

# MB 2021-11

Cartographie des formations superficielles réalisée dans les territoires municipalisés de la Mauricie-Est

Documents complémentaires

*Additional Files*



Licence



*License*

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

Énergie et Ressources  
naturelles

Québec 



## **Cartographie des formations superficielles réalisée dans les territoires municipalisés de la Mauricie-Est**

Étienne Brouard, Julien Walter et Patrick Lajeunesse

MB 2021-11

**Avertissement**

Ce document est une copie fidèle du manuscrit soumis par l'auteur, sauf pour une vérification sommaire destinée à assurer une qualité convenable de diffusion.

# Cartographie des formations superficielles réalisée dans les territoires municipalisés de la Mauricie-Est

Étienne Brouard<sup>1</sup>, Julien Walter<sup>1</sup>, Patrick Lajeunesse<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Département des Sciences Appliquées, Université du Québec à Chicoutimi, 555, boulevard de l'Université, Chicoutimi, (Québec), G7H 2B1 Canada

<sup>2</sup> Département de géographie, Université Laval, Québec, Québec G1V 0A6, Canada

## Résumé

La géologie des dépôts superficiels constitue un élément essentiel à la compréhension des environnements hydrogéologiques d'une région. Ce rapport présente les résultats des travaux de cartographie des dépôts de surface effectués dans la région de la Mauricie-Est, un projet de cartographie s'inscrivant dans le cadre du 4<sup>e</sup> volet des projets du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES). Le territoire à l'étude s'étend sur un peu plus de 6000 km<sup>2</sup> entre le fleuve Saint-Laurent et la partie nord de la municipalité de La Tuque, couvrant en partie 14 feuillets SRNC (1/50 000). Lorsque le roc n'apparaît pas en surface, on trouve ces grandes classes de sédiments : des dépôts glaciaires (tills); des dépôts juxtaglaciaires mis en place en marge de l'Inlandsis Laurentidien et sous l'influence de l'eau de fonte; des dépôts fluvioglaciaires prenant la forme de grandes plaines d'épandage; des dépôts glaciomarins de la Mer de Champlain; des dépôts glaciolacustres associés au Lac Lampsilis ou à des lacs de barrage glaciaires; des dépôts éoliens mis en place lors de l'exondation des plans d'eau glaciomarins et glaciolacustres; des dépôts de versant associés aux mouvements des sédiments vers le bas des pentes; des dépôts alluviaux associés à l'évolution du réseau fluvial postglaciaire; et finalement, des dépôts organiques correspondant aux milieux humides. Les travaux de terrain ont permis de valider les analyses par photo-interprétation pour 206 sites. Les données recueillies ainsi que les cartes de dépôts de surface fourniront donc une base solide pour la suite des travaux d'acquisition des connaissances sur les eaux souterraines de la Mauricie-Est.

Rapport présenté au

*Ministère de l'Énergie et des Ressources Naturelles du Québec*

12 juillet 2021





# Tables des matières

Liste des figures.....	ii
Liste des tableaux .....	iv
1. Introduction .....	1
2. Contexte régional.....	3
2.1 Physiographie .....	3
2.2 Hydrographie.....	5
2.3 Géologie du substrat rocheux .....	7
2.4 Géologie du Quaternaire.....	10
2.4.1 Dépôts antérieurs à la dernière glaciation (> 24 ka) .....	10
2.4.2 Dépôts associés à la dernière glaciation et déglaciation (24 – 8,5 ka).....	11
2.4.3 Dépôts paraglaciales (< 8,5 ka) .....	13
2.5 Cartographie des dépôts de surface .....	14
3. Méthodologie.....	16
3.1 Acquisition des données .....	18
3.2 Photo-interprétation préliminaire.....	18
3.3 Campagne de terrain 2021 .....	18
3.4 Photo-interprétation finale et mise en carte .....	21
4. Unités lithostratigraphiques de la Mauricie-Est.....	22
4.1 Roc (R, Ri, Rs, Rm).....	22
4.2 Till de fond (Tc, Tm, Tr, Trm) .....	24
4.3 Till de fusion (Tf) .....	28
4.4 Sédiments juxtaglaciaires (Gx).....	30
4.5 Sédiments de moraine frontale (GxT) .....	33
4.6 Sédiments d'épandages proglaciaires subaériens (Go).....	35
4.7 Sédiments glaciomarins .....	38
4.7.1 Sédiments glaciomarins fin d'eau profonde (MGa) .....	40
4.7.2 Sédiments glaciomarins littoraux et pré-littoraux (MGb).....	46
4.7.3 Sédiments glaciomarins deltaïques (MGd).....	48
4.8 Sédiments glaciolacustres.....	51
4.8.1 Sédiments glaciolacustres fin d'eau profonde (LGa).....	53
4.8.2 Sédiments glaciolacustres littoraux et pré-littoraux (LGb) .....	54
4.8.3 Sédiments glaciolacustres deltaïques (LGd).....	57
4.9 Dépôts éoliens (Ed) .....	58
4.10 Dépôts alluviaux (Ap, Ax).....	61
4.11 Dépôts de versant.....	63
4.11.1 Dépôts de versant indifférenciés (C) .....	63

4.11.2 Dépôts de glissements de terrain (Cg) .....	65
4.12 Dépôts organiques indifférenciés (O) .....	66
5. Conclusions .....	68
6. Références .....	69

## Liste des figures

<b>Figure 1</b>   Région de la Mauricie-Est, municipalités régionales de comté (MRC), municipalités et feuillets SNRC (pointillés) couverts le projet de cartographie. ....	2
<b>Figure 2</b>   Contextes physiographiques et élévations en Mauricie-Est. ....	4
<b>Figure 3</b>   Hydrographie et bassins versant de niveau 1 de la Mauricie-Est. ....	6
<b>Figure 4</b>   Géologie du substrat rocheux en Mauricie-Est. ....	9
<b>Figure 5</b>   Limites de la zone d'influence du bassin lacustre du Lac à Lampsilis ; la terrasse de Rigaud (60 m) et celle de Saint-Barthélemy (20 m). Modifiée de Lamarche et al. (2006). ....	14
<b>Figure 7</b>   Cartographie préliminaire des formations superficielles de la région de la Mauricie-Est selon l'auteur. ....	17
<b>Figure 8</b>   Formulaire de saisie numérique de la base de données Access conformément à la géofiche papier du SIGÉOM (Ministère de l'Énergie et des Ressources Naturelles). ....	19
<b>Figure 9</b>   Localisation des 206 stations de validation visité dans la région de la Mauricie-Est lors de la campagne de terrain 2021. ....	20
<b>Figure 10</b>   Répartition du roc affleurant en surface sur le territoire de la Mauricie-Est. ....	23
<b>Figure 11</b>   Exemple de roc affleurant à la surface à la station #10 (EB0517010). ....	24
<b>Figure 12</b>   Exemple de till de fond en couverture continu très compact à la station #81 (EB0523081). ....	25
<b>Figure 13</b>   Exemple de till de fond en couverture continu lâche la station #97 (EB0524097). La partie supérieure de ce till est très lâche comme en témoignent les cavités laissées par le matériel qui a glissé vers le bas de la coupe. ....	25
<b>Figure 14</b>   Exemple de till de fond en couverture discontinue à la station #81 (EB0526120). ....	26
<b>Figure 15</b>   Exemple de till de fond remanié en couverture continu à la station #40 (EB0520040). ....	26
<b>Figure 16</b>   Répartition des différents tills de fond affleurant en surface sur le territoire de la Mauricie-Est. ....	27
<b>Figure 17</b>   Exemple de till de fusion à la station #40 (EB0521047). ....	28
<b>Figure 18</b>   Répartition du till de fusion affleurant en surface sur le territoire de la Mauricie-Est. ....	29
<b>Figure 19</b>   Exemple de dépôt juxtaglaciaires à la station #121 (EB0527121). Le dépôt présente des blocs subanguleux imbriqués qui témoignent d'un faible déplacement depuis la source, mais d'un fort courant. ....	31
<b>Figure 20</b>   Répartition des dépôts juxtaglaciaires affleurant en surface et des eskers sur le territoire de la Mauricie-Est. ....	32
<b>Figure 21</b>   Répartition des dépôts de moraine frontale affleurant en surface et des crêtes morainiques répertoriées sur le territoire de la Mauricie-Est. ....	34
<b>Figure 22</b>   Exemple de dépôt de la moraine frontale de Saint-Narcisse à la station #40 (EB052040). Le dépôt montre des blocs imbriqués bien triés ainsi que niveaux de sables à stratification oblique, semblables à des lits frontaux de delta glaciomarin. ....	35
<b>Figure 23</b>   Exemple de dépôts d'épandage subaériens à la station #109 (EB0526109). Sur le terrain, les dépôts d'épandage sont facilement reconnaissables de par la présence de petits blocs arrondis jointifs présentant une forme ovoïde. ....	35

<b>Figure 24</b>   Exemple de dépôts d'épandage subaériens à la station #165 (EB0530165). On remarque la présence de nombreux cailloux à forme ovoïde surmontés d'un bloc erratique suggérant la présence de glace lors de la mise en place du dépôt.....	36
<b>Figure 25</b>   Répartition des dépôts d'épandage subaériens affleurant en surface sur le territoire de la Mauricie-Est. ....	37
<b>Figure 26</b>   Élévation centrale (m) de chaque étendue de dépôts marins identifiés dans la région de Mauricie-Est. ....	39
<b>Figure 27</b>   Élévation centrale (m) de chaque étendue de dépôts marins identifiés dans la région de Mauricie-Est en fonction de la latitude. La limite marine semble varier entre 200 m dans le sud de la zone d'étude et 240 m dans la partie nord.....	40
<b>Figure 28</b>   Exemple de dépôts glaciomarins fin d'eau profonde (brun) surmontés de lits frontaux deltaïques (jaune-brun) à la station #20 (EB0518020).....	41
<b>Figure 29</b>   Exemple de dépôts glaciomarins fin d'eau profonde avec litage à la station #20 (EB0518020). ....	42
<b>Figure 30</b>   Exemple de dépôts glaciomarins fin d'eau profonde avec litage à la station #123 (EB0527123). ....	43
<b>Figure 31</b>   Exemple de dépôts glaciomarins fin d'eau profonde avec litage à la station #194 (EB0602194). La présence d'horizons silto-sableux augmente la perméabilité et l'anisotropie. ....	44
<b>Figure 32</b>   Répartition des dépôts glaciomarins fin affleurant en surface sur le territoire de la Mauricie-Est.....	45
<b>Figure 33</b>   Exemple de dépôts glaciomarins littoraux ou pré-littoraux à la station #18 (EB0518018). ....	46
<b>Figure 34</b>   Répartition des dépôts glaciomarins littoraux ou pré-littoraux affleurant en surface sur le territoire de la Mauricie-Est. ....	47
<b>Figure 35</b>   Exemple de dépôts glacio-marins deltaïque à la station #57 (EB0521057). On y retrouve les deux unités supérieures typiques des deltas, c.-à-d., les lits frontaux sableux et inclinés en bas de coupe, surmontés par les lits sommitaux. ....	48
<b>Figure 37</b>   Répartition des dépôts glaciomarins deltaïques affleurant en surface sur le territoire de la Mauricie-Est....	50
<b>Figure 38</b>   Étendue approximative des lacs glaciaires et des dépôts glaciolacustres identifiés dans la région de la Mauricie-Est. ....	52
<b>Figure 39</b>   Exemple de dépôts glaciolacustres fin d'eau profonde à la station #105 (EB0521105). ....	53
<b>Figure 40</b>   Exemple de dépôts glaciolacustres fin d'eau profonde (rythmites?) à la station #105 (EB0521105). ....	54
<b>Figure 41</b>   Exemple de dépôts glaciolacustres littoraux ou pré-littoraux associés au Lac glaciaire Lampsilis à la station #23 (EB0518023). ....	55
<b>Figure 42</b>   Exemple de dépôts glaciolacustres littoraux ou pré-littoraux associés au Lac glaciaire Wayagamac à la station #125 (EB0527125). ....	56
<b>Figure 43</b>   Exemple de dépôts glaciolacustres littoraux ou pré-littoraux associés au Lac glaciaire Édouard à la station #168 (EB0530168). ....	57
<b>Figure 44</b>   Exemple de dépôts glaciolacustres deltaïque à la station #140 (EB0529140). On y retrouve les deux unités supérieures typiques des deltas, c.-à-d., les lits frontaux sableux et inclinés en bas de coupe, surmontés par les lits sommitaux. ....	58
<b>Figure 45</b>   Exemple de dépôts éoliens dans une dune bâtie sur des dépôts glaciomarins littoraux à la station #80 (EB0523080). ....	59
<b>Figure 46</b>   Répartition des dépôts éoliens affleurant en surface sur le territoire de la Mauricie-Est. ....	60
<b>Figure 47</b>   Exemple de dépôts d'alluvions de terrasses anciennes (Ax) à la station #15 (EB0518015). ....	62
<b>Figure 48</b>   Répartition des dépôts alluviaux affleurant en surface sur le territoire de la Mauricie-Est.....	62
<b>Figure 49</b>   Exemple de dépôts de versant indifférencié à la station #75 (EB0522075). ....	63

**Figure 50** | Répartition des dépôts de versant (indifférenciés ou de glissement de terrain) affleurant en surface sur le territoire de la Mauricie-Est.....64

