des terrasses le long de la rivière des Aigles près de son embranchement avec la rivière Alex. Ces sédiments deltaïques recouvrent des sédiments juxtaglaciaires marqués par la présence de kettles. Un talus de terrasse de plus de 10 m de hauteur, formé de sable et de gravier, a été observé au site 870. Les sites 278 et 279 présentent des faces de 3 à 6 m de hauteur composées de sable moyen à grossier stratifié avec des lits de gravier plus ou moins nombreux selon l'endroit, ou encore de galets et de cailloux parfois jointifs, dans une matrice sableuse (photos 12 et 13). Un échantillon de gravier concassé (MG-20; 22D13_278A^C) et un autre de sable graveleux (26 % de galets; 22D13_278B) ont été prélevés au site 278. Les granulats grossiers (granite, granodiorite, granitoïdes, anorthosite et gneiss) sont conformes aux exigences de la catégorie 1 du MTQ (tableau 6).

On observe d'autres sédiments deltaïques de classe 1 sur la rive ouest de la Petite rivière Péribonka, 5 km à l'est de Sainte-Jeanne-d'Arc et à l'est du lac Brochet. Des dunes se sont développées à la surface de ces dépôts qui font aussi l'objet de culture de bleuets. Le site 315, en activité lors de notre visite, montre des faces de 8 à 10 m de hauteur formées de sable moyen à grossier stratifié. Le site 294 montre des faces de 5 à 7 m de hauteur composées de sable moyen stratifié avec des interstratifications de gravier (10 à 30 % de galets). Un échantillon de sable graveleux a été

prélevé sur ce site (22D13_294) et les résultats d'analyse montrent que ces matériaux sont de catégorie 1. Des talus de terrasses de 5 à 15 m de hauteur composés de sable ont été observés aux sites 637 et 885.

Source 11

La source 11 se situe dans le secteur de Sainte-Élisabeth-de-Proulx (NE du feuillet 32A16 et SE du feuillet 32H01, RP 2023-03-C03). Elle regroupe plusieurs dépôts juxtaglaciaires et un dépôt deltaïque glaciomarin. Ces dépôts de classes 1 et 2 ont été grandement exploités (sites 295, 296, 300 à 302, 308, 327, 335 à 340 et 483 à 492) et les réserves sont plutôt limitées. Seuls les sites 302, 308 et 492 étaient en activité lors de notre visite. Les autres sites étaient soit abandonnés depuis plusieurs années, soit avaient été réaménagés ou vidés. Plusieurs de ces sites présentent des faces effondrées et recouvertes d'une végétation dense. De plus, la nappe phréatique a été observée au plancher de plusieurs d'entre eux.

À 3 km au sud-est de Sainte-Élisabeth-de-Proulx, un esker enfoui sous des sédiments marins a été exploité. Le site 302, montre des faces de 7 à 10 m de hauteur composées de sable moyen stratifié (stratifications horizontales et obliques) avec quelques lits de gravier. Le sable (granitique; 32A16_302) est de catégorie 1 (tableau 6). Une carrière est exploitée au sud de ce site.

À 1 km au nord de Sainte-Élisabeth-de-Proulx, dans la vallée de la rivière Noire, ce sont des sédiments deltaïques qui font l'objet d'une exploitation. Le site 301 présente des faces effondrées de 2 à 4 m de hauteur constituées de sable très grossier avec des galets (10 à 30 %) et du sable moyen stratifié par endroits. L'analyse d'un échantillon de sable graveleux (32A16_301) indique que les galets (gabbro et granite) et le sable (granitique) sont conformes à la catégorie 1 du MTQ (tableau 6).

D'autres sédiments juxtaglaciaires sont exploités près du Grand lac Roy, à 8 km au nord de Sainte-Élisabeth-de-Proulx. Le site 308 présente des faces de 1 à 3 m de hauteur composées de sable grossier stratifié avec 10 à 40 % de galets, de sable moyen à grossier, ou encore de galets et de cailloux dans une matrice sableuse. La granulométrie varie énormément. Des échantillons de gravier brut (32H01_308A) et de gravier concassé (MG-20; 32H01_308B^C) ont été prélevés dans ce site. Les matériaux grossiers (granite, diorite, anorthosite, granitoïde et gneiss) et le sable (granitique) répondent aux exigences de la catégorie 1 du MTQ (tableau 6).

Source 12

La source 12 regroupe des dépôts de classes 1, 2 et 3 dans le secteur de Dolbeau-Mistassini (centre et sud du feuillet 32A16; carte RP 2023-03-C03). Ces dépôts constituent un immense delta glaciomarin sur les rives de la rivière Mistassini où ils forment de vastes plateaux sableux étagés

reposant sur de l'argile glaciomarine. Ils sont recouverts par de grandes superficies couvertes de dunes et de sédiments organiques mal drainés. La majeure partie est occupée par l'agriculture, dont la culture de bleuets. Ces grands dépôts n'ont été exploités qu'en quelques endroits seulement (sites 303, 309 à 314, 317, 318, 320, 325 et 346), démontrant bien la vocation agricole du secteur. La plupart des exploitations sont de petites sablières personnelles qui n'ont fait qu'entamer les sédiments éoliens en surface, sans atteindre les dépôts deltaïques sous-jacents. Ces sédiments éoliens forment des dunes de 2 à 7 m de hauteur constituées de sable fin (photo 14). Les sédiments deltaïques sont exploités à certains endroits. Les sites 311, 312 et 314 exposent des faces de 5 à 10 m de hauteur composées de sable moyen à grossier stratifié avec un peu de sable fin (photo 15). Le sable prélevé au site 312 (32A16_312) répond aux critères de la catégorie 1 du MTQ.

Les dépôts de classes 1, 2 et 3 se distinguent les uns des autres par leurs épaisseurs et par la profondeur de la nappe phréatique. La limite entre ces dépôts n'est pas toujours bien définie. La superficie importante de ces constructions deltaïques, interprétées par photo aérienne, laisse supposer que les réserves de cette source sont considérables, mais elles pourraient être limitées par la profondeur de la nappe phréatique et par la présence des terres agricoles environnantes.

Source 13

La source 13 est située à 6 km au nord de Saint-Eugène (sud du feuillet 32H01; carte RP 2023-03-C03). Elle est constituée de sédiments juxtaglaciaires qui forment des terrasses de kame adossées aux parois rocheuses de la vallée de la rivière aux Rats. Ces dépôts comptent 5 exploitations (sites 349 à 351, 352, 387 et 479); seuls les sites 350 et 351 étaient en activité lors de notre visite. Ces sites exposent des faces de 4 à 12 m de hauteur composées principalement de sable moyen à grossier stratifié avec des lits de gravier (10 à 30 % de galets). Des lits de galets et de cailloux arrondis de 2 à 4 m d'épaisseur ont aussi été observés aux sites 350 et 351 (photo 16). Un échantillon de gravier (53 % de galets) a été prélevé au site 350 (32H01_350). Ces matériaux grossiers (granite, gneiss et granitoïde) répondent aux exigences de la catégorie 1 du MTQ (tableau 6).

Source 14

La source 14 est délimitée par les municipalités de Girardville, d'Albanel et de Saint-Thomas-Didyme (NE du feuillet 32A15 et NW du feuillet 32A16; carte RP 2023-03-C03). Elle regroupe des dépôts juxtaglaciaires comprenant des eskers au sud (sites 321, 322, 326, 328 à 330, 360 à 369, 555 et 563) et une terrasse de kame au nord (sites 331 à 334, 482, 557 et 886). Les eskers entre Saint-Thomas-Didyme et Albanel pointent à travers une plaine argileuse glaciomarine, alors que la terrasse de kame au sud de Girardville est en partie recouverte de sédiments deltaïques glaciomarins et

de dunes. Les sites 321, 328, 332, 333, 363, 366, 368 et 557 étaient en exploitation lors de notre visite.

À l'est de Saint-Thomas-Didyme, les sites 366 à 368 exposent des faces de 8 à 12 m de hauteur formées de sable moyen à fin stratifié avec quelques lits de sable grossier faiblement graveleux et quelques lits décimétriques de galets et de cailloux arrondis. On note la présence de lits d'argile de 1 à 3 m d'épaisseur en surface (photo 17). Des travaux du MTQ en 1990 (site MTQ 90-043) font mention de la présence d'importants lits de galets et de cailloux au site 367. Ces lits ont probablement tous été exploités, car ils n'ont pas été observés lors de notre visite. Un échantillon de sable a été prélevé au site 366 (32A15_366). Le sable est granitique et répond aux critères de la catégorie 1 du MTQ (tableau 6).

Entre Albanel et Saint-Thomas-Didyme, les sites 360 à 365 montrent des faces de 4 à 8 m de hauteur constituées de sable moyen à fin stratifié avec quelques zones de sable grossier faiblement graveleux et quelques lits de galets et de cailloux arrondis d'une épaisseur inférieure à 1 m. Ces sédiments sont généralement recouverts d'argile. La plupart des faces sont effondrées et recouvertes de végétation et le roc affleure au plancher par endroits.