**Figure 51** | Exemple de dépôts de versant indifférencié à la station #104 (EB0525104). .....65

**Figure 52** | Exemple d’expression en surface (étagement) d’un glissement de terrain rotationnel à la station #99 (EB0525099). .....66

**Figure 53** | Répartition des dépôts organiques affleurant en surface sur le territoire de la Mauricie-Est. ....67

**Liste des tableaux**

**Tableau 1** | Cadre stratigraphique et hypothèse de corrélation des unités du Pléistocène de la vallée du Saint-Laurent. Modifié d’Occhietti et al., 1996. Les traits en zigzag montrent une lacune d’érosion. Les âges en ka sont définis par le stade isotope associé aux unités (Lisieki & Raymo, 2005). ..... 11

**Tableau 2** | Superficie et proportion occupés par les dépôts de surface cartographiée en Mauricie-Est. ....22

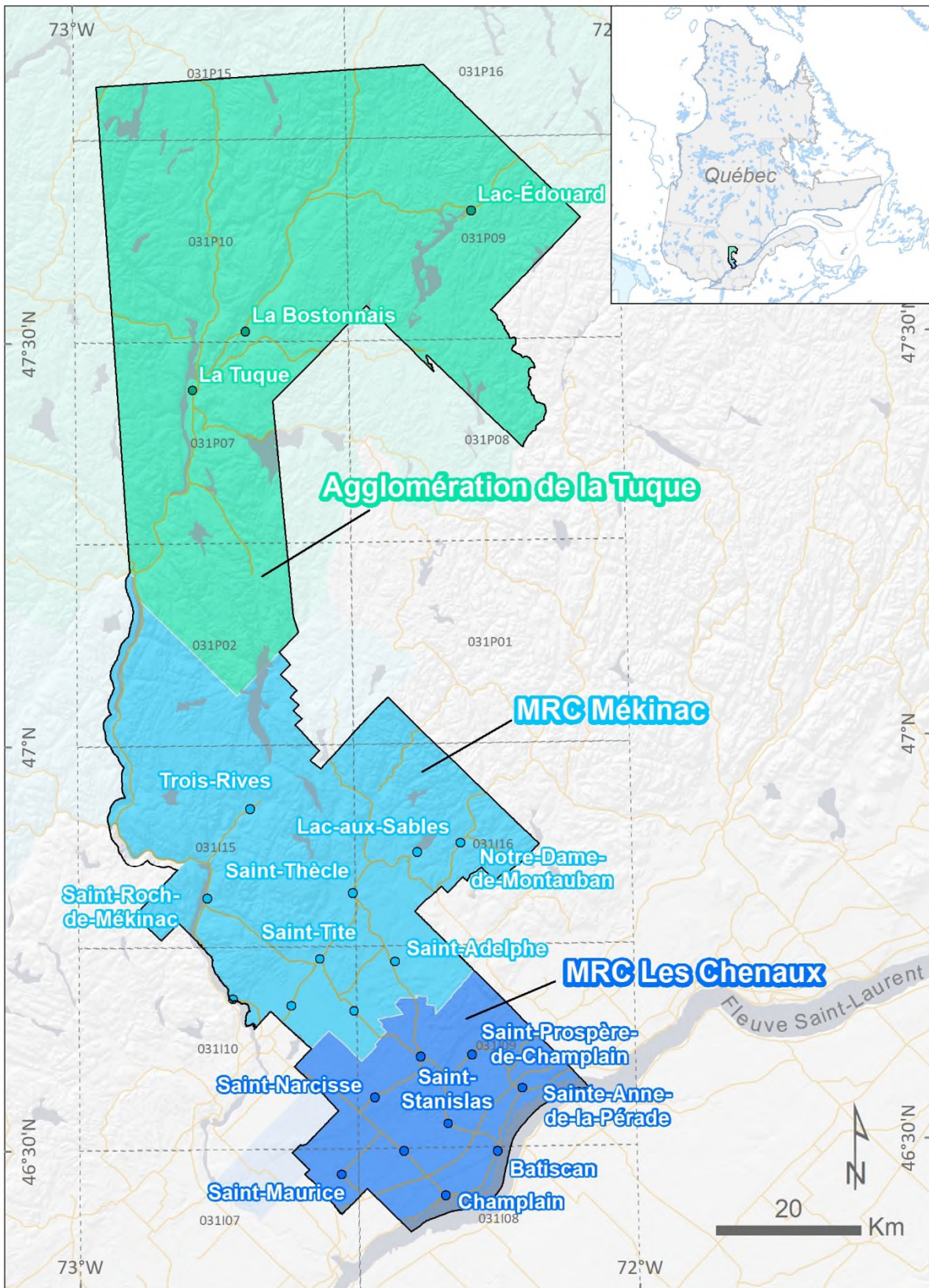
## 1. Introduction

En 2018, le Ministère du développement durable, de l'environnement et de la lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) a initié la 4<sup>e</sup> phase du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES), dont l'objectif ultime visait à brosser un portrait réaliste et concret des ressources en eaux souterraines des territoires municipalisés du Québec méridional non couvert par les 3 premières phases du programme. Le projet PACES Mauricie-Est s'insère dans cette 4<sup>e</sup> phase du PACES. Les travaux présentés dans le présent rapport constituent la mise à jour des données sur les formations superficielles des territoires municipalisés de la Mauricie-Est pour le bénéfice de la connaissance géologique et hydrogéologique de cette portion du territoire.

Le mandat des travaux effectués entre 2019 et 2021 visait à produire des cartes des formations superficielles à l'échelle du 1 :50 000 pour 14 cartes couvrant environ 6 000 km<sup>2</sup> du territoire municipalisé de la Mauricie-Est, soient les feuillets du Système national de référence cartographique (SNRC) suivants : 031I07, 031I10, 031I09, 031I10, 031I15, 031I16, 031P01, 031P02, 031P07, 031P08, 031P09, 031P10, 031P15, 031P16 (fig. 1).

Les secteurs cartographiés se situent dans la région administrative de la Mauricie et s'étendent sur deux municipalités régionales de comté (MRC) : Les Chenaux et Mékinac et l'Agglomération de La Tuque (fig. 1). Selon l'Institut de la statistique du Gouvernement du Québec, la population totale occupant ces territoires en 2019 était respectivement de 19 082, 12 367 et 15 055, pour un total de 46 504 habitants.





**Figure 1** | Région de la Mauricie-Est, municipalités régionales de comté (MRC), municipalités et feuillets SNRC (pointillés) couverts le projet de cartographie.

## 2. Contexte régional

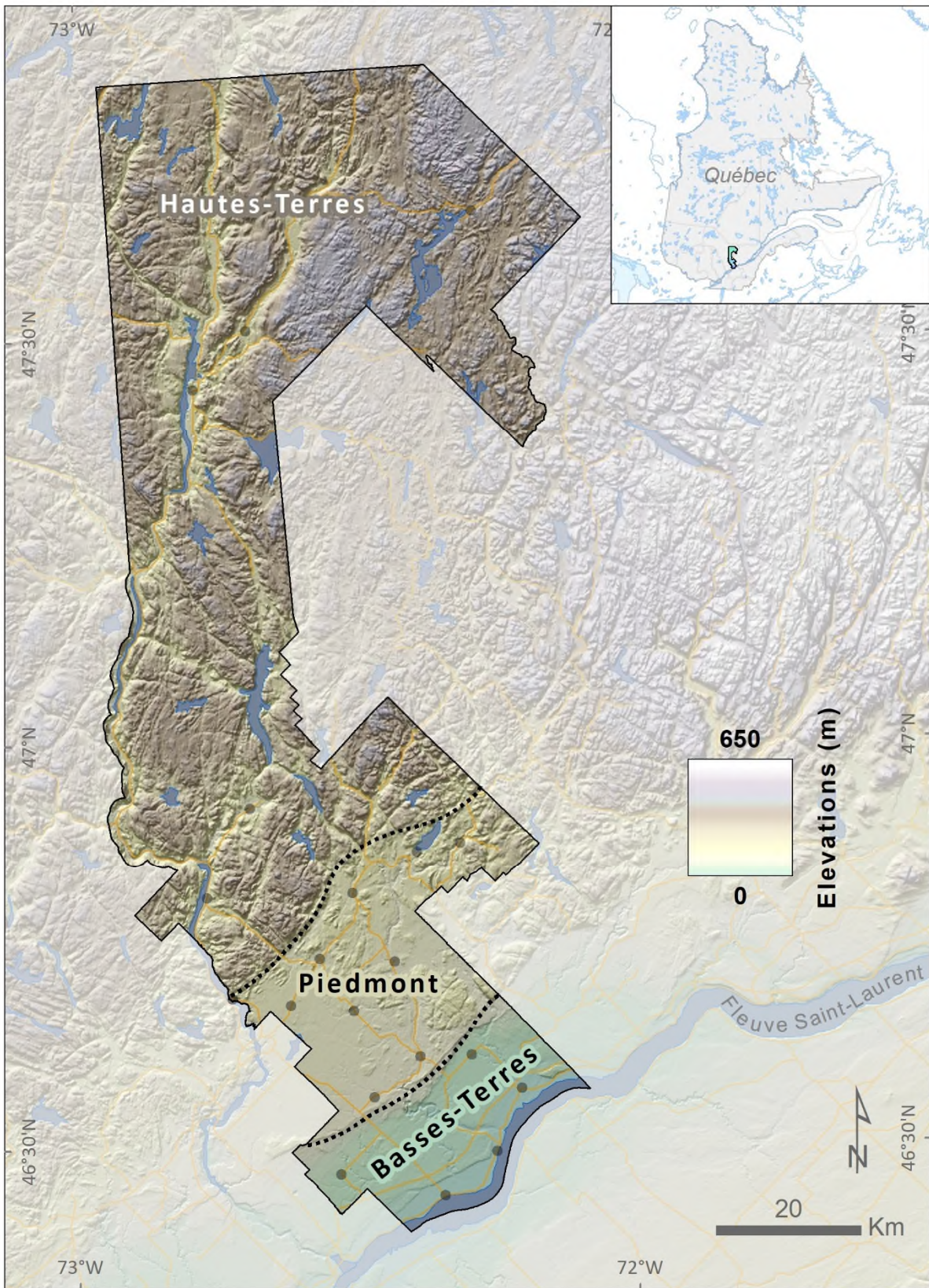
### 2.1 Physiographie

Le territoire municipalisé de l'est de la Mauricie est situé au nord du Fleuve Saint-Laurent et s'étend sur une largeur d'environ 40 km et sur une longueur d'environ 160 km (fig. 1). Selon le cadre écologique de référence du Québec du ministère de l'environnement (Ducruc et al. 2000), la région de l'est de la Mauricie se caractérise par trois grandes provinces naturelles distinctes: le plateau des Laurentides (Hautes-terres), un plateau de piedmont et la plaine du Saint-Laurent. Les Hautes-Terres Laurentiennes (fig.2), situées au nord du territoire municipalisé, constituent le relief le plus escarpé, composé de collines, de plateaux et de dépressions dont l'altitude moyenne est de 326 m. Le point le plus haut se situe à l'est dans la municipalité du Lac-Édouard et atteint une altitude de 617 m. La limite topographique entre les Hautes-Terres et le piedmont se situe à une altitude d'environ 180 m. Les Hautes-Terres occupent 77% du territoire soit une superficie de 4 544 km<sup>2</sup>. Les collines sont généralement recoupées de vallées étroites orientées N-NO/S-SE, notamment la vallée de la rivière Saint-Maurice, contrôlant fortement le réseau hydrographique.

Le piedmont est une zone où la pente est généralement douce et située au pied d'une chaîne de montagnes ou d'un massif. Elle est généralement composée d'accumulations détritiques (fluvio-glaciaire, alluvions, etc.) induites par l'érosion du relief. La zone de piedmont en Mauricie-Est constitue la limite entre les Hautes-Terres et les Basses-Terres et couvre une superficie de 836 km<sup>2</sup> soit 14% du territoire à l'étude. La zone du piedmont est principalement circonscrite par la ligne d'élévation de 180 m au nord et la ligne de 80 m au sud.

Les Basses-Terres du Saint-Laurent constituent une région où le relief est relativement plat. Elles s'élèvent à une altitude moyenne de 31 m et sont principalement limitées au nord par la ligne d'élévation de 80 m. Le point le plus bas se situe sur l'Île de la Batture de la municipalité de Sainte-Anne-de-la-Pérade et atteint 2,5 m en dessus du niveau de la mer. Les Basses-Terres occupent 9 % du territoire pour une superficie d'environ 555 km<sup>2</sup>.



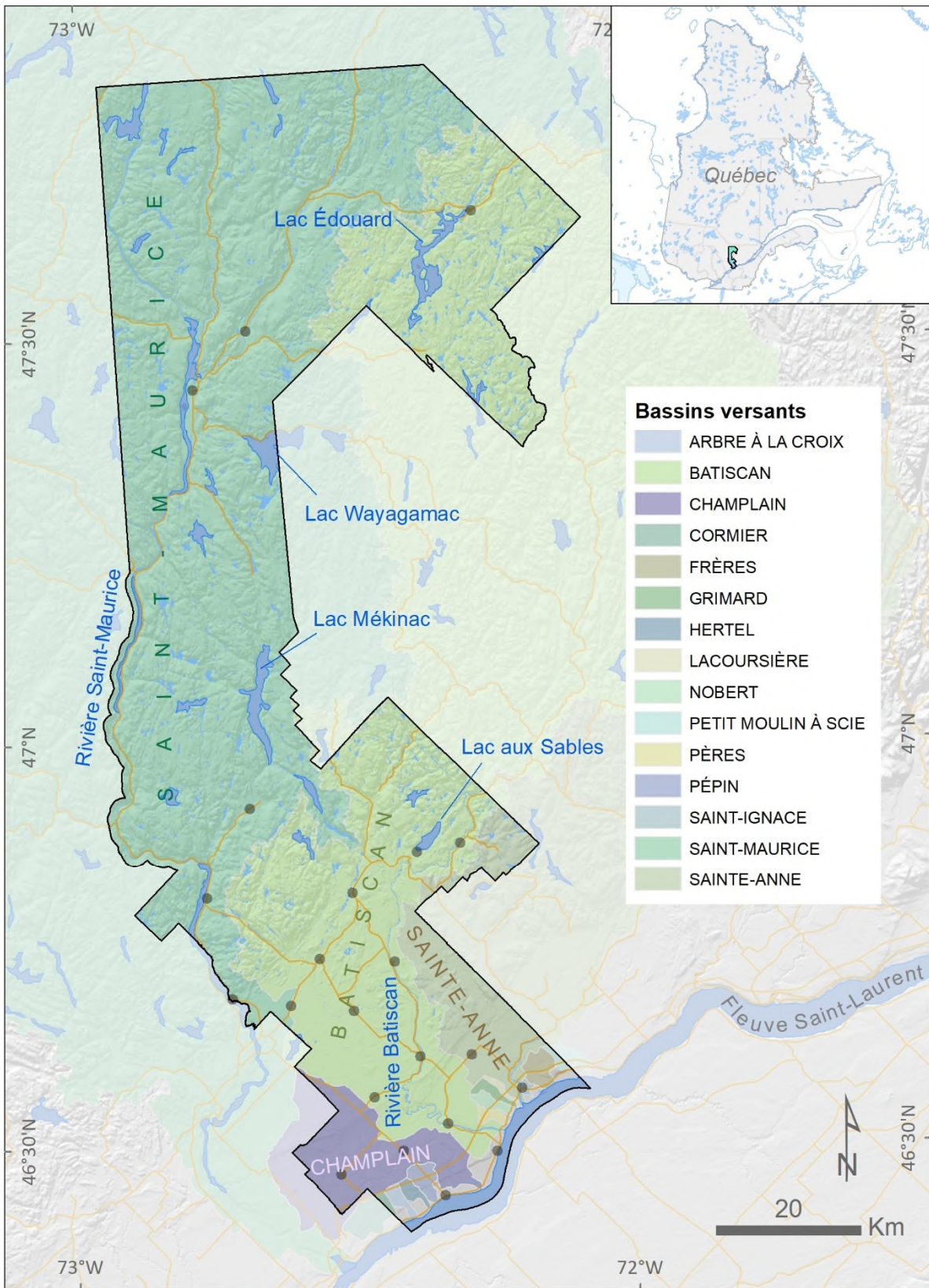


**Figure 2** | Contextes physiographiques et élévations en Mauricie-Est.



## 2.2 Hydrographie

Les principales rivières de l'est de la Mauricie suivent un axe NNE-SSO et sont des tributaires de la rive nord du Fleuve Saint-Laurent (fig. 3). Le territoire de l'est de la Mauricie comprend 6 principales rivières, à savoir les rivières Batiscan, Croche, Vermillon, Saint-Maurice, Champlain et Sainte-Anne. Le territoire comprend 15 bassins versants (de niveau 1) dont les 4 principaux sont ceux des rivières Saint-Maurice (partie est du bassin versant), Batiscan, Sainte-Anne et Champlain (fig. 3), qui représentent respectivement 56%, 33%, 5% et 3% de la superficie du territoire municipalisé de l'est de la Mauricie.



**Figure 3** | Hydrographie et bassins versant de niveau 1 de la Mauricie-Est.

## 2.3 Géologie du substrat rocheux

Le soubassement rocheux de la région de l'est de la Mauricie touche à deux provinces géologiques : la province de Grenville et la province de la Plate-forme du Saint-Laurent (fig. 4). Dans les zones d'étude du présent rapport, les roches grenvilliennes constituent la portion nord du territoire municipal et couvrent une superficie de 91 %. Ces Hautes-Terres laurentiennes constituent un haut plateau escarpé. La province de Grenville est composée de roches datées de l'Archéen au Mésoprotérozoïque (2 700 à 600 millions d'années) (David et al., 2010). Dans les territoires de la Mauricie-Est, les roches grenvilliennes ont des âges variant de 1 070 à 1 400 millions d'années et sont composées en majorité de (David et al., 2010):

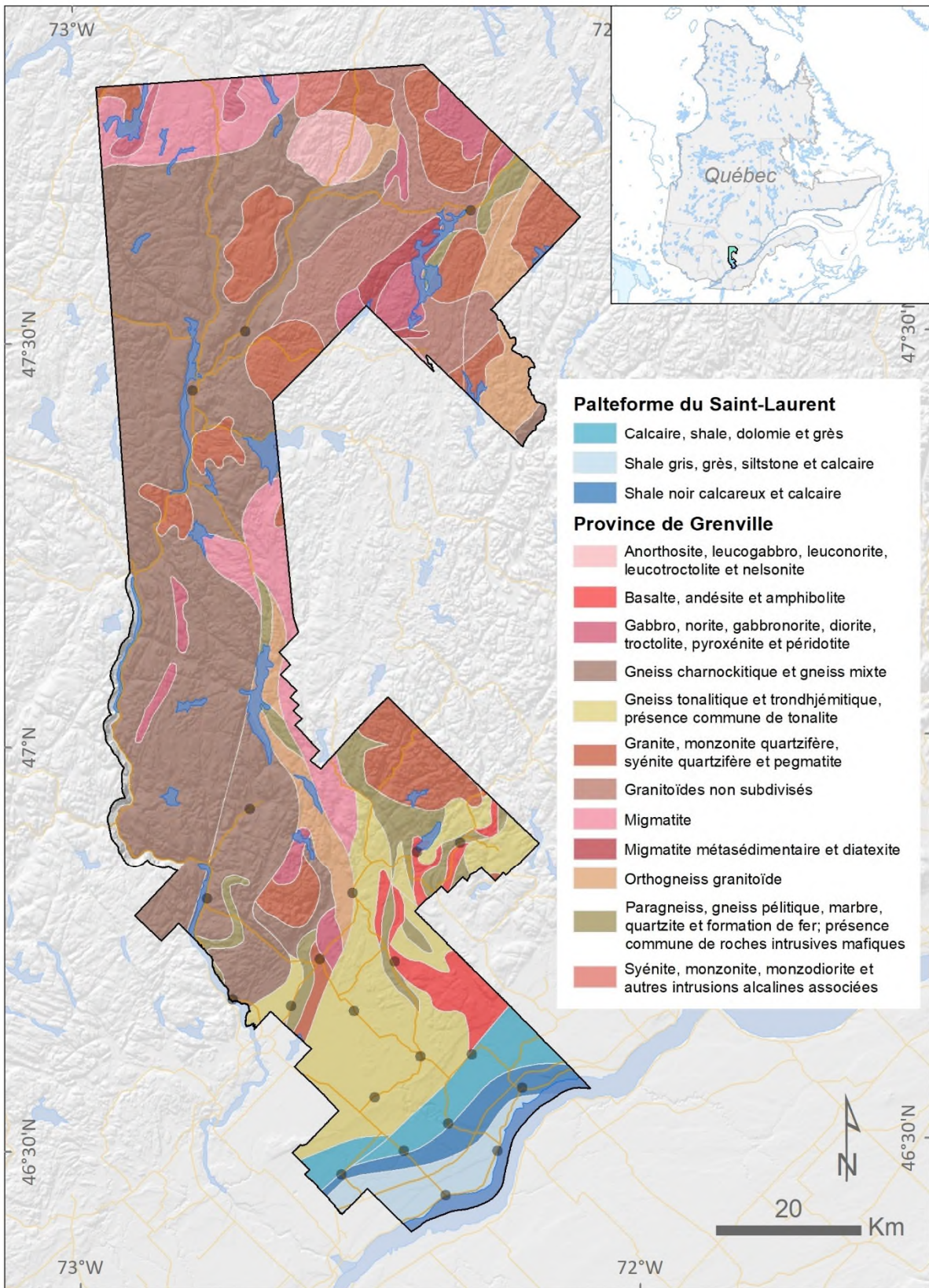
- Gneiss (gneiss charnockitique et gneiss mixte)
- Granite et des monzonites pyroxénifères
- Roches supracrustales non subdivisées telles que des paragneiss, des gneiss calco-silicatés, des amphibolites et du marbre
- Quelques rares zones composées de gabbros et métagabbros, quelques zones localisées avec du granite et des monzonites pyroxénifères
- Quelques zones d'amphibolites

Au Québec, la Plate-forme du Saint-Laurent se divise en deux secteurs : les Basses-Terres du Saint-Laurent et Mingan-Antiscoti. Sur le territoire de la Mauricie-Est, seules les Basses-Terres du Saint-Laurent sont présentes et elles constituent une plaine de basse élévation dont la topographie est plane et légèrement inclinée vers le fleuve Saint-Laurent. Les roches sédimentaires de la Plate-forme des Basses-Terres occupent une superficie de 8 % et leur altitude moyenne est de 26 m. Les roches sédimentaires de la Plate-forme du Saint-Laurent sont des formations du Cambrien et de l'Ordovicien qui reposent en discordance angulaire ou en contact de faille normale sur le socle précambrien (Nadeau & Brouillette 1995). Ces formations ont été déposées en strates horizontales puis ont été légèrement plissées lors de la compression Appalachiennes durant l'Ordovicien (Globensky 1987). Ces strates forment un grand synclinal, le synclinal Chambly-Fortierville qui est allongé selon un axe NE-SO. En suivant une ligne perpendiculaire au fleuve Saint-Laurent, les roches sont de plus en plus vieilles en remontant vers les Laurentides. Ces roches forment une séquence sédimentaire complète qui représente un cycle de transgression-régression entier d'une épaisseur de 1 500 à 3 000 m (Globensky 1987). La stratigraphie est composée, en commençant par les plus anciennes unités de :

- Conglomérats de grès du Groupe Postdam (Cambrien supérieur)
- Dolomies du Groupe Beekmantou (Ordovicien inférieur)

- Grès et des calcaires du Groupe Chazy
- Dolomies et des calcaires du Groupe Black River
- Calcaires du Groupe Trenton
- Shale d'Utica
- Ardoises et des silstones du Groupe de Sainte-Rosalie (Ordovicien moyen),
- Shales, des grès et calcaires du Groupe de Lorraine
- Shales rouges et grès du Queenston (Ordovicien supérieur).





**Figure 4** | Géologie du substrat rocheux en Mauricie-Est.

## 2.4 Géologie du Quaternaire

Au Québec, le Quaternaire est caractérisé par des cycles glaciaires-interglaciaires durant lesquels de grandes calottes glaciaires se forment et fluctuent en fonction des variations climatiques (Chalmers, 1898; Coleman, 1927; Gadd, 1971; Macdonald & Shilts 1971; Lamothe 1989; Batchelor et al., 2019). Ces calottes glaciaires pouvaient atteindre plus de 2 km d'épaisseur (Peltier et al., 2015; Roy & Peltier, 2018) et recouvraient la majorité du territoire Québécois lors des périodes glaciaires et disparaissent en partie ou en totalité lors des interglaciaires (Batchelor et al., 2019). Ces phases d'avancée et de recul des glaciers ont eu comme effet de déposer, au Québec, une séquence sédimentaire complexe (Gadd, 1971; Lamothe, 1989; Occhietti et al., 1995; Clet & Occhietti, 1996). Le caractère érosif des glaciers a cependant aussi comme effet de recycler une partie des sédiments qu'ils surmontent et ainsi laissant que des enregistrements sédimentaires fragmentaires. Ainsi, la majorité des dépôts de surface trouvés au Québec sont associés à la dernière glaciation, dite tardi-Wisconsinienne (29 – 13 ka), et à la déglaciation qui l'a suivie. Des dépôts antérieurs à la dernière déglaciation ont néanmoins été préservés, majoritairement dans les Basses-Terres du Saint-Laurent (e.g., Gadd, 1971, Lamothe, 1989; Occhietti et al., 1995).

### 2.4.1 Dépôts antérieurs à la dernière glaciation (> 24 ka)

Le cadre stratigraphique des dépôts quaternaires témoignant d'environnements prévalant avant le Dernier Maximum Glaciaire (DMG; 24 000 A.A.) a évolué depuis les années 1950 (Gadd, 1955, 1971; Terasmae, 1958; MacDonald & Shilts, 1971) et au gré des nouvelles unités découvertes (p.ex., Gadd et al., 1971; Veillette & Nixon, 1984; Brodeur & Allard, 1985; Lamothe, 1989; Ferland & Occhietti, 1990a; Occhietti et al., 1995; Clet & Occhietti, 1996). Les 100 dernières années de recherches sur la stratigraphie de la vallée du Saint-Laurent ont permis de développer un cadre stratigraphique composite (Tabl. 1). Une des séquences clés pour les corrélations stratigraphiques se trouve à Saine-Anne-de-la-Pérade et donc dans la région de la Mauricie-Est (Ferland & Occhietti, 1990b). Cette séquence montre deux diamictons (Till de Gentilly et un diamicton non-corrélé) associées aux dernières glaciations ainsi que des unités interglaciaires/ interstadiennes (Argiles de la Pérade, Sédiments de Saint-Pierre, Rythmites du Saint-Maurice et Sables des Vieilles-Forges) témoignant du retrait et de la réavancée de la marge glaciaire dans la vallée du Saint-Laurent.