Au nord d'Albanel, un esker enfoui sous 1 à 4 m d'argile marine a été exploité à 7 endroits. Les sites 321, 322, 326, 328 à 330 et 555 exposent des faces de 4 à 8 m de hauteur composées principalement de sable moyen à fin stratifié. Les sites 321 et 328 étaient en activité lors de notre visite. On a pu y observer des faces de sable graveleux et de gravier (photo 18). Deux échantillons ont été prélevés dans chacun de ces sites (32A16_321 et 32A16_328). En raison de leurs propriétés physico-mécaniques, ces granulats répondent aux critères des catégories 1 et 2 du MTQ. Cependant, la valeur de l'essai au bleu de méthylène des graviers du site 328 est élevée (0,40) et décline ces matériaux.

La terrasse de kame dans la municipalité de Girardville a été exploitée à 7 endroits (sites 331 à 334, 482, 557 et 886). Ces sites présentent des faces de 6 à 12 m de hauteur généralement composées de lits de sable moyen à fin stratifié et de lits de galets et de cailloux arrondis dans une matrice sableuse. La proportion de matériaux grossiers est particulièrement élevée au site 333 où les faces renferment 30 à 60 % de galets et 10 à 20 % de cailloux (photo 19). Un échantillon de matériaux bruts (32A15_333A; granite, gneiss granitique, granodiorite, gabbro, diorite et granitoïde) et un autre de matériaux concassés (32A15_333B^C) ont été prélevés sur ce site. Les propriétés physico-mécaniques de ces matériaux répondent aux critères de la catégorie 2 du MTQ.

Sources 15, 16 et 17

Les sources 15, 16 et 17 sont constituées de sédiments juxtaglaciaires qui se présentent sous la forme d'eskers et de terrasses de kame. Les terrasses de kame forment une bande pratiquement continue de sédiments fluvio-glaciaires

s'étendant sur plus de 40 km entre Saint-Thomas-Didyme et Saint-Félicien. Leur largeur varie généralement entre 250 et 500 m, mais elle peut atteindre plus de 2,5 km par endroits. L'épaisseur de ces dépôts varie de quelques mètres à plus de 20 m.

La source 15 regroupe des dépôts de classes 1 et 2 à l'ouest de Saint-Thomas-Didyme, dans le secteur des lacs à Jim et Vert jusqu'aux lacs Lunettes, Sylvain et Brochet au sud (NE du feuillet 32A15; carte RP 2023-03-C03). Les sédiments fluvioglaciaires sont bordés par endroits de sédiments deltaïques glaciomarins. Les sites 565 à 570 présentent des faces de 3 à 8 m de hauteur composées de sable stratifié, de sable graveleux ou de galets et de cailloux dans une matrice sableuse. En général, les matériaux grossiers sont localisés en surface et reposent sur du sable.

La source 16 se trouve à 2 km à l'ouest de La Doré (nord du feuillet 32A10; cartes RP 2023-03-C01 et RP 2023-03-C03). Les sédiments juxtaglaciaires se présentent sous la forme d'une terrasse de kame et de plusieurs segments d'esker. Les sites 378 à 383 et 853 montrent des faces de 3 à 12 m de hauteur caractérisées par de fortes variations de granulométrie tant latéralement que verticalement. Plusieurs faces sont composées de lits métriques de galets et de cailloux mal triés dans une matrice sableuse sans structure. D'autres sont formées de sable graveleux stratifié ou encore de sable moyen à fin stratifié avec de petits lits silteux. Les lits sont par endroits très déformés (photos 20 et 21). Les sites 378 à 380 étaient en activité lors de notre visite et on a pu y observer des piles de réserve de matériaux concassés. Un échantillon de sable graveleux (32A10_378B, 22 % de galets) et un autre de granulat de type MG-20 (32A10_378A^C) ont été prélevés au site 378, alors qu'un autre de gravier brut (32A10_380, 58 % de galets) a été récupéré au site 380. Les galets du site 378 (granite, granodiorite, gneiss, granitique, granitoïde et anorthosite) répondent aux critères de la catégorie 2 du MTQ, alors que ceux du site 380, dans lequel on observe aussi du calcaire, satisfont aux critères de la catégorie 1.

La source 17, à 10 km à l'ouest de Saint-Prime (jonction des feuillets 32A09 et 32A10; carte RP 2023-03-C01), est constituée de sédiments deltaïques en plus des sédiments juxtaglaciaires caractérisant les sources 15 à 17. Elle regroupe les sites 370 à 376, 390 à 392, 504 à 506, 509 à 511, 517 et 545 à 547. Les sites 370, 371, 510 et 545 étaient en activité lors de notre visite. Entre la Petite rivière à l'Ours et la rivière à l'Ours, les sédiments forment une terrasse de kame adossée au roc et bordée de sédiments glaciomarins. Les sites montrent des faces de 4 à 15 m de hauteur composées principalement de sable moyen à fin stratifié. Des faces comprenant des lits ou des lentilles de galets (20 à 70 %) et de cailloux (5 à 20 %) dans une matrice sableuse ont été observées aux sites 371, 372 et 373. Un échantillon de gravier (46 % de galets) a été prélevé au site 372 (32A09_372). Ces matériaux grossiers (calcaire, granite et gneiss) remplissent les critères de la catégorie 3 du MTQ (tableau 6).

Au sud, dans la vallée de la rivière Ovide, les dépôts sont formés de sédiments deltaïques glaciolacustres et glaciomarins ainsi que de segments d'eskers. Le site 390 est un talus de terrasse glaciomarine de plus de 20 m de hauteur constitué de 6 à 8 m de sable fin à moyen stratifié reposant sur plus de 12 m d'argile glaciomarine (photo 22).

Source 18

La source 18 se trouve à 9 km au sud-ouest de La Doré (centre du feuillet 32A10; carte RP 2023-03-C01). Elle est formée de sédiments juxtaglaciaires, dont des eskers, adossés aux parois rocheuses de la vallée du ruisseau Tremblay et des lacs Long et Boutin. Cette source n'a pas été visitée et a été évaluée à l'aide de photos aériennes et des données LiDAR. On y dénombre 4 sites (sites 863 à 866); aucun ne semble actif.

Source 19

La source 19 se trouve à 8 km au sud de La Doré (est du feuillet 32A10; carte RP 2023-03-C01). Elle est composée de sédiments juxtaglaciaires et d'épandage proglaciaire se présentant sous la forme de terrasses de kame et d'eskers adossés aux parois rocheuses de la vallée de la rivière aux Saumons. Cette source n'est pas exploitée et n'a pas été visitée. Elle a été évaluée à l'aide de photos aériennes et des données LiDAR. L'information a été relevée aux sites 550 et 871 à 874. Cette source se prolonge au sud jusque dans le secteur du lac à François.

Source 20

La source 20, située dans le secteur du lac Fernande, est composée de sédiments juxtaglaciaires se présentant sous la forme de terrasses de kame et d'eskers adossés aux parois rocheuses de la vallée du ruisseau à la Mousse (sud du feuillet 32A10; carte RP 2023-03-C01). Cette source n'a pas été visitée et a été évaluée à l'aide de photos aériennes et des données LiDAR. On y trouve les sites 552 à 554, 875 et 876.

Source 21

La source 21 est située 5 km au SW de Saint-Prime (SW du feuillet 32A09; carte RP 2023-03-C01). Elle regroupe des dépôts de classes 1 et 2. Ceux-ci sont formés de sédiments juxtaglaciaires adossés aux parois rocheuses de la vallée de la rivière aux Iroquois. Près de l'embouchure de la rivière, ces dépôts sont en grande partie recouverts de sédiments deltaïques glaciomarins. Cet axe fluvioglaciaire se prolonge vers le SW jusque dans la vallée du Deuxième bras des Iroquois où l'on observe un esker. Cette source a été grandement exploitée, surtout dans sa partie NE. Elle compte 14 exploitations (393 à 402, 422 et 854 à 856), mais seul le site 393 était en activité lors de notre visite. Les sites (sauf le site 373) présentent des faces dont la hauteur varie

généralement de 2 à 6 m; certaines sont formées de sable moyen à grossier, d'autres de sable graveleux à gravier avec des cailloux. Les sites 395 et 398 bordent un talus de plus de 20 m de hauteur le long de la rivière aux Iroquois. Cependant, le roc est visible au plancher de ces sites.

Le site 393 présente des faces de 8 à 12 m de hauteur composées de matériaux de granulométrie variable. On observe surtout des faces formées de sable moyen à fin stratifié avec quelques petites interstratifications de sable fin silteux passant latéralement à des lits de gravier et de sable grossier alternant avec des lits de sable moyen stratifié. Au plancher de l'exploitation, une face de 2 à 4 m de hauteur est constituée de galets et de cailloux arrondis dans une matrice sableuse. À l'extrémité SW du site, une face de 6 à 8 m de hauteur est composée de sable moyen grossièrement stratifié avec des poches de gravier. Cette face présente des structures de déformation et des failles typiques des matériaux juxtaglaciaires (photo 23).

Un échantillon de gravier (41 % de galets) a été prélevé au site 393 (32A09_393) pour analyse. Les granulats grossiers (calcaire, granite et gneiss) et le sable répondent aux critères de la catégorie 1 du MTQ. Le dépôt de classe 1 dans la vallée du Deuxième bras des Iroquois n'est pas exploité.

Source 22

La source 22 est située 7 km au SW de Saint-Hedwidge-de-Roberval (ouest du feuillet 32A08; carte RP 2023-03-C01). Elle renferme des sédiments juxtaglaciaires qui se présentent sous la forme de terrasses de kame et d'eskers adossés aux parois rocheuses de la vallée de la rivière Ouiatchouaniche. Les exploitations (sites 430 à 433) se trouvent dans la partie nord de cette source, dans le secteur des lacs Beemer et Saint-Pierre, alors que la partie sud, le long du lac Vallée, n'a pas été touchée.

Le site 430 présente des faces de 4 à 7 m de hauteur caractérisées par de fortes variations de granulométrie. Une face est composée de galets (40 à 60 %) et de cailloux (0 à 5 %) arrondis dans une matrice sableuse grossièrement stratifiée. Les matériaux sont mal triés. Une autre face est formée de sable moyen à fin stratifié avec des passages silteux (photo 24). Le site 431 avait été visité en 2007. Il montre des faces de 8 à 10 m de hauteur formées de lits de gravier alternant avec des lits de sable moyen à grossier (photo 25). Un échantillon de gravier (41 % de galets) a été prélevé au site 430 (32A08_430). Le sable est granitique et les galets (granite, calcaire, gabbro et granitoïde) répondent aux exigences de la catégorie 1 du MTQ.

Sources 23 et 24

Les sources 23 (SW du feuillet 32A08, RP 2023-03-C01) et 24 (NW du feuillet 32A01; carte RP 2023-03-C02) sont situées à 8 km à l'ouest du lac des Commissaires. Elles regroupent des sédiments juxtaglaciaires qui forment des terrasses de kame et des eskers adossés aux parois rocheuses de la vallée de la rivière Ouiatchouaniche. Ces dépôts sont

bordés par des sédiments deltaïques glaciolacustres. On y trouve des dépôts de classes 1, 2 et 3 qui ne sont pas exploités et qui n'ont pas été visités. Ils ont été évalués à l'aide de photos aériennes et des données LiDAR.

Source 25

La source 25 est située à 3 km au SW de Roberval (sud du feuillet 32A09 et nord du feuillet 32A08; carte RP 2023-03-C01). Elle est principalement constituée de sédiments juxtaglaciaires qui forment une terrasse de kame de près de 12 km de longueur entre la rivière Ouiatchouaniche et la rivière Ouananiche. Ces sédiments atteignent jusqu'à 20 m d'épaisseur et sont en partie bordés par des sédiments deltaïques glaciomarins.

Cette source a été fortement exploitée, comme en témoignent les 13 sites d'exploitation (407 à 409, 414 à 420 et 440 à 442) plus un site d'observation (500) compris dans les dépôts de classe 1, ainsi que les 14 sites d'exploitation (404 à 406, 410 à 413, 501, 502 et 572 à 576) et un site d'observation (444) dans les dépôts de classe 2. De ce nombre, 7 sites (404, 406, 407, 417 et 440 à 442) étaient en activité lors de notre visite, alors que les autres étaient réaménagés ou abandonnés. Ces sites montrent des matériaux de granulométrie très diverse qui varie d'un endroit à l'autre.

Les dépôts de classe 1 reposent généralement sur le roc et contiennent une forte proportion de galets et de cailloux carbonatés. Le site 407 présente des faces de 5 à 15 m de hauteur adossées au roc. Certaines sont composées de galets (40 à 70 %) et de cailloux (5 à 20 %) arrondis dans une matrice de sable moyen à grossier. Ces matériaux sont mal triés et très grossièrement stratifiés. D'autres faces sont formées de sable moyen à grossier stratifié avec des lits de galets (20 à 40 %) et, par endroits, des lits de sable silteux (photo 26). Un échantillon de gravier brut (32A09_407A, 46 % de galets) et un autre de MG-20 (32A09_407B^C, 59 % de galets) ont été prélevés. Ces matériaux grossiers, fortement calcareux (calcaire, calcaire schisteux, granite et diorite), répondent aux exigences de la catégorie 2 du MTQ.

Le site 440 montre des faces de 3 à 8 m de hauteur. L'une de ces faces est composée de galets (40 à 60 %) et de cailloux (5 à 20 %) dans une matrice de sable moyen à grossier mal trié. Une autre est formée de sable moyen à fin avec des passages silteux plus ou moins importants (photo 27). Les matériaux fins semblent généralement reposer sur les matériaux grossiers. Un échantillon de sable graveleux (32A09_440A, 37 % de galets de calcaire argileux, calcaire, granite, gabbro, diorite et shale calcareux) et un autre de matériaux concassés (32A09_440B^C, MG-20 et pierre nette, 50 % de galets de granite, calcaire, calcaire argileux, gneiss granitique et shale calcareux) ont été prélevés pour analyse. Les matériaux bruts répondent aux critères de la catégorie 2, alors que les matériaux concassés répondent tout juste aux exigences de la catégorie 1.

Dans les dépôts de classe 2, les sites présentent des faces de 3 à 6 m de hauteur composées généralement de sable

moyen à fin stratifié avec, par endroits, des lits de sable fin à silteux. La nappe phréatique affleure au plancher de certains de ces sites.

Source 26

La source 26 est située à 3 km à l'ouest de Chambord (NE du feuillet 32A08; carte RP 2023-03-C01). Elle est constituée de dépôts juxtaglaciaires (classe 1) et de dépôts littoraux glaciomarins (classe 2).

Les dépôts de classe 1 forment une terrasse de kame adossée au roc. Les sites 447, 448 et 450 à 453 présentent des faces de 6 à 15 m de hauteur. Plusieurs faces sont composées de galets (40 à 70 %) et de cailloux (5 à 15 %) mal triés dans une matrice sableuse plus ou moins bien stratifiée selon l'endroit (présence de lits obliques). D'autres faces sont formées de sable moyen à grossier stratifié (stratifications horizontales et obliques) avec 20 à 40 % de galets aplatis et arrondis (photos 28 et 29). Un échantillon de gravier brut (32A08_448A, 53 % de galets) et un échantillon de MG-20 (32A08_448B^C, 49 % de galets) ont été prélevés au site 448. Ces granulats grossiers (calcaire, calcaire argileux, granite et gabbro) répondent respectivement aux critères des catégories 3 et 2. Cependant, les matériaux bruts montrent une valeur à l'essai au bleu de méthylène élevée (0,3), ce qui rend ces matériaux non conformes pour les usages du MTQ. La valeur au bleu de méthylène des matériaux concassés est à la limite de la conformité (0,22). Il serait donc important d'effectuer cet essai pour les matériaux de cette source et des sources environnantes pour s'assurer de leur qualité. Les matériaux fins sont des sables lithiques fortement carbonatés.

Dans les dépôts de classe 2, les sites 446 et 449 montrent des faces effondrées de 6 à 10 m de hauteur formées de sable moyen à fin stratifié avec des passages silteux. La quantité importante de sable fin et la présence de silt limitent l'usage de ces dépôts.

Source 27

La source 27 est située dans le secteur de Saint-François-de-Sales (est du feuillet 32A08; carte RP 2023-03-C01). Elle est constituée de sédiments deltaïques glaciomarins, de sédiments juxtaglaciaires et de quelques crêtes morainiques mineures. Cette source a été exploitée en plusieurs endroits (sites 460, 461, 467, 472, 474 à 476, 478, 602 à 606 et 858), mais la plupart des sites sont abandonnées depuis longtemps ou ont été réaménagés. Cette source renferme surtout du sable avec quelques zones de gravier.

Le site 460 présente des faces de 3 à 8 m de hauteur composées de sable moyen stratifié légèrement graveleux. La proportion de galets atteint près de 40 % à certains endroits. Au site 461, les faces de 6 à 10 m de hauteur exposent surtout du sable moyen à fin avec quelques zones de gravier. Le

site a été complètement réaménagé à l'est et est en activité à l'ouest. À l'est du lac des Bouleaux, les sites 474, 475 et 476 montrent des faces de 4 à 8 m de hauteur formées principalement de sable moyen à grossier stratifié avec ou sans lits de gravier. La proportion de galets atteint 50 % dans une face de 4 m de hauteur au site 474. Ces matériaux renferment des carbonates. Le site 467, au nord du lac Ouiatchouan, montre des faces effondrées de 3 à 6 m de hauteur constituées de sable grossier et de galets fins (10 à 30 %). Un échantillon de sable graveleux (32A08_467; 32 % de galets) y a été prélevé. Le sable répond aux exigences de la catégorie 1 et les galets (granite, calcaire, gabbro et calcaire argileux) à la catégorie 2 du MTQ.

Source 28

La source 28, située à 4 km au sud-est de Desbiens, (est du feuillet 32A08; carte RP 2023-03-C01), est constituée de sédiments deltaïques glaciolacustres formant des terrasses de 20 m de hauteur adossées aux parois rocheuses des vallées de la Grande rivière Désir et de la rivière Métabetchouane. Des coupes naturelles de 15 à 20 m de hauteur ont été observées aux sites 455 et 600. Ces coupes sont surtout formées de sable moyen stratifié légèrement graveleux. Les sites 454, 456 et 473 présentent des faces de 4 à 10 m de hauteur du sable stratifié de granulométrie diverse. Une face de 3 à 5 m de hauteur composée de galets (30 à 60 %) dans une matrice sableuse mal triée a été observée au site 473. Deux échantillons de sable (32A08_454 et 32A08_473A) et un échantillon de gravier (32A08_473B, 57 % de galets) ont été prélevés. Le sable, d'origine sédimentaire et plutonique, répond aux critères de la catégorie 1. Les galets (calcaire, calcaire argileux, granite et gabbro) répondent aux exigences de la catégorie 4 du MTQ.