Ces coupes, bien décrites dans la littérature et n'affleurant pas en surface dans le secteur d'étude (donc non-représentées sur la carte de dépôts de surface), non pas été visitées lors de la campagne de terrain 2021.

Stade isotopique	Age (ka)	Unité lithostratigraphique	Environnement	Références
1	< 13	Dépôts marins	Mer de Champlain	
2	13-29	Till de Gently	Glaciation tardi-Wisconsinienne	Gadd, 1971; Brodeur & Allard, 1985
3	47 ± 7	Sables des Vieilles-Forges	Englaciation	Occhietti et al., 1982; Godbout, 2013
3		Rythmites du Saint-Maurice	Englaciation / Lac de la Vérendrye	Besré & Occhietti, 1990
3/4	71 ± 7	Sédiments de Saint-Pierre		Gadd, 1971; Brodeur & Allard, 1985; Balescu & Lamothe, 1994
5a	98 ± 9	Argiles de La Pérade	Mer de Cartier	Ferland & Occhietti, 1990; Occhietti et al., 1996
5b		Till de Lévrard	Glaciation Wisconsinienne supérieure	Lamothe 1989
5b		Varves de Deschaillons	Englaciation	Lamothe, 1990; Brodeur & Allard, 1985
5c	79 ± 4	Sables de Lotbinière		Lamothe, 1989; Clet & Occhietti, 1996; Godbout 2013
5d		Formation de Pointe-Fortune / Formation de l'Île-aux-Coudres		Anderson et al., 1990, Occhietti et al., 1995
5e	125-130	Sédiments stratifiés	Mer de Guettard	Occhietti et al., 1995
6	>130	Till de Riggaud / Till de Bécancour	Glaciation Illinoienne	Lamothe, 1989; Anderson et al., 1990, Occhietti et al., 1995

**Tableau 1** | Cadre stratigraphique et hypothèse de corrélation des unités du Pléistocène de la vallée du Saint-Laurent. Modifié d'Occhietti et al., 1996. Les traits en zigzag montrent une lacune d'érosion. Les âges en ka sont définis par le stade isotope associé aux unités (Lisieki & Raymo, 2005).

#### 2.4.2 Dépôts associés à la dernière glaciation et déglaciation (24 – 8,5 ka)

La dernière glaciation, dite tardi-Wisconsinienne, a atteint son apogée il y a environ 24 ka (pléniglaciaire) alors que la calotte qui recouvrait le Québec (Inlandsis Laurentidien) s'étendait jusqu'où est située aujourd'hui la ville de New York (Dyke, 2002). Ce glacier épais de plus de 2 km a fortement modelé le relief du Bouclier canadien et des Basses-Terres du Saint-Laurent, érodant et laissant derrière eux des traces de leur passage, telles que des roches moutonnées, des stries glaciaires, des vallées glaciaires et des surcreusements. Lors de son avancée et lors du pléniglaciaire, l'Inlandsis Laurentidien a généré des quantités importantes de matériau diamictique et a ainsi permis de déposer un till de fond et d'ablation en surface, auquel sont associées des

formes d'écoulement telles que les drumlins et les trainées morainiques derrière abris. Dans la région ce till correspond au Till de Gentilly (tabl. 1).

Suite au pléniglaciaire, les périodes plus chaudes de la fin du tardi-Wisconsinien, c'est-à-dire le Bølling et l'Allerød (~15 – 13 ka), sont associées à une augmentation importante de l'ablation et donc à une diminution des volumes de glaces (p.ex., Carlson & Clark, 2012; Grégoire et al., 2012; Tarasov et al., 2012). Dans le sud du Québec, ceci se traduit par un retrait de la marge glaciaire vers le Nord (Prest, 1969; Parent & Occhietti, 1988; Dyke, 2004; Dalton et al., 2020). En Mauricie-Est, l'initiation de la déglaciation débute avec l'invasion marine de la Mer de Champlain qui coïncide avec la phase finale de réchauffement de l'Allerød (~13 ka; Elson, 1969; Parent & Occhietti, 1988; Richard & Occhietti, 2005). Les phases de transgression et d'inondation de la Mer de Champlain ont permis la déposition d'épais dépôts fins fossilifères, souvent d'un gris-bleuté, comprenant par endroits des cailloux et des blocs délestés (Occhietti, 1977). Cette inondation des Basses-Terres s'est effectuée en contact avec la marge glaciaire qui reculait progressivement vers le Nord, laissant de petits bourrelets morainiques associés à des pauses dans le retrait (Occhietti, 1977; Trottier et al., 2021).

La fin du réchauffement de l'Allerød coïncide avec un épisode de refroidissement global nommé le Dryas Récent (Alley et al., 2000). Ce retour à des températures froides a engendré une stabilisation du bilan de masse de l'Inlandsis (Peltier et al., 2015) et une stagnation de la position de sa marge. À certains endroits, des réavancées vers le sud ont également été documentées (p.ex., Govare, 1995; Occhietti, 2007; Brouard et al., 2016). Dans le sud du Québec, l'expression de cette stabilisation/réavancée glaciaire est le complexe morainique de Saint-Narcisse (p.ex., LaSalle, 1966; LaSalle & Elson, 1975; Hillaire-Marcel & Occhietti, 1977; Occhietti, 2007; Brouard et al., 2016). Cette crête morainique est un élément majeur du paysage du sud de la région de la Mauricie-Est puisqu'elle constitue la limite entre les Basses-Terres et le piedmont (fig. 2). La crête principale, cartographiée dès les années 1970 (Gadd, 1971), est composée de dépôts glaciomarins proximaux, de till et d'argile marine remaniée (Diamicton de Yamachiche), de till de fusion et, au niveau de la basse vallée du Saint-Maurice, de dépôts fluvioglaciaires et juxtaglaciaires (Dépôts de Charrette; Occhietti, 2007).

Malgré la persistance de températures froides lors du Dryas Récent, la construction de la moraine de Saint-Narcisse fut suivie d'une phase de retrait graduel de la marge vers le nord. Ce retrait sur le piedmont fut marqué par quelques périodes de stabilisation associées à la mise en place de petites crêtes morainiques locales généralement déposées en milieu marin (p.ex., les moraines de Cossetteville; Karrow, 1959; Béland, 1961; Occhietti, 1977, 1980). La marge glaciaire a éventuellement quitté le piedmont durant le Dryas Récent pour retraire vers le NNO sur les Hautes-Terres. Cette transition est marquée par la présence d'épais dépôts fluvioglaciaires (eskers) et deltaïques qui témoignent d'un important apport en eau de fonte des vallées des Hautes-Terres vers la Mer de Champlain (Occhietti, 1977). La présence de nombreux deltas glaciomarins, culminant à une altitude autour de 195 m, semblent représenter la limite marine maximale dans la région. Sous



ces élévations on retrouve différents faciès marins qui vont varier en fonction de divers facteurs tels que: leur situation paléogéographique, leur altitude, leur distance de la marge glaciaire, leur âge de déposition, la présence d'un fjord glaciaire, les courants marins, la topographie du roc sous-jacent, etc. (Occhietti, 1977).

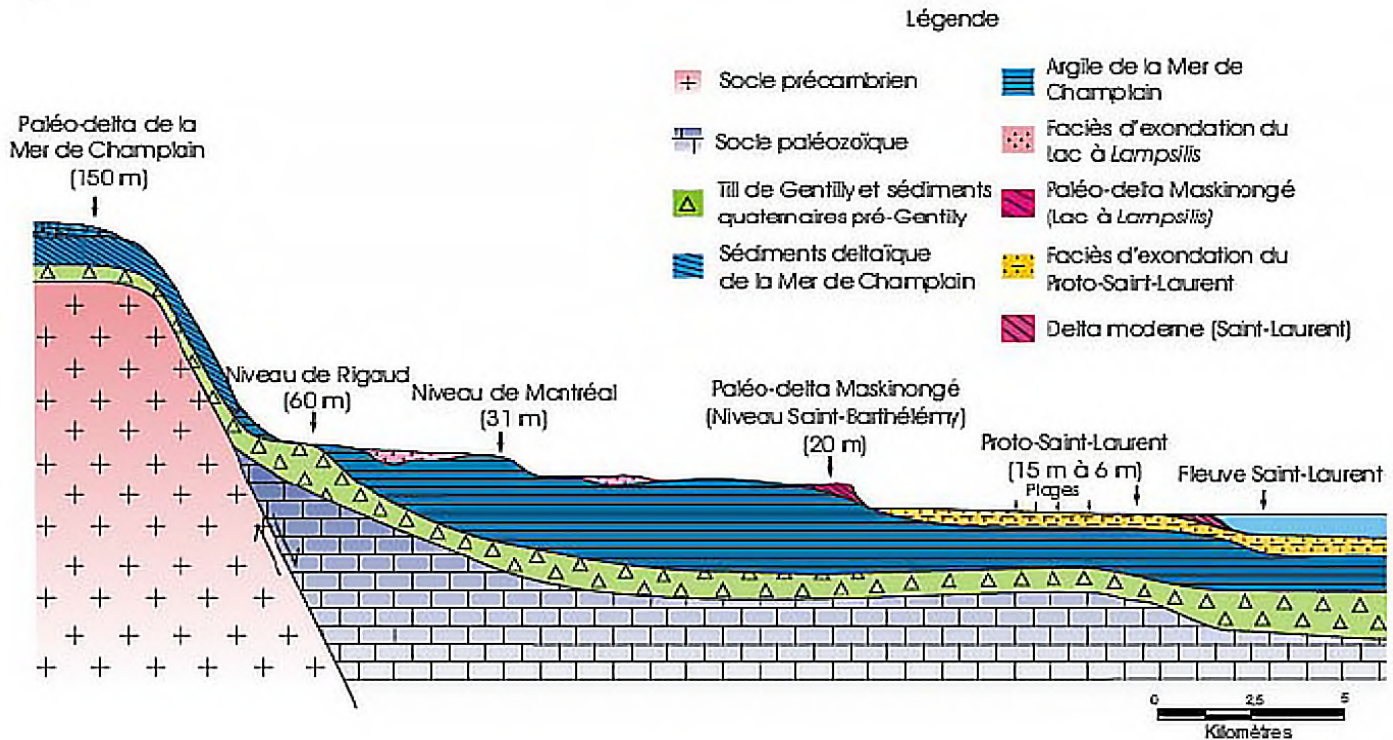
La phase tardive du Dryas Récent est, elle, associée à une seconde phase majeure de stabilisation de la marge glaciaire, dite de Mars-Batiscan. En Mauricie-Est, ce complexe morainique a été identifié dans et à l'est du Lac Mékinac (Robert, 2001; Simard et al., 2003; Trottier et al., 2021). Ce complexe est majoritairement composé de crête de till et de dépôts de contact fluvioglaciaire (Robert, 2001). Le système morainique de Mars-Batiscan reste non daté mais a été associé à la phase tardive du Dryas récent (~11,6 ka) en raison de la similitude entre l'arrangement des complexes morainiques du Québec (Saint-Narcisse et Mars-Batiscan) et ceux de Scandinavie (p.ex., Salpausselkä, Skövde, Billingen; Occhietti, 2007). Suite à la phase de stabilisation Mars-Batiscan, la marge de l'Inlandsis Laurentidien s'est retirée de façon continue vers le nord, quittant la zone d'étude au début de l'Holocène (~ 10,3 ka; Dalton et al., 2020) et laissant dans les vallées d'épais dépôts fluvioglaciaires (eskers; Trottier et al., 2021).

#### *2.4.3 Dépôts paraglaciaires (< 8,5 ka)*

Suite au retrait subséquent de la Mer de Champlain par la remontée isostatique de la croûte terrestre, un lac résiduel d'eau douce (lac Lampsilis) alimenté par les eaux de fonte plus au nord, s'est formé le long du fleuve Saint-Laurent (MacPherson 1966; Parent & Occhietti 1988). Le lac Lampsilis couvrait, à son apogée, une superficie équivalente à celle du lac Huron et s'étendait de Kingston (en Ontario) jusqu'à la ville de Québec. Sur le territoire d'étude, la présence de ce lac se traduit par divers niveaux de terrasses associés à une stabilisation du relèvement isostatique. Le Lac Lampsilis aurait eu une évolution marquée par trois phases de régression avant que le fleuve Saint-Laurent ne reprenne son cours tel qu'observé aujourd'hui : le stade Rigaud (60 m asl; 11.2 ka), le stade de Montréal (30 m asl; 9.9 ka) et le stade de Saint-Barthélémy, (20 m; 8,9 ka; Parent et al., 1985; Pagé 1999; Bellavance 2012).

Le retrait forcé de la Mer de Champlain et du Lac Lampsilis ont permis l'émergence de terrains autrefois ennoyés et donc non-peuplés par la végétation. Sans végétation, ces terrains ont été sujets à une forte remobilisation éolienne comme en témoigne les nombreuses dunes et formes éoliennes répertoriées dans le sud de la zone d'étude (Bolduc, 1999).