Source 29

La source 29, située à 6 km au sud de Métabetchouan-Lac-à-la-Croix (ouest du feuillet 22D05; carte RP 2023-03-C01), est constituée de sédiments deltaïques glaciolacustres qui forment des terrasses adossées aux parois rocheuses de la vallée de la rivière Couchepaganiche. Cette source a été exploitée à 7 endroits (sites 239, 240, 543 et 614 à 617), mais la plupart des sites d'exploitation ont été réaménagés. Les sites 239 et 240 montrent des faces de 6 à 10 m de hauteur de sable moyen à fin stratifié (stratifications horizontales et obliques) et de lits de sable silteux plus ou moins importants. Au site 239, ces matériaux sont recouverts de 2 à 4 m de gravier (20 à 40 % de galets) avec quelques cailloux subanguleux dans une matrice sableuse sans structure. Certains galets sont carbonatés et argileux. On y observe aussi des faces de 2 à 4 m de hauteur formées de sable grossier faiblement graveleux reposant sur du sable moyen stratifié.

Source 30

La source 30 est située dans la municipalité de Métabetchouan–Lac-à-la-Croix (nord du feuillet 22D05; carte RP 2023-03-C01). Elle représente les restes d'un important delta juxtaglaciaire atteignant jusqu'à 50 m d'épaisseur (Leduc, 2016). La surface est marquée par de nombreuses crêtes de plage mises en place en bordure de la Mer de Laflamme. Cette source compte 5 vastes exploitations (sites 117 à 119, 141 et 142) dont 4 étaient en activité lors de notre visite. La granulométrie des matériaux varie beaucoup, les faces sableuses côtoyant les faces graveleuses.

Le site 117 montre des faces de 4 à 14 m de hauteur. Dans la partie SE, les faces sont composées de 1 à 2 m de galets et de cailloux entremêlés dans une matrice sableuse sans structure reposant sur 6 à 8 m de sable moyen à grossier stratifié (lits obliques) avec des lits de gravier plus ou moins épais. Le plancher du site est exploité dans la partie NW et on y observe une face de 4 à 6 m de hauteur constituée de sable moyen à grossier stratifié avec quelques lits de gravier (5 à 30 %). Quelques mètres plus loin, une face renferme des galets (50 à 70 %) dans une matrice sableuse sans structure. Un échantillon de sable (22D05_117A) et un échantillon de gravier (22D05_117B) ont été prélevés. Les granulats fins et grossiers (calcaire, calcaire argileux et syénite) renferment des carbonates et répondent aux exigences de la catégorie 1 du MTQ. Cependant, l'échantillon de gravier présente une valeur à l'essai au bleu de méthylène élevée (0,31), ce qui décline ces matériaux.

Les sites 118 et 119 présentent des faces effondrées de 15 à 25 m de hauteur. À la base de la séquence, le plancher du site 118, présente des faces fraîches de 4 à 5 m de hauteur. Ces faces, tout comme au site 117, exposent des matériaux de granulométrie très variable. Les matériaux, constitués de galets jointifs (60 à 70 %) dans une matrice sableuse, passent brusquement du sable moyen au sable grossier plus ou moins bien stratifié avec localement des lits silteux (photo 30).

Les sites 141 et 142 exposent des faces de 4 à 15 m de hauteur. Certaines de ces faces sont constituées de 6 à 8 m de sable moyen à grossier stratifié avec des lits de gravier (15 à 30 % de galets) reposant sur 6 à 7 m de sable moyen à fin stratifié. D'autres sont composées de galets (40 à 60 %) et de sable grossier. Des petits lits de sable silteux, des lits entrecroisés et obliques, des structures de déformation et des failles ont été observés par endroits (photos 31 à 34). Un échantillon de sable graveleux (22D05_141A, 32 % de galets) et un échantillon de gravier (22D05_141B, 42 % de galets) ont été prélevés au site 141. Les granulats fins répondent aux exigences de la catégorie 1 et les granulats grossiers (calcaire, calcaire argileux et syénite) à celles des catégories 3 à 5. Cependant, la valeur à l'essai au bleu de méthylène (0,17) de l'échantillon 22D05_141B, tout près de la limite acceptable, confirme l'importance d'effectuer cet essai pour s'assurer de la conformité des matériaux à exploiter.

Source 31

La source 31 est située environ 4 km à l'ouest d'Hébertville (centre du feuillet 22D05; carte RP 2023-03-C01). Elle est constituée de terrasses de kame d'une vingtaine de mètres de hauteur adossées au roc. La topographie est marquée par la présence d'eskers et de nombreux kettles. Cette source a été exploitée en plusieurs endroits (sites 45 à 48, 88 à 90, 92 et 527), alors que des observations ont été faites aux sites 93 et 116.

Ces sites présentent des faces de 4 à 15 m de hauteur composées de matériaux divers. Le site 46 montre des faces effondrées de plus de 10 m de hauteur. Ce site est exploité au plancher où l'on observe des faces fraîches de 4 à 6 m de hauteur de sable moyen à grossier stratifié (stratifications horizontales et obliques) avec des lits de gravier (10 à 20 % de galets; photo 35). Des failles ont aussi été observées. Les matériaux renferment des carbonates. Un échantillon de sable graveleux (22D05_46, 26 % de galets) a été prélevé. Le sable répond aux critères de la catégorie 1 du MTQ. Une visite effectuée en 1990 par le MTQ indique que la proportion de galets atteignait 40 % par endroits.

Le site 88 compte de nombreuses faces dont plusieurs sont effondrées et en végétation. Ce site, qui s'étend sur 2 km de longueur, est aussi exploité en carrière au sud. Ces faces, dont la hauteur varie de 4 à 10 m, sont composées de matériaux de granulométrie très diverse et plus ou moins bien triés selon l'endroit. Certaines faces sont constituées de sable moyen à grossier stratifié avec des lits de gravier, d'autres de sable moyen à fin stratifié ou encore de galets avec quelques cailloux entremêlés dans une matrice sableuse. Plusieurs faces présentent des stratifications obliques, des failles ou des structures en chenaux entrecoupés (photos 36 et 37). On note aussi la présence de nombreuses piles de réserve de matériaux divers. Un échantillon de gravier (22D05_88, 46 % de galets) a été prélevé. Le sable répond aux critères de la catégorie 1 et les galets (gabbro, syénite, gneiss granitique et particules schisteuses et argileuses) sont localement altérés et répondent aux exigences de la catégorie 5. Il est utile de noter l'absence de carbonate dans ces matériaux.

Le site 90 expose une face fraîche de 8 à 10 m de hauteur composée sable moyen à grossier stratifié (lits horizontaux et obliques) avec des lits de gravier (20 à 50 % de galets; photo 38). Les galets, composés surtout de granitoïdes et sans carbonate, sont par endroits fortement altérés et oxydés. On note la présence de plusieurs piles de réserve de matériaux divers.

Source 32

La source 32 est située à l'extrémité ouest du lac Kénogami (est du feuillet 22D05; carte RP 2023-03-C01). Elle est constituée de sédiments juxtaglaciaires et de sédiments deltaïques glaciomarins formant des terrasses de plus de 20 m de hauteur dont le relief est caractérisé par la présence de nombreux kettles et une abondance de dunes. Les sites 259,

260 et 262, en exploitation lors de notre visite, montrent des faces de 8 à 15 m de hauteur. Ces faces sont composées de sable moyen à fin stratifié ou de sable moyen à grossier stratifié avec localement des lits de sable graveleux (0 à 20 % de galets) et des lits de sable fin à silteux (photos 39 et 40). Des faces contenant jusqu'à 55 % de galets ont été observées lors des visites du MTQ en 1990. Un échantillon de sable graveleux (22D05_260, 27 % de galets) a été prélevé au site 260. Les galets (gneiss granitique, syénite et galets altérés) répondent aux exigences de la catégorie 2 et le sable à celles de la catégorie 1 du MTQ.

CONCLUSIONS

Les travaux d'inventaire réalisés dans le secteur du Saguenay–Lac-Saint-Jean ont permis d'identifier plusieurs nouvelles sources de matériaux granulaires, de même que de qualifier et quantifier les ressources des zones déjà en exploitation. Les principales conclusions de ces travaux peuvent se résumer ainsi :

1 - Dans la zone d'étude, les dépôts susceptibles de fournir du sable et du gravier sont principalement d'origine fluvio-glaciaire (juxtaglaciaire et proglaciaire) et glaciomarine (littoral et deltaïque). Ils se présentent généralement sous la forme de terrasses adossées aux parois rocheuses des vallées des principales rivières de la région et dans la plaine côtière du lac Saint-Jean. Plusieurs d'entre eux sont déjà en exploitation ou on fait l'objet d'exploitation par le passé.

2 - Les granulats de la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean sont dérivés des roches précambriennes du Grenville et, en plus faible proportion, des roches sédimentaires ordoviciennes de la Plate-forme du Saint-Laurent. Les granulats grossiers sont constitués principalement de fragments de diorite, de granodiorite, de granite, de syénite, de gabbro, d'anorthosite, de granitoïdes et de divers types de gneiss. Des fragments de roches sédimentaires (calcaire de dureté variable, shale calcaireux, calcaire argileux), sont aussi couramment rencontrés dans les sédiments au sud du lac Saint-Jean.

3 - Les granulats fins sont principalement des sables granitiques (quartz, feldspaths et micas) avec une faible quantité de minéraux ferromagnésiens. Les grains sont généralement de forme arrondie à subarrondie. Au sud du lac Saint-Jean, les dépôts renferment aussi des sables lithiques contenant des fragments de roches sédimentaires (calcaires, grès et shale) et renferment des proportions élevées de particules plates (fragments schisteux). Dans les secteurs influencés par l'activité éolienne, les sables sont fins et de granulométrie homogène.

4 - La qualité des matériaux de la région est généralement très bonne. Tous les échantillons prélevés répondent aux valeurs minimales de qualité pour les différents usages selon les critères des normes « 2021-2 granulats fins » et « 2021-2 granulats grossiers » du MTQ. Selon leurs caractéristiques

intrinsèques, les granulats fins et grossiers se classent généralement dans les catégories 1 et 2. Cependant, certains échantillons ont été rejetés (déclassés) à cause du résultat à l'essai au bleu de méthylène. Plusieurs sources de granulats sont conformes aux normes pour les bétons de ciment. Pour ces derniers, il est recommandé de faire des essais pour en évaluer le potentiel de réactivité alcalis-granulats.

RÉFÉRENCES

- BRAZEAU, A., 1993. Généralités sur l'inventaire des ressources en granulats au Québec. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec; MB 93-19, 40 pages.
- DAIGNEAULT, R.-A., COUSINEAU, P.A., LEDUC, É., BEAUDOIN, G., MILETTE, S., HORTH, N., ROY, D.W., LAMOTHE, M., ALLARD, G., 2011. Cartographie des formations superficielles réalisée dans le territoire municipalisé du Saguenay–Lac-Saint-Jean (Québec) entre 2009 et 2011. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec; MB 2011-11, 43 pages.
- DIMROTH, E., WOUSSEN, G., ROY, D.W., 1981. Geologic history of the Saguenay region, Quebec (central granulite terrain of the Grenville province): A working hypothesis. *Canadian Journal of Earth Sciences*; volume 18, pages 1506-1522
- DIONNE, J.-C., 1972. Cartes morpho-sédimentologiques (formations meubles) du Saguenay-Lac Saint-Jean, (22C04, 22C05, 22D01, 22D02, 22D03, 22D04, 22D05, 22D06, 22D07, 22D08, 22D10, 22D11, 22D12, 22D13, 22D14, 32A01, 32A07, 32A08, 32A09, 32A10, 32A15, 32A16, 32H01, 32H02). Environnement Canada.
- DIONNE, J.-C., 1977. La mer de Goldthwait au Québec. *Géographie physique et Quaternaire*; volume 31, pages 61-80.
- DIONNE, J.-C., OCCHIETTI, S., 1996. Aperçu du Quaternaire à l'embouchure du Saguenay, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*; volume 50, pages 5-34.
- 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., Gibbard, P.L., editors). Elsevier; *Developments in Quaternary Sciences*, pages 373-424.
- DYKE, A.S., DREDGE, L.A., VINCENT, J.-S., 1982. Configuration and Dynamics of the Laurentide Ice Sheet During the Late Wisconsin Maximum. *Géographie physique et Quaternaire*; volume 36, pages 5-14.
- DYKE, A.S., MOORE, A., ROBERTSON, L., 2003. Déglaciation de l'Amérique du Nord. Commission géologique du Canada; Dossier ouvert 1574, 2 plans.
- 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.
- EL BOURKI, M., MOUKHSIL, A., 2022. Géologie de la région de Dolbeau-Blondelas, Province de Grenville, région du Saguenay–Lac Saint-Jean, Québec, Canada. Ministère des Ressources naturelles et des Forêts, Québec; BG 2022-02.

- HÉBERT, C., LACOSTE, P., 1998. Géologie de la région de Jonquière-Chicoutimi (22D/06). Ministère des Ressources naturelles, Québec; RG 96-08, 34 pages, 1 plan.
- INSTITUT DE LA STATISTIQUE DU QUÉBEC, 2020. Le bilan démographique du Québec. Édition 2020. Institut de la statistique du Québec (ISQ); 183 pages.
- LASALLE, P., TREMBLAY, G., 1978. Dépôts meubles Saguenay–Lac-Saint-Jean. Ministère des Richesses naturelles, Québec; RG 191, 61 pages, 14 plans.
- LAURIN, A.F., SHARMA, K.N.M., 1975. Région des rivières Mistassini, Péribonka, Saguenay, (Grenville 1965-1967). Ministère des Richesses naturelles, Québec; RG 161, 103 pages, 10 plans.
- LEDUC, É., 2016. Le Quaternaire de la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean, Québec : Cartographie, sédimentologie, modélisation de l’extension marine et paléogéographique. Université du Québec à Montréal; mémoire de maîtrise, 185 pages
- LØNNE, I., 1993. Physical signatures of ice advance in a Younger Dryas ice-contact delta, Troms, northern Norway: implications for glacier-terminus history. *Boreas*; volume 22, pages 59-70.
- MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC, 1991a. Inventaire des sources de matériaux, District 90, Roberval. Ministère des transports; Document interne.
- MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC, 1991b. Inventaire des sources de matériaux, District 93, Metabetchouan. Ministère des transports; Document interne.
- MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC, 1991c. Inventaire des sources de matériaux, District 94, Chicoutimi. Ministère des transports; Document interne.
- MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC, 2007. Normes, ouvrages routiers, Tome VII, Matériaux, chapitre 2. Les Publications du Québec.
- MOUKHSIL, A., DAOUDENE, Y., 2019. Géologie de la région du lac des Commissaires, Province de Grenville, région du Saguenay–Lac Saint-Jean, Québec, Canada. Ministère des Ressources naturelles et des Forêts, Québec; BG 2019-01.
- MOUKHSIL, A., EL BOURKI, M., 2020. Géologie de la région de Normandin, Province de Grenville, région du Saguenay–Lac Saint-Jean, Québec, Canada. Ministère des Ressources naturelles et des Forêts, Québec; BG 2020-01.
- MOUKHSIL, A., EL BOURKI, M., 2021. Géologie de la région de Giradville, Province de Grenville, région du Saguenay–Lac Saint-Jean, Québec, Canada. Ministère des Ressources naturelles et des Forêts, Québec; BG 2021-02.
- NEMEC, W. LØNNE, I., BLIKRA, L.H., 1999. The Kregnes moraine in Gaudalen, west-central Norway: anatomy of a Younger Dryas proglacial delta in a paleofjord basin. *Boreas*; volume 28, pages 454-476.
- OCCHIETTI, S., 1983. Laurentide ice sheet: oceanic and climatic implications. *Palaeogeography Palaeoclimatology, Palaeoecology*; volume 44, pages 1-22.
- OCCHIETTI, S., 2007. The Saint-Narcisse morainic complex and early Younger Dryas events on the southeastern margin of the Laurentide Ice Sheet. *Géographie physique et Quaternaire*; volume 61, pages 89-117.
- OCCHIETTI, S., PARENT, M., SHILTS, W.W., DIONNE, J.-C., GOVARE, É., HARMAND, D., 2001. Late Wisconsinan glacial dynamics, deglaciation, and marine invasion in southern Québec. *In: Deglacial History and Relative Sea-Level Changes, Northern New England and Adjacent*. Canada (Weddle, T.K., Retelle, M.J., editors). Geological Society of America; Special Paper 351, pages 243- 270.
- PARENT, M., DUBOIS, J.M.M., BAIL, P., LAROCQUE, A., LAROCQUE, G., 1985. Paléogéographie du Québec méridional entre 12 500 et 8000 B.P. Dans : *Des éléphants, des caribous... et des hommes. La période paléoindienne. Recherches Amérindiennes au Québec*; volume 15, pages 17-37.
- RIVERS, T., MARTIGNOLE, J., GOWER, C.F., DAVIDSON, A., 1989. New tectonic divisions of the Grenville province, southeast Canadian Shield. *Tectonics*; volume 8, pages 63-84.
- ROY, G., 2023. Carte géologique du Québec, édition 2022. Ministère des Ressources naturelles et des Forêts, Québec; DV 2023-01, 1 plan.
- 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.
- TREMBLAY, G., 1971. Géologie et géomorphologie quaternaires à l’Est du Lac-Saint-Jean, Québec, Canada. Université de Paris, thèse de doctorat.