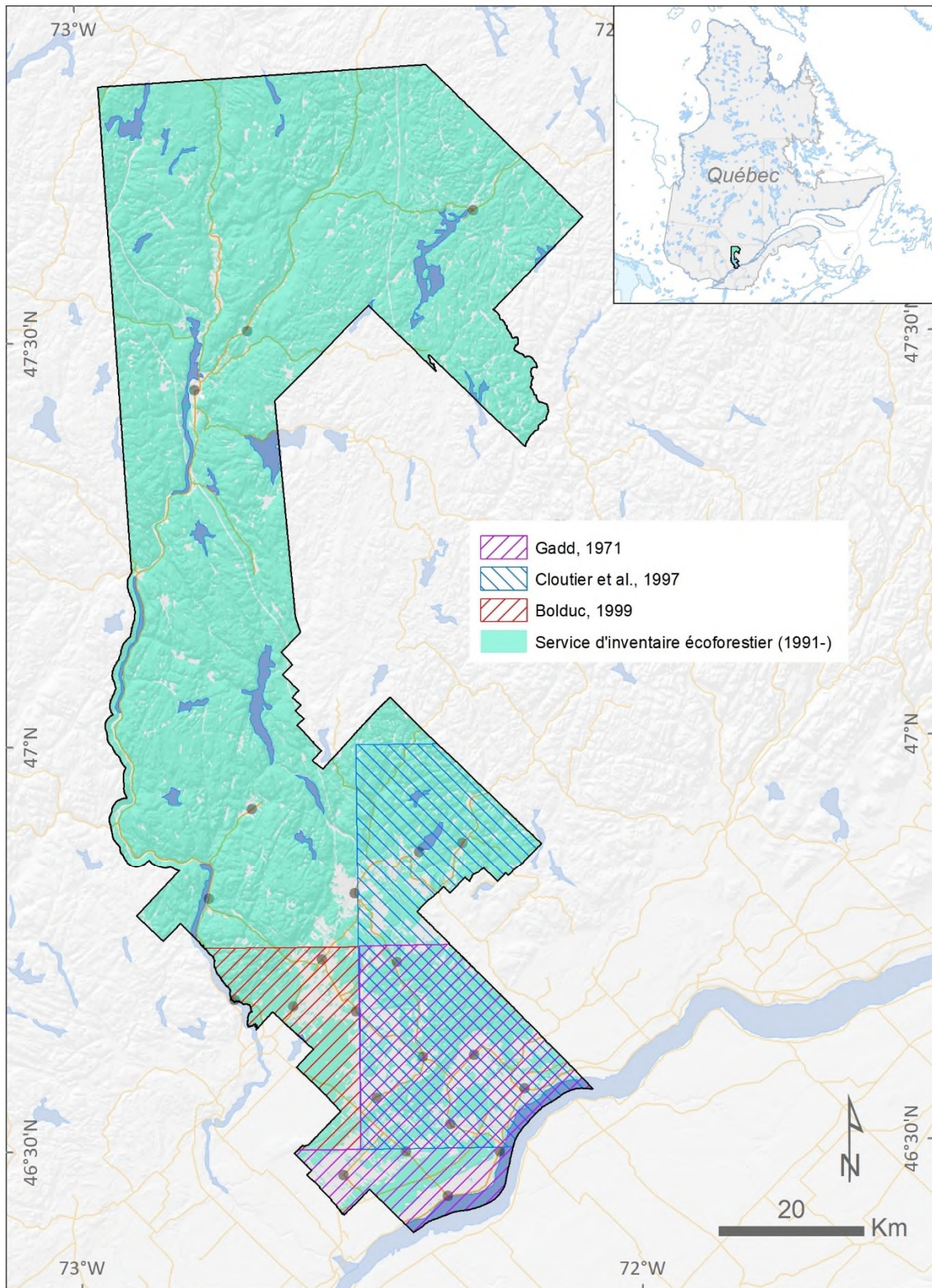
Le relèvement glacio-isostatique combiné à l'action fluviale a aussi engendré, depuis la déglaciation, une réorganisation des réseaux hydrographiques. Ainsi, on retrouve sur le territoire d'anciens lits de rivières et de lacs associés à des milieux organiques/humides qui témoignent de l'évolution et de la réorganisation du réseau de drainage.



**Figure 5** | Limites de la zone d'influence du bassin lacustre du Lac à Lampsilis ; la terrasse de Rigaud (60 m) et celle de Saint-Barthélemy (20 m). Modifiée de Lamarche et al. (2006).

## 2.5 Cartographie des dépôts de surface

Quelques travaux de cartographie des dépôts de surface ont été réalisés dans le secteur d'étude depuis les années 1970 (fig. 6). Dans le sud de la Mauricie-Est, trois cartes des dépôts de surface ont été réalisées dans le cadre de travaux de la Commission Géologique du Canada (Gadd, 1971; Cloutier et al., 1997; Bolduc, 1999). Ces cartes ont été réalisées par photo-interprétation combinée à des travaux de terrain. D'autres travaux de cartographie ont été réalisés à partir des années 1990 par les services d'inventaires forestiers du Gouvernement du Québec (SIF). Cette cartographie s'est faite uniquement par interprétation de photographies aériennes et ne s'attarde pas sur les éléments géomorphologiques. La carte des dépôts de surface produite par le SIF comporte deux problèmes : la couverture ne comprend que les secteurs boisés, donc exclue villes, lignes électriques, routes, etc. été plus, la légende utilisée diverge de celle utilisée par la Commission Géologique du Canada-Québec (Parent et al., 2010), qui est celle utilisée pour le présent projet. Une correspondance entre les deux légendes a été établie dans divers projets (p.ex. Cousineau et al., 2014; Brouard et al., 2020) et permet d'utiliser les données du SIF pour l'interprétation et la cartographie. Dernièrement, une carte à l'échelle provinciale des dépôts de surface du Québec a été produite grâce à une compilation des données existantes, d'interprétation et d'algorithmes (Brouard et al., 2020). Cette carte couvre au complet le secteur de la Mauricie-Est, mais son échelle (1 : 2 600 000) est trop peu précise pour les objectifs du projet PACES.



**Figure 6** | État des travaux de cartographie des formations superficielles de la région de la Mauricie-Est.

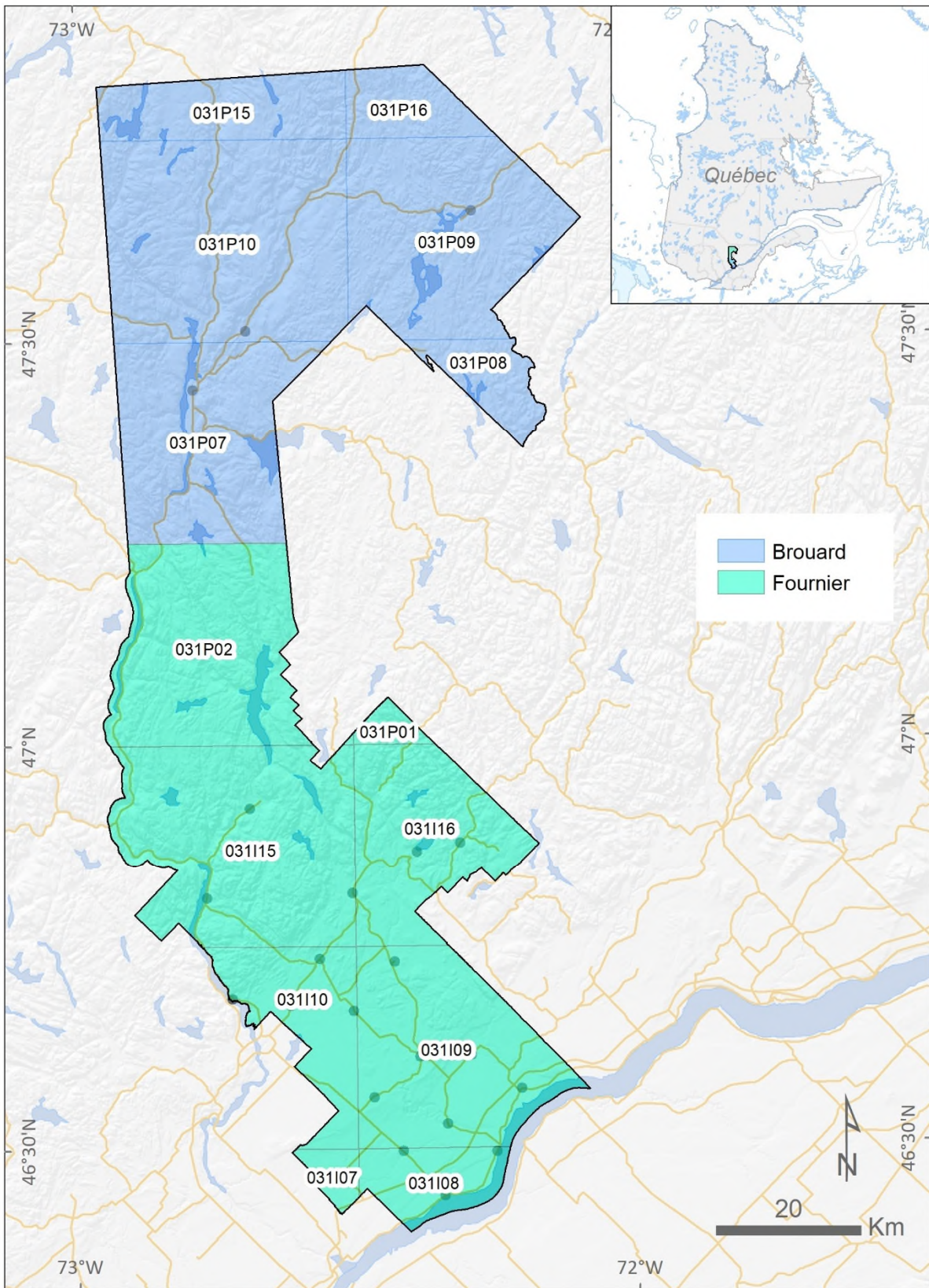


### 3. Méthodologie

Le présent projet de cartographie a été réalisé entre mars 2019 et juillet 2021. Il couvre en partie ou en totalité les 14 feuillets SNRC suivants : 031I07, 031I08, 031I09, 031I10, 031I15, 031I16, 031P01, 031P02, 031P07, 031P08, 031P09, 031P10, 031P15, 031P16. Les unités ont été cartographiées suivant la légende des formations superficielles de la Commission Géologique du Canada-Québec (Parent et al., 2010).

La réalisation de ce projet a été supervisée par Julien Walter, professeur au Département des Sciences Appliquées de l'Université du Québec à Chicoutimi et par Patrick Lajeunesse, professeur au département de géographie de l'Université Laval. La coordination des travaux de terrain et de cartographie, ainsi que la vérification et l'élaboration des cartes finales, ont été pris en charge par Etienne Brouard, chercheur postdoctoral à l'Université du Québec à Chicoutimi. Les travaux de terrain ont été réalisés par Etienne Brouard, assisté de Charles Brionne (Université Laval), Mike Bellemare (UQAC), Hugo Morin (Université Laval), Patrick Lajeunesse (Université Laval) et Julien Walter (UQAC). Etienne Brouard a réalisé la cartographie des dépôts de surface des feuillets 031P07, 031P08, 031P09, 031P10, 031P15, 031P16, en plus d'effectuer la cartographie linéaire et ponctuelle de tous les feuillets, et d'effectuer les corrections post-terrain des dépôts de surface pour tous les feuillets. Loïc Fournier (Université Laval) a effectué la cartographie préliminaire des feuillets 031I07, 031I08, 031I09, 031I10, 031I15, 031I16, 031P01, 031P02 (fig. 7), laquelle cartographie a été complétée et validée par Etienne Brouard.

Le projet de cartographie s'est effectué en quatre principales étapes : l'acquisition des données, la photo-interprétation préliminaire, la campagne de terrain 2021, la photo-interprétation finale et la mise en carte.



**Figure 7** | Cartographie préliminaire des formations superficielles de la région de la Mauricie-Est selon l'auteur.

### 3.1 Acquisition des données

La première étape du projet consistait à faire l'inventaire des données nécessaires au projet et disponibles en format numérique et papier. Les données nécessaires pour la photo-interprétation étaient des orthophotos fournies par les MRC, de l'imagerie issue de données LiDAR du Québec, disponibles sur le site gouvernemental de Forêt Ouverte ([foretouverte.gouv.qc.ca](http://foretouverte.gouv.qc.ca)) ainsi que l'imagerie satellitaire ESRI fournie à même le logiciel de cartographie *ESRI ArcMap 10.6 (Basemap ArcMap)*.

### 3.2 Photo-interprétation préliminaire

La photo-interprétation préliminaire visait d'abord à identifier les grandes unités lithostratigraphiques et les principales formes de terrain présentes sur le territoire à l'étude. Cette étape permet d'appliquer une méthode uniforme à l'ensemble du territoire, indépendamment de la répartition et de la nature des travaux antérieurs. L'interprétation et la cartographie a été réalisée à partir des orthophotos, de l'imagerie LiDAR (Ombrage) et de l'imagerie satellitaire d'ESRI, le tout directement dans le logiciel *ESRI ArcMap 10.6*.

### 3.3 Campagne de terrain 2021

La campagne de validation sur le terrain s'est déroulée durant 3 semaines, du 17 mai au 4 juin, ainsi que durant une sortie de 2 jours, le 15 et 16 juin. Les objectifs de la campagne étaient de : i) valider les cartes numériques préliminaires réalisées à partir de la photo-interprétation, ii) décrire les unités lithostratigraphiques par des levés de coupes (épaisseur, texture, structure, stratigraphie, etc.) et iii) Récupérer des échantillons de coquillages et des morceaux de bois et de matière organique à des fins de datation pour d'éventuels travaux sur la déglaciation. L'information a été saisie sur des géofiches numériques, créées à l'aide du logiciel Access de structure similaire au contenu des géofiches papier du Système d'information géominière (SIGÉOM). Les géofiches du SIGÉOM ont été programmées en base de données *Microsoft Access* permettant d'utiliser un formulaire de saisie numérique sur le terrain (fig. 8). Le logiciel Access a été installé sur une tablette numérique *Toughpad* de Panasonic. Le logiciel *ESRI ArcMap 10.6* a également été installé sur la tablette pour servir à la fois à l'affichage des cartes des dépôts de surface préliminaires et de GPS. La fonction GPS du logiciel *ESRI ArcMap 10.6* a permis de se localiser en direct sur les cartes des dépôts de surface préliminaires et de saisir les points GPS des stations visitées (fichier de formes).

En tout, 206 sites de validation ont été visités (fig. 9), 639 photos des affleurements, coupes et stratigraphies ont été prises, et 12 échantillons ont été recueillis pour but de datation (coquillages, bois, matière organique).

Station

**Localisation**

Projet: ME No.Photo Aérienne: Feuillelet SNRC: 031116

Zone: 8 Estant: 383626 Nordant: 5199867 Altitude: 181

**Station**

Initiale: EB Date: 2021-05-22 # Station: 073

Intérêt: C4 Type: AFLL Environnement: D1 Météo: SN

**Lithologies**

IDENT.	DESC.	De (m)	A (m)	CONTACT		LITHOFACIÉS						COULEUR		GÉOCHIMIE	Commentaire
				Inférieur	Génèse	Prim	Sec	Ter	Couleur	Clarté					
1	L	0	3	Qce	Go	Ca	Sg	Cj	M2	C1	JU	3		topssets	
2	L	3	6	Nv	LGd	Smg	Gr	Xp		C2	JU	2		foresets	

**Photos**

P (init./mm/jstation/no.photo)	But	Azimut	IDENT. / Commentaire
EB05220731	E	290	foresets nord 70

**Géomorphologie**

IDENT.	TYPE	Azimuth	Commentaires

**Échantillons**

Année-projet/no.station/no.ECH	But	Prof. (m)	Commentaire

**Structures Linéaires**

IDENT.	Type	Sens	Azimut	Lithologie	Commentaire
S					

**Structures Planaires**

IDENT.	Type	CHRONO	Azimut	Pendage	Commentaire
S					

**Contenu fossilifères**

IDENT.	%	Fossile	État	Élévation	Commentaire
F					

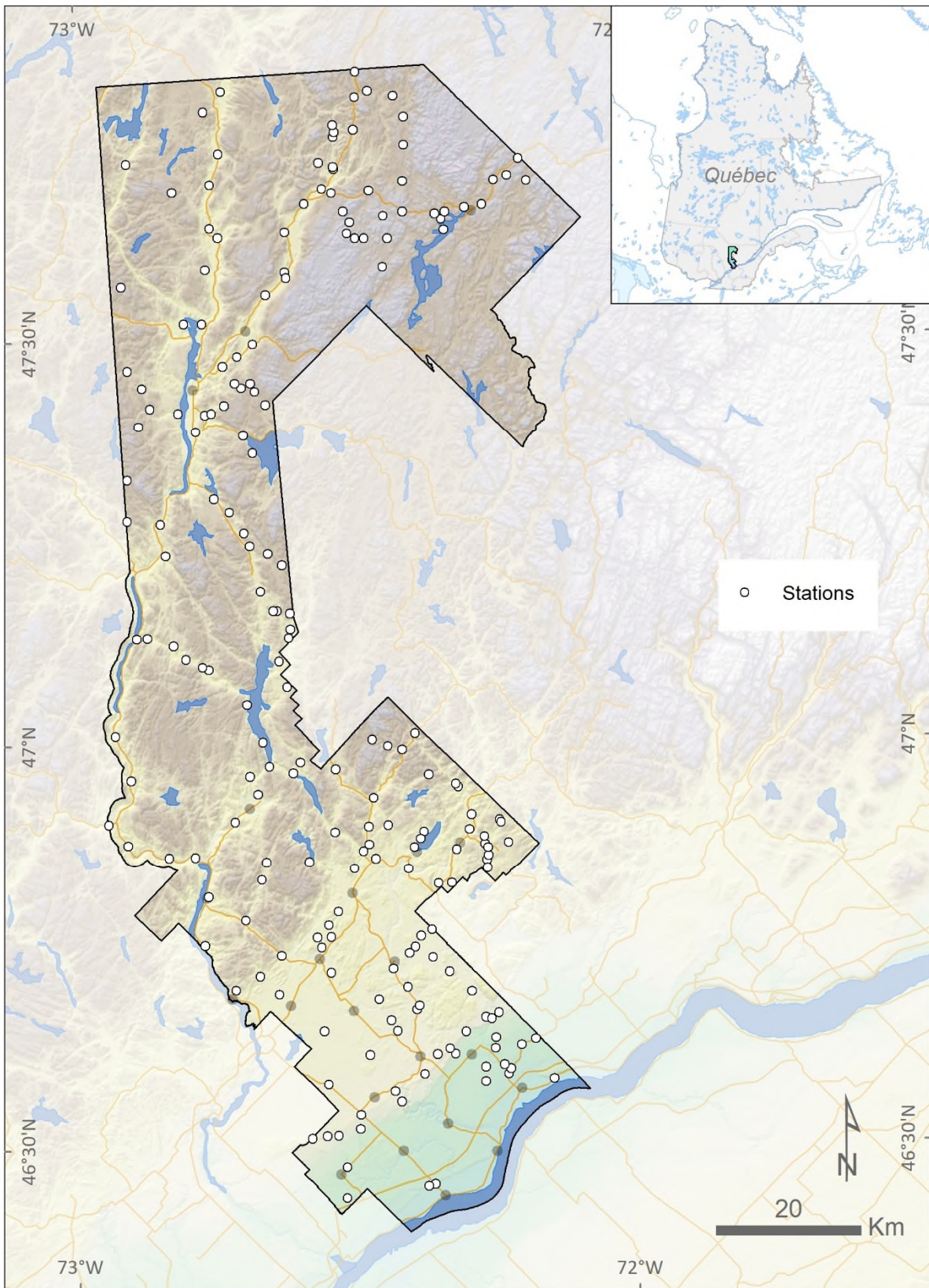
**Bloc erratique**

Type		X	
Lithologie		Y	
Formation		Z	
Position			

Enr: 14 73 sur 206

**Figure 8** | Formulaire de saisie numérique de la base de données Access conformément à la géofiche papier du SIGÉOM (Ministère de l'Énergie et des Ressources Naturelles).





**Figure 9** | Localisation des 206 stations de validation visité dans la région de la Mauricie-Est lors de la campagne de terrain 2021.



### 3.4 Photo-interprétation finale et mise en carte

La dernière étape a été de finaliser et de corriger les cartes préliminaires en fonction des données terrain. Les principales étapes de corrections des cartes ont été les suivantes :

- Analyses des fiches et corrections des limites des polygones dans *ESRI ArcMap 10.6*.
- Modification des attributions de genres aux polygones selon les nouvelles interprétations.
- Contrôler la qualité des symboles employés pour chacune des cartes.
- Réviser la base de données finale Access.

Finalement, la mise en carte finale a été effectuée par Mélanie Lambert à l'Université du Québec à Chicoutimi.

## 4. Unités lithostratgraphiques de la Mauricie-Est

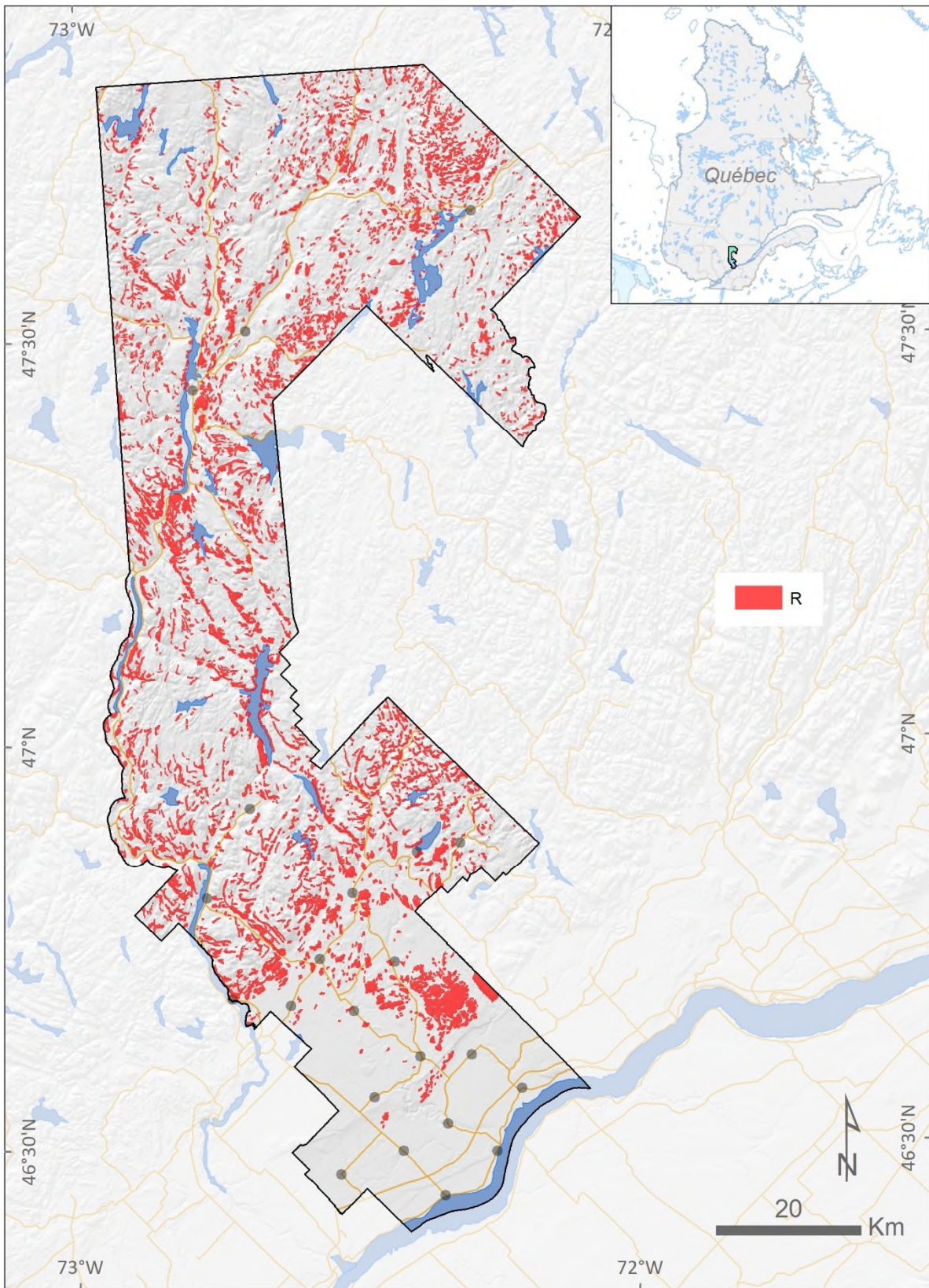
Cette section présente les principales caractéristiques sédimentologiques et cartographiques des unités stratigraphiques de la région étudiée. On y décrit les unités en termes de texture, structure, couleur, compacité, composition lithologique. Les contacts et les limites stratigraphiques inférieures et supérieures ainsi que la distribution régionale permettent de mieux apprécier la représentation cartographique finale. Le territoire de cartographie des dépôts superficiels représente 5 530 km<sup>2</sup> desquels la majorité sont recouverts de tills (Tc, Tm, Tf) et de dépôts glaciomarins (MGa, MGb, MGd; tabl. 2).

Dépôt	Superficie (km <sup>2</sup> )	Pourcentage (%)
Ap	45	0,82
Ax	272	4,93
C	18	0,32
Cg	17	0,31
Ed	84	1,51
Go	99	1,78
Gx	177	3,21
GxT	15	0,27
LGb	262	4,74
LGd	30	0,54
MGa	70	1,27
MGb	452	8,17
MGd	199	3,61
O	342	6,19
R	401	7,25
Tc	1862	33,67
Tf	49	0,88
Tm	1071	19,37
Tr	26	0,47
Trm	37	0,67

**Tableau 2** | Superficie et proportion occupés par les dépôts de surface cartographiée en Mauricie-Est.

### 4.1 Roc (R, Ri, Rs, Rm)

Les unités où la couverture des sédiments quaternaires est inférieure à 30 cm ont été subdivisées selon la nature des roches sous-jacentes telles qu'inventoriées par le MERN : roches ignées intrusives (généralement d'âge archéen ou protérozoïque) (Ri), roches métamorphiques (généralement d'âge archéen ou protérozoïques et typiquement de haut grade métamorphique) (Rm) et roches sédimentaires (toutes d'âge paléozoïque) (Rs). Ces unités de roc se localisent principalement dans les Hautes-Terres (fig. 10)



**Figure 10** | Répartition du roc affleurant en surface sur le territoire de la Mauricie-Est.





**Figure 11** | Exemple de roc affleurant à la surface à la station #10 (EB0517010).

## 4.2 Till de fond (Tc, Tm, Tr, Trm)

Le till de fond est un diamicton à matrice sablo-silteuse (sables moyens à silts) mis en place sous le glacier ou au front du glacier et repose généralement en discordance sur le roc (figs. 12-15). La grande majorité des tills cartographiés se retrouvent dans les Hautes-Terres, sur les pentes et sur les hauts sommets (fig. 16), où ils ont été protégés de l'érosion liées au processus de déglaciation (fluvioglaciaires) ou postglaciaires (marins). Sous la limite marine, et où certains lacs proglaciaires ont été observés, le till a pu être remanié par l'action des vagues. Le till remanié est en général lessivé de sa fraction fine, peu compact, mal trié et comporte plusieurs blocs en surface. L'épaisseur du till varie généralement en fonction de la topographie sous-jacente. Sur le terrain des épaisseurs de tills de fond allant jusqu'à 8 m ont été observées. Les tills observés sont généralement massifs. Cependant, il a été possible d'observer des horizons sableux dans certaines coupes. Les tills de fond sont généralement brun foncé et leur perméabilité est présumée généralement très faible.