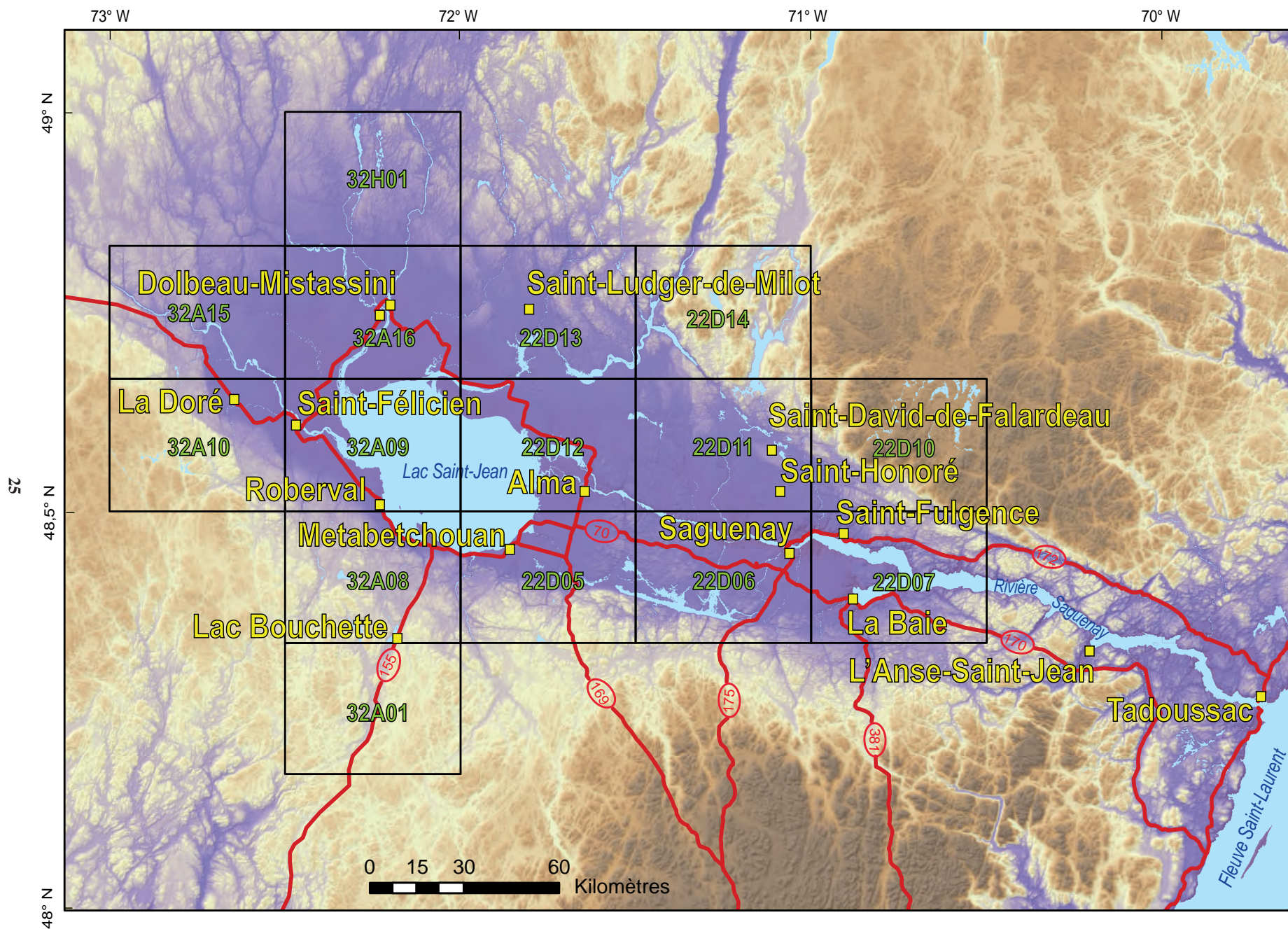


FIGURE 1 – Localisation de la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean

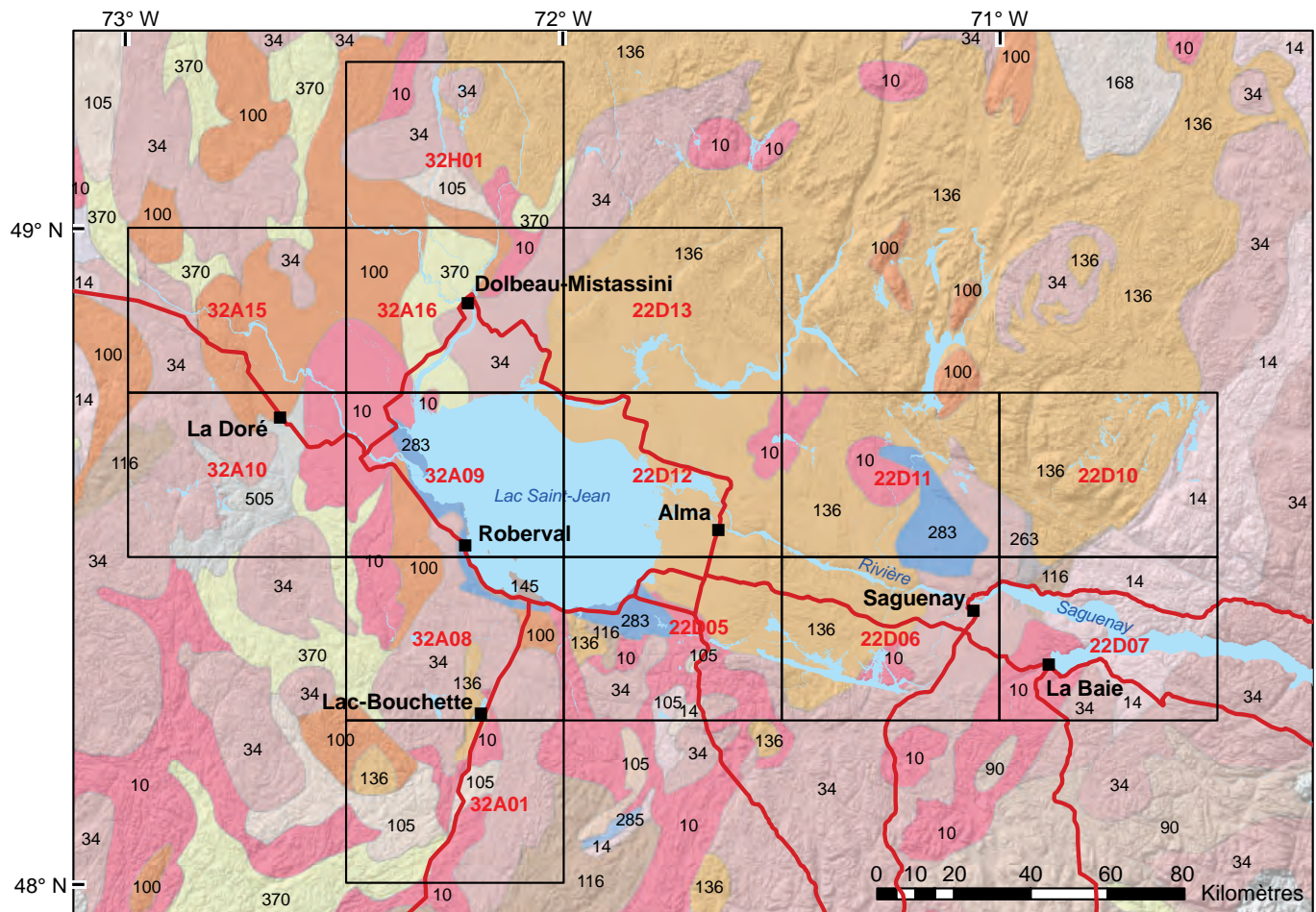


Plate-forme du Saint-Laurent
OrdoVICIEN moyen

- 283 Calcaire, shale, dolomie et grès
- 145 Shale noir calcaireux et calcaire

Province de Grenville
Protérozoïque

Granitoïdes

- 10 Granite, monzonite et pegmatite
- 100 Syénite et monzonite gabbronorite
- 34 Granitoïde, charnockite, jotunite mangérite et syénite à hypersthène
- 263 Tonalite, diorite et gabbro

Roches mafiques à ultramafiques

- 116 Gabbro, pyroxénite, troctolite et amphibolite
- 136 Anorthosite et gabbronorite

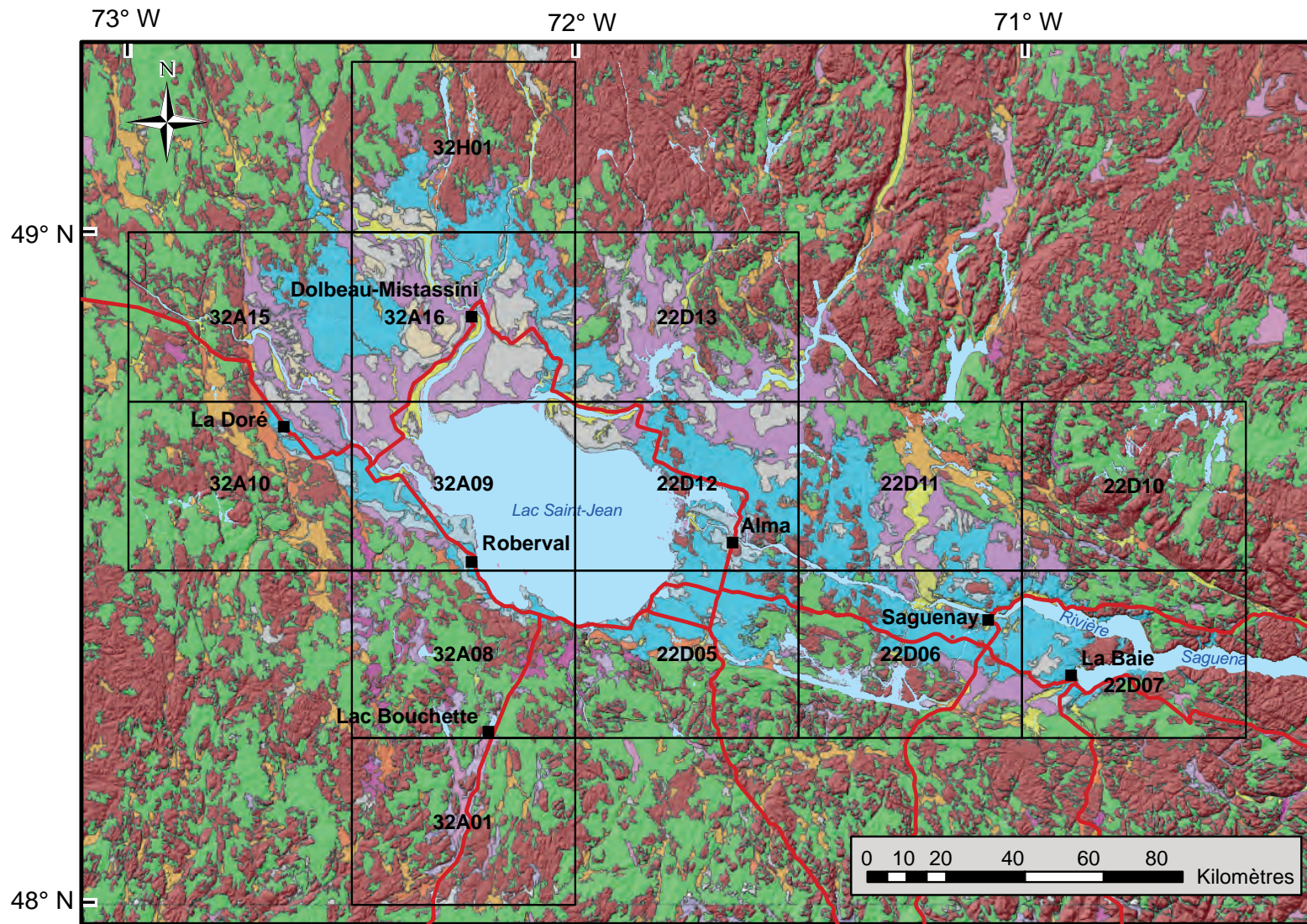
Roches métasédimentaires

- 370 Paragneiss, quartzite, marbre, roche calcosilicatée et amphibolite
- 285 Marbre, roche calcosilicatée, quartzite et amphibolite
- 105 Paragneiss migmatitisé et migmatite d'origine sédimentaire

Archéen et/ou Protérozoïque

- 90 Gneiss charnockitique et enderbite gneissique
- 14 Gneiss granodioritique, gneiss granitique, granulitique, mangérite et charnockitique
- 168 Gneiss charnockitique et mangérite
- 505 Orthogneiss granodioritique à tonalitique et gneiss gris à amphibole-biotite

FIGURE 2 – Géologie du socle du secteur à l'étude.



O	Sédiments organiques	MGa	Sédiments glaciomarins profonds	D	Sédiments deltaïques	T	Till indifférencié
A	Alluvions	MGb	Sédiments glaciomarins littoraux	Go	Épandage fluvio-glaciaire	R	Roche en place
Ed	Sédiments éliens (dunes)	LG	Sédiments glaciolacustres	Gx	Sédiments juxtaglaciaires		

FIGURE 3 – Géologie des dépôts de surface du secteur à l'étude.



Photo 1a – Vues du site 214 en 2007 dans le secteur de Laterrière. Faces de 8 m de hauteur formées de galets et de cailloux ou de sable stratifié (site 214, 22D06).



Photo 1b – Site 214 en 2019. Les faces sont effondrées et en végétation.



Photo 2 – Face de 6 à 8 m de hauteur composée de sable moyen à grossier stratifié avec des lits de gravier plus ou moins nombreux. Présence de chenaux (site 188, 22D07).

ANNEXE – Photographies





Photo 5 – Vaste exploitation commerciale. (A) Fabrication de MG-20. (B) Face de 6 à 8 m de hauteur composée de sable moyen à grossier avec des interstratifications de gravier. (C) Sable et gravier stratifié. Présence de chenaux. (D) Plusieurs piles de réserves de matériaux divers (site 187, 22D07).

ANNEXE – Photographies



Photo 6 – Face de 8 m de hauteur formée de sable moyen à fin stratifié avec des lits de sable fin à silteux. Présence de structures de déformation (convolutes; site 144, 22D06).



Photo 7 – Face de 12 m de hauteur composée de sable moyen à grossier stratifié avec des lits de gravier plus ou moins abondants (site 244, 22D07).

ANNEXE – Photographies



Photo 8 – Sédiments deltaïques. Face de 6 m de hauteur formée de sable moyen à grossier bien trié avec quelques galets présentant des stratifications horizontales et des structures de courant (site 114, 22D11).



Photo 9 – Dépôt juxtaglaciaire exploité au site 36 (22D11). La granulométrie varie beaucoup. (A) Zone de sable grossier avec lits de graviers. (B) Zone de galets avec cailloux dans une matrice sableuse.

ANNEXE – Photographies



Photo 10 – Face de 12 m de hauteur composée de sable moyen à grossier stratifié avec des lits de galets et de cailloux arrondis plus ou moins abondants selon l'endroit (site 258, 22D11).

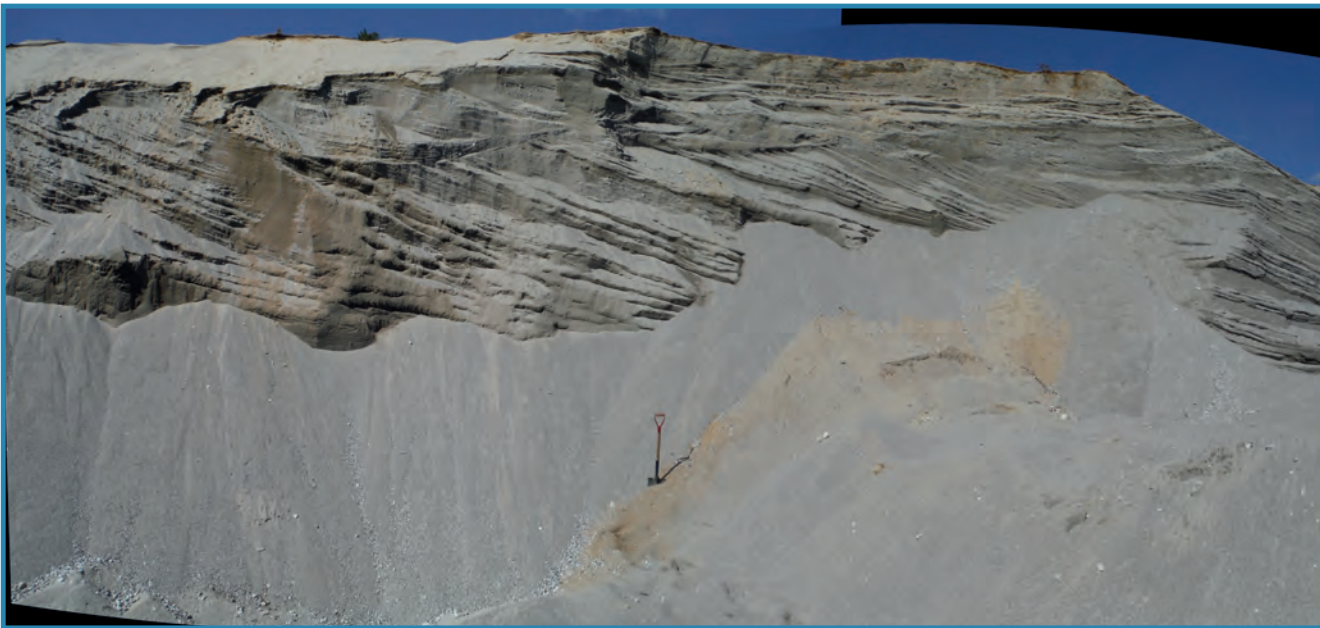


Photo 11 – Sédiments deltaïques. Face de 8 m de hauteur composée de sable moyen à grossier stratifié et bien trié avec quelques galets (site 34, 22D12).

ANNEXE – Photographies



Photo 12 – Face de 3 à 5 m de hauteur au plancher du site composée de sable moyen à grossier stratifié avec un lit de galets et de cailloux subarrondis dans une matrice sableuse (site 278, 22D13)



Photo 13 – Face de 3 à 6 m de hauteur formée de galets et de cailloux subarrondis dans une matrice sableuse exploitée pour la production de MG-20 (site 278, 22D13).

ANNEXE – Photographies



Photo 14 – Dans le secteur de Dolbeau-Mistassini (source 12), les dépôts deltaïques sont par endroits recouverts de dunes formées de sable fin qui peuvent atteindre 2 à 7 m de hauteur. Ces dépôts sont aussi fortement utilisés pour la culture de bleuets.



Photo 15 – Sédiments deltaïques. Face de 8 m de hauteur composée de sable moyen à grossier stratifié et bien trié reposant sur 3 à 4 m de sable fin (site 314, 32A16).