**Figure 12** | Exemple de till de fond en couverture continu très compact à la station #81 (EB0523081).



**Figure 13** | Exemple de till de fond en couverture continu lâche la station #97 (EB0524097). La partie supérieure de ce till est très lâche comme en témoignent les cavités laissées par le matériel qui a glissé vers le bas de la coupe.



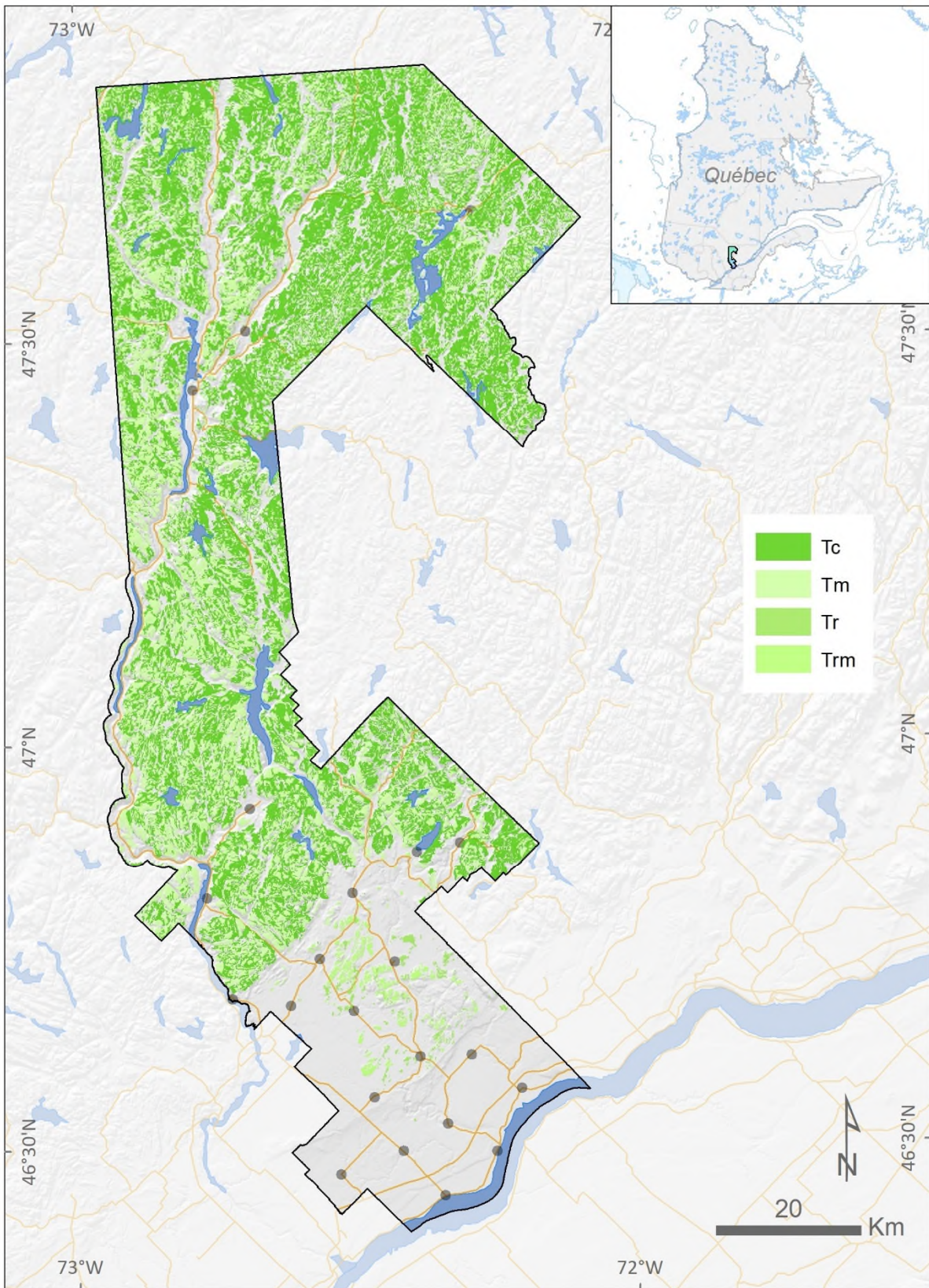


**Figure 14** | Exemple de till de fond en couverture discontinue à la station #81 (EB0526120).



**Figure 15** | Exemple de till de fond remanié en couverture continu à la station #40 (EB0520040).





**Figure 16** | Répartition des différents tills de fond affleurant en surface sur le territoire de la Mauricie-Est.



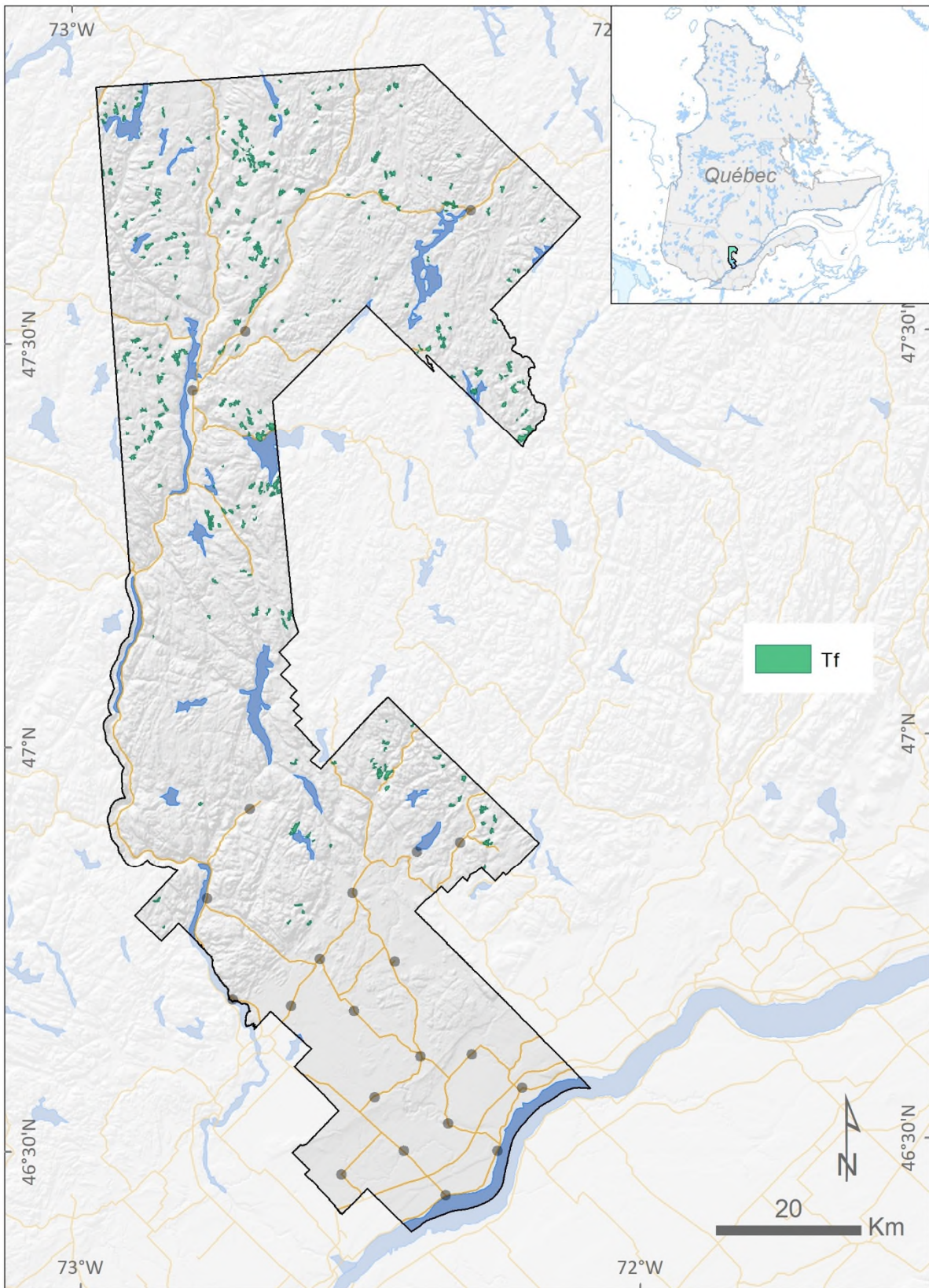
### 4.3 Till de fusion (Tf)

Le till de fusion est un diamicton à matrice très sableuse mis en place au front du glacier et qui repose généralement en discordance sur le roc (fig. 17). Les tills de fusion se distinguent des tills de fond par leur lâcheté. Ces tills étant mis en place au front du glacier (ou dans la zone d'ablation) plutôt que sous le glacier sont donc moins compactes et plutôt lâches. La grande majorité des tills de fusion cartographiés se retrouvent dans les Hautes-Terres et généralement sur les flancs sud des collines (fig. 18). Cette présence sur les flancs sud est probablement due à une plus faible épaisseur de glace au front du glacier sur ce côté des collines lors de la déglaciation. Sur le terrain, les tills de fusion observés sont massifs, jaune-brun et atteignent jusqu'à 3 m d'épaisseur. Leur lâcheté associée à leur matrice sableuse suggère la bonne perméabilité de cette unité.



**Figure 17** | Exemple de till de fusion à la station #40 (EB0521047).





**Figure 18** | Répartition du till de fusion affleurant en surface sur le territoire de la Mauricie-Est.

#### 4.4 Sédiments juxtaglaciaires (Gx)

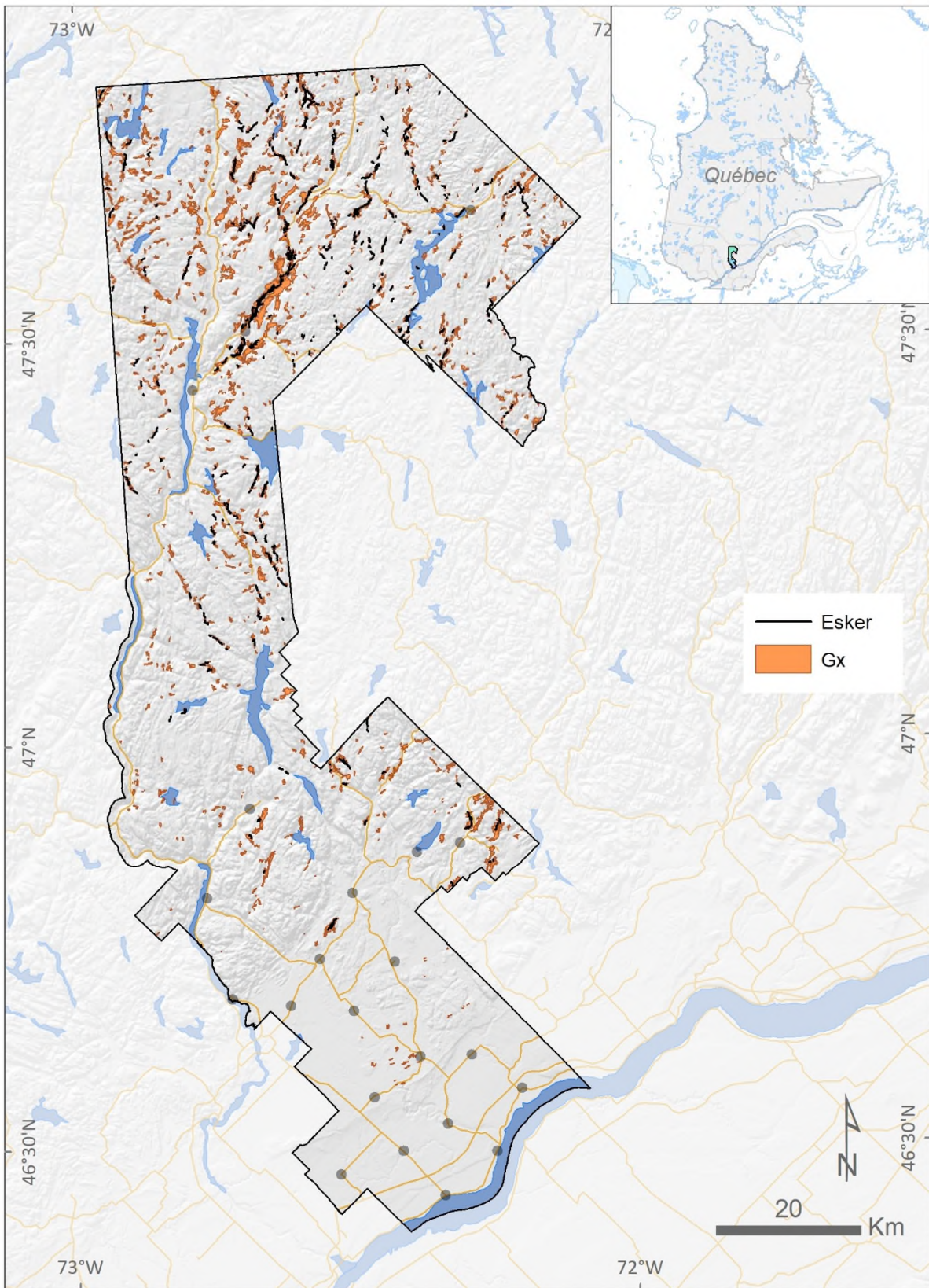
Les dépôts juxtaglaciaires sont constitués de sables, de graviers et de blocs stratifiés, parfois mal triés, souvent affectés par des failles et des déformations internes (plis) liées au processus d'englaciation ou de déglaciation (déformations glaciotectoniques; fig. 19). Ils forment des eskers, des kames, des deltas-kames et des crêtes morainiques dont la surface est généralement bosselée. Les eskers sont situés dans les Hautes-Terres et ont une orientation parallèle à l'axe des vallées dans lesquels ils se retrouvent (c.-à-d., généralement N-S). La grande majorité des dépôts juxtaglaciaires cartographiés se retrouvent dans les d Hautes-Terres. La plus grande étendue de dépôts juxtaglaciaires se trouve dans la vallée de la rivière Bostonnais où on retrouve plusieurs eskers et kettles (fig. 20). Sur le terrain des épaisseurs de dépôts juxtaglaciaires allant jusqu'à 10 m ont été observées. Les dépôts juxtaglaciaire ont généralement une couleur allant de jaune-brun à gris brun et constituent des unités très perméables.