ANNEXE – Photographies

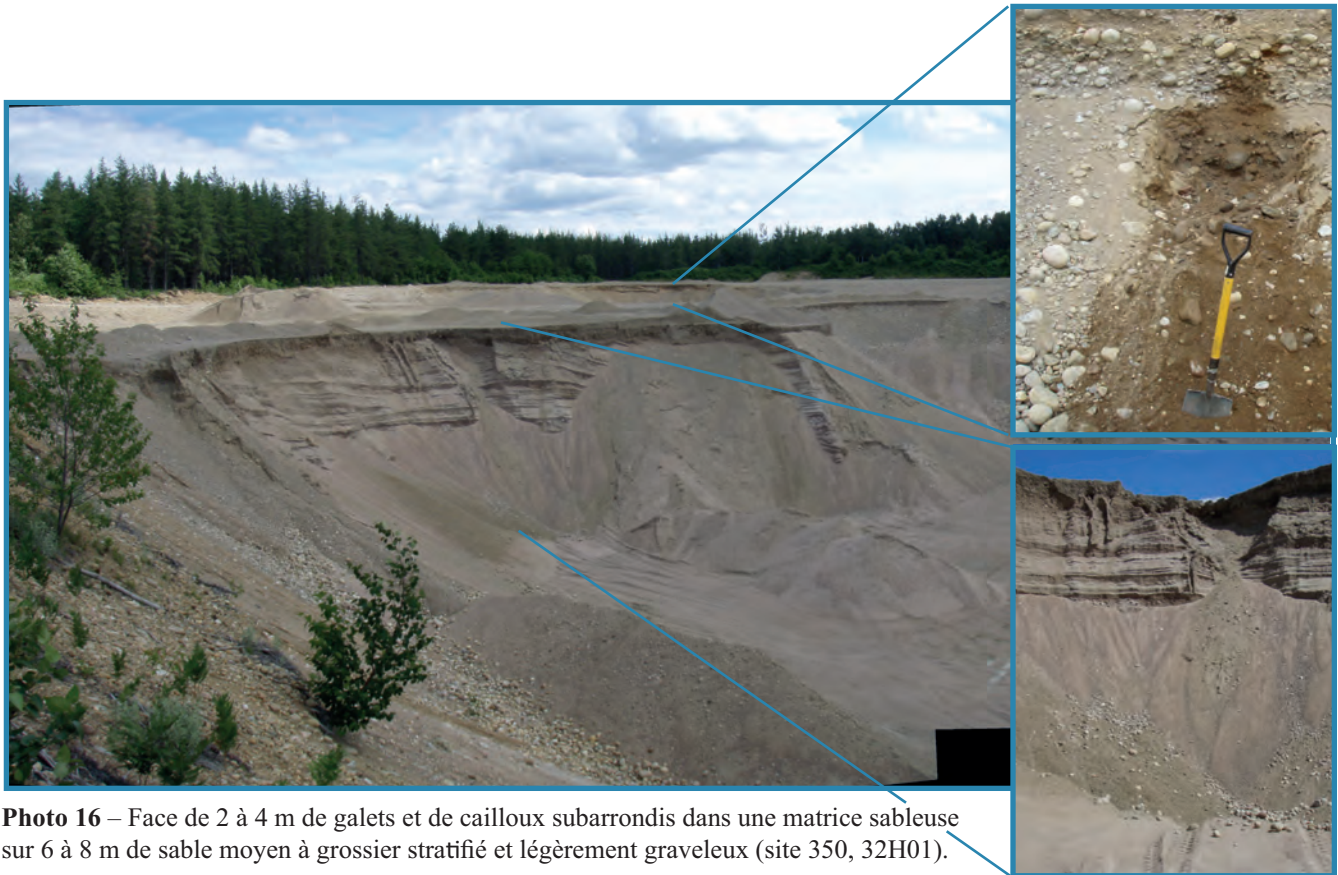


Photo 16 – Face de 2 à 4 m de galets et de cailloux subarrondis dans une matrice sableuse sur 6 à 8 m de sable moyen à grossier stratifié et légèrement graveleux (site 350, 32H01).



Photo 17 – Faces de 8 à 12 m de hauteur formées de sable moyen à fin stratifié avec quelques lits de sable grossier. Présence de lits d'argile de 1 à 3 m d'épaisseur en surface (site 366, 32A16).

ANNEXE – Photographies



Photo 18 – Sédiments juxtaglaciaires. Face formée de 4 à 8 m de sable moyen à grossier et de galets arrondis plus ou moins bien stratifiés recouverts de 1 à 3 m d'argile glaciomarine (site 321, 32A16).



Photo 19 – Facès de 3 à 5 m de hauteur composées de galets (30 à 60 %) et de cailloux (10 à 20 %) subarrondis dans une matrice sableuse (site 333, 32A15).

ANNEXE – Photographies



Photo 20 – Sédiments juxtaglaciaires. Lits de galets et de cailloux dans une matrice de sable fin sans structure et lits de sable moyen à fin très déformés (site 380, 32A10).



Photo 21 – Face de 8 à 10 m de hauteur sur le flanc d'un esker composée de sable moyen à grossier stratifié (site 382, 32A10).

ANNEXE – Photographies



Photo 22 – Coupe naturelle plus de 20 m de hauteur de le long de la rivière à l'Ours composée de 6 à 8 m de sable moyen à fin stratifié reposant sur plus de 12 m d'argile (site 390, 32A09).



Photo 23 – Sédiments juxtaglaciaires de granulométrie variable. (A) Lits de sable moyen à fin passant à du gravier. (B) Lits massifs de sable et de gravier présentant des structures de déformation (site 393, 32A09).

ANNEXE – Photographies



Photo 24 – Sédiments juxtaglaciaires montrant une variation rapide dans la granulométrie. (A) Faces de 4 à 7 m de hauteur formées de gravier plus ou moins bien stratifié passant latéralement à (B) du sable moyen à fin stratifié (site 430, 32A08).



Photo 25 – (A) Site 431 visité en 2007. Il expose des faces de 8 à 10 m de hauteur formées de lits de gravier alternant avec des lits de sable moyen à grossier. (B) Lors de notre visite en 2019, les faces étaient effondrées (site 431, 32A08).

ANNEXE – Photographies





Photo 28 – Dépôt juxtaglaciaire. Faces de 6 à 15 m de hauteur composées de galets (40 à 70 %) et de cailloux (0 à 10 %) dans une matrice sableuse plus ou moins bien stratifiée selon l'endroit (présence de lits obliques) et faces de sable moyen à fin (site 451, 32A08). (A) Vue détaillée.

42



Photo 29 – Dépôt juxtaglaciaire. Faces de 4 à 8 m de hauteur composées d'une unité de sable grossier à moyen plus ou moins bien stratifié avec des galets fins surmontés d'une unité de galets (40 à 60 %) et de cailloux (5 à 10 %) dans une matrice sableuse (site 448, 32A08). (A) Vue détaillée.

ANNEXE – Photographies



Photo 30 – Faces de 3 à 5 m de hauteur composées de galets (30 à 60 %) et de cailloux (10 à 20 %) subarrondis dans une matrice sableuse (site 118, 22D05).



Photo 31 – Delta-kame à Métabetchouan–Lac-à-la-Croix. Vue des sites 141 et 142 (22D05).

ANNEXE – Photographies



Photo 32 – Delta-kame. Face de 12 à 15 m de hauteur composée de 6 à 8 m de sable graveleux stratifié reposant sur 6 à 7 m de sable moyen à fin stratifié. Présence de lits obliques et entrecroisés (site 141, 22D05).



Photo 33 – Delta-kame. Face de 4 m de hauteur composée de galets dans une matrice sableuse (site 141, 22D05).



Photo 34 – Delta-kame. Face formée de gravier reposant sur du sable. Présence de failles (site 141, 22D05).



Photo 35 – Le plancher du site 46 est exploité et on y observe des faces fraîches de 4 à 6 m de hauteur composées de sable moyen à grossier stratifié (stratifications horizontales et obliques) avec des lits de gravier (site 46, 22D05).



Photo 36 – Faces de 6 à 8 m de hauteur constituées de sable moyen à grossier avec des lits de gravier. Les matériaux sont plus ou moins bien triés et présente des stratifications horizontales et obliques (site 88, 22D05).

ANNEXE – Photographies



Photo 37 – Sédiments juxtaglaciaires. Faces fraîches de 6 à 10 m de hauteur composées de sable moyen à grossier, plus ou moins bien stratifié avec quelques passages de gravier. Structure de chenaux (site 88, 22D05).



Photo 38 – Face de 8 à 10 m de hauteur composée de sable moyen à grossier stratifié (stratifications horizontales et obliques) avec des lits de gravier (20 à 50 % de galets) (site 90, 22D05).

ANNEXE – Photographies



Photo 39 – Sédiments juxtaglaciaires. Faces semi-effondrées de 10 à 15 m de hauteur composées de sable moyen à grossier stratifié avec quelques lits de galets avec cailloux (site 260, 22D05).



Photo 40 – Delta glaciomarin dans la région du lac Kénogami. Faces de 6 à 12 m de hauteur composées de sable moyen à fin stratifié avec localement des lits de sable fin à silteux (A) ou de sable moyen à grossier stratifié faiblement graveleux (B) (site 262, 22D05).



Ressources naturelles
et Forêts

Québec