**Figure 19** | Exemple de dépôt juxtaglaciaires à la station #121 (EB0527121). Le dépôt présente des blocs subanguleux imbriqués qui témoignent d'un faible déplacement depuis la source, mais d'un fort courant.



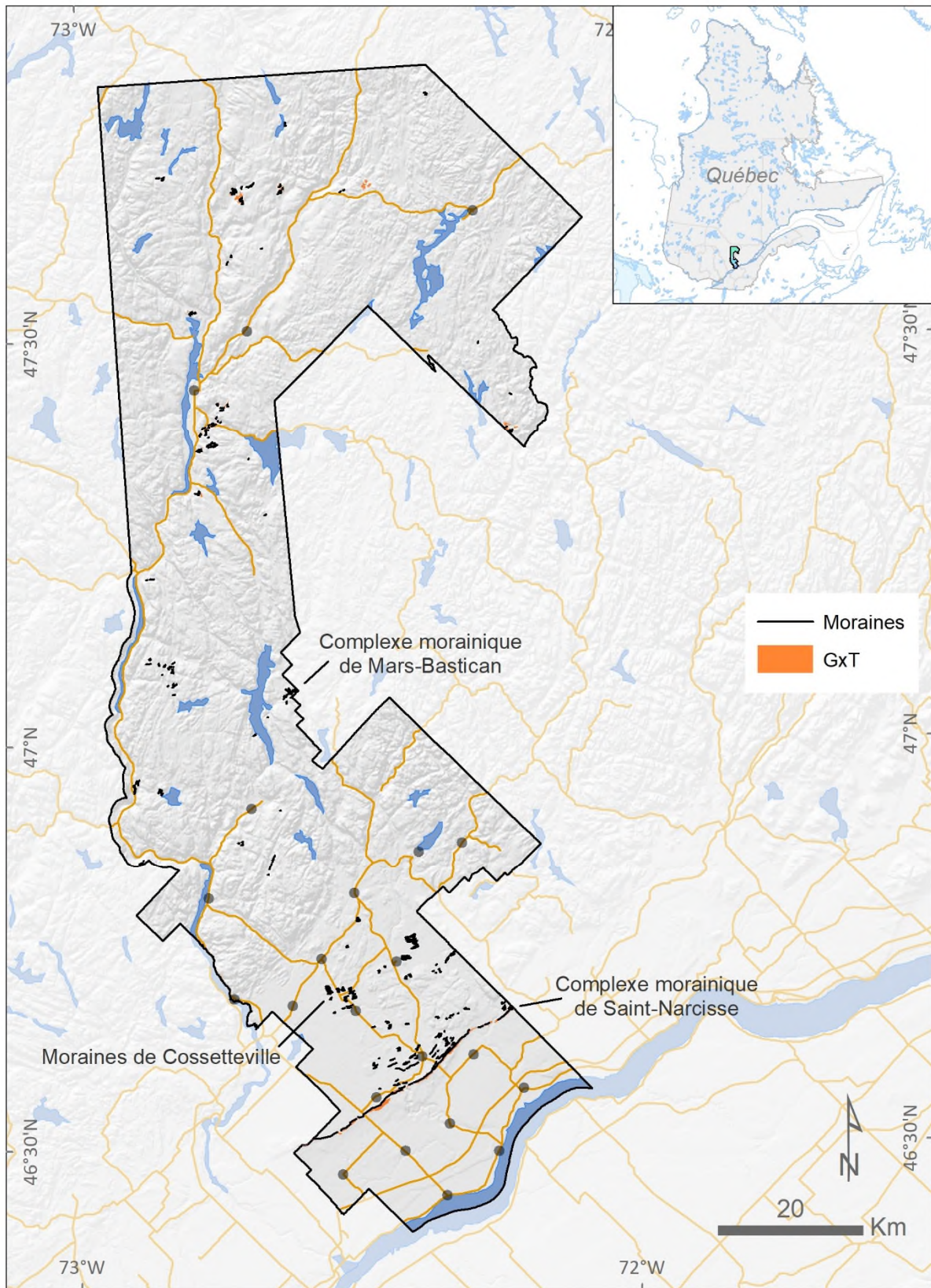


**Figure 20** | Répartition des dépôts juxtaglaciaires affleurant en surface et des eskers sur le territoire de la Mauricie-Est.



## 4.5 Sédiments de moraine frontale (GxT)

Les dépôts de sédiments de moraines frontales sont associés aux complexes morainiques de Saint-Narcisse et de Mars-Batiscan, ainsi qu'à quelques systèmes mineurs des Hautes-Terres (fig. 21). Ces dépôts ont été mis en place au front de l'Inlandsis Laurentidien lors d'épisodes de stabilisation ou de réavancées. Majoritairement observés dans la moraine de Saint-Narcisse, les dépôts de moraine frontale présentent différents faciès ressemblant à des dépôts glaciomarins deltaïques (MGd), des dépôts juxtaglaciaires (Gx) ou encore à des tills (Tc, Tr) (fig. 22). Le cœur de la moraine de Saint-Narcisse est formé d'un till compact et on y retrouve au sommet des champs de blocs délavés qui témoignent du délavage du till par l'action des vagues de la Mer de Champlain. Les flancs de la moraine de Saint-Narcisse présente des dépôts allant des blocs métriques aux sables, stratifiés obliquement, rappelant des lits frontaux deltaïques. Les stratifications au sud de la moraine sont orientées vers le sud alors qu'au nord de la moraine les stratifications sont orientées vers le nord. Sur le terrain des épaisseurs de dépôts de moraine frontale allant jusqu'à 8 m ont été observées. Les dépôts de moraine frontale ont généralement une couleur allant de jaune-brun à gris brun. Leur perméabilité est variable localement et semble en partie contrôlé par 1) la topographie du roc sous-jacent et 2) leur remaniement par la mer ou le vent.



**Figure 21** | Répartition des dépôts de moraine frontale affleurant en surface et des crêtes morainiques répertoriées sur le territoire de la Mauricie-Est.





**Figure 22** | Exemple de dépôt de la moraine frontale de Saint-Narcisse à la station #40 (EB052040). Le dépôt montre des blocs imbriqués bien triés ainsi que niveaux de sables à stratification oblique, semblables à des lits frontaux de delta glaciomarin.

#### 4.6 Sédiments d'épandages proglaciaires subaériens (Go)

Les sédiments d'épandage subaériens sont constitués de sables et graviers stratifiés, ainsi que de blocs imbriqués (figs. 23-24). Ils sont bien triés, forment des replats et des plaines d'épandage dont la surface est souvent marquée par d'anciens chenaux d'eau de fonte et de kettles. La grande majorité des dépôts d'épandage fluvioglaciaire subaériens cartographiés se retrouvent dans les Hautes-Terres dans le fond des vallées (fig. 25). Sur le terrain des épaisseurs de dépôts d'épandages proglaciaires subaériens allant jusqu'à 8 m ont été observées. Ces dépôts ont généralement une couleur allant de jaune-brun à gris brun. Leur perméabilité est généralement excellente.



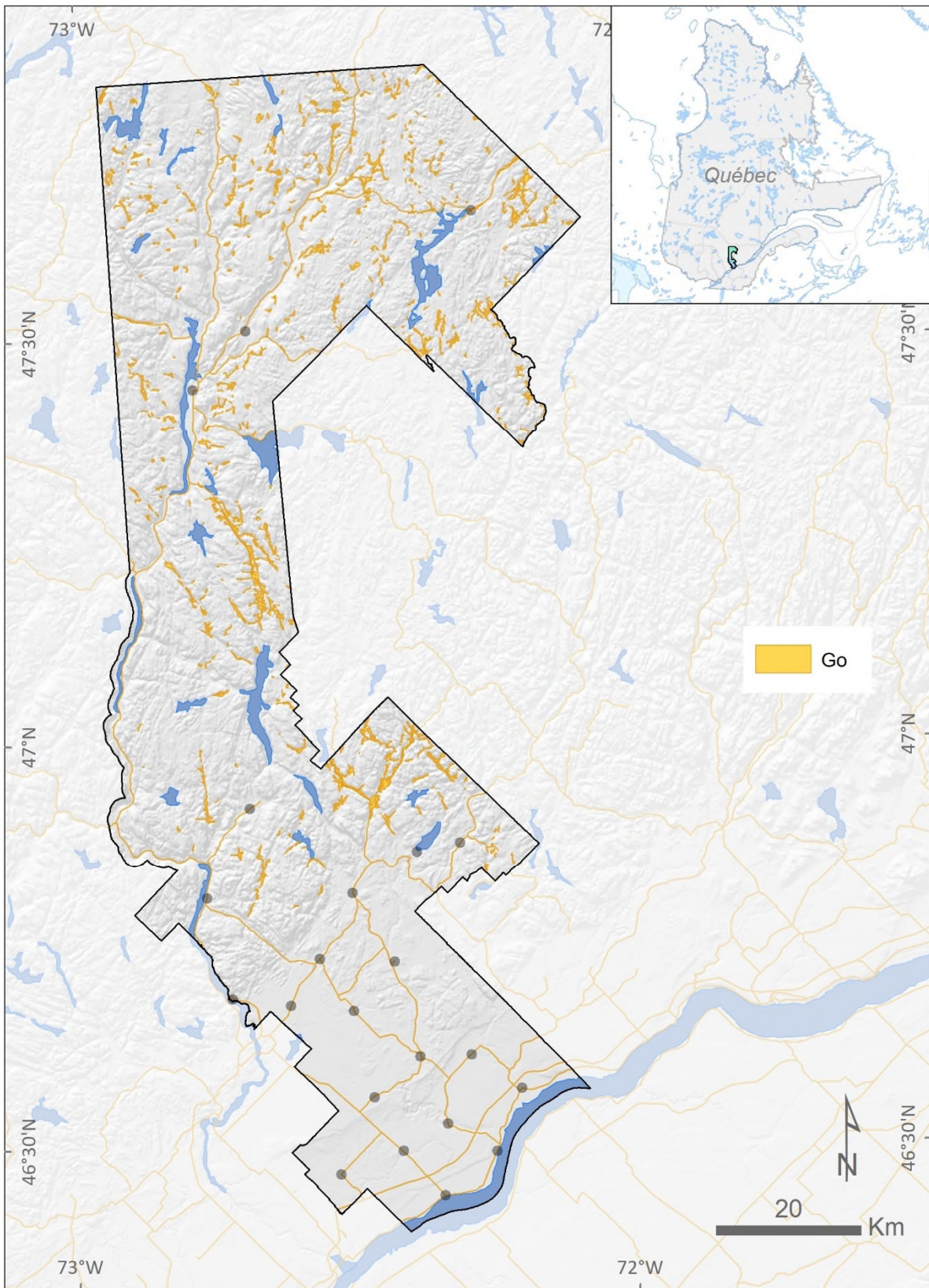
**Figure 23** | Exemple de dépôts d'épandage subaériens à la station #109 (EB0526109). Sur le terrain, les dépôts d'épandage sont facilement reconnaissables de par la présence de petits blocs arrondis jointifs présentant une forme ovoïde.





**Figure 24** | Exemple de dépôts d'épandage subaériens à la station #165 (EB0530165). On remarque la présence de nombreux cailloux à forme ovoïde surmontés d'un bloc erratique suggérant la présence de glace lors de la mise en place du dépôt.



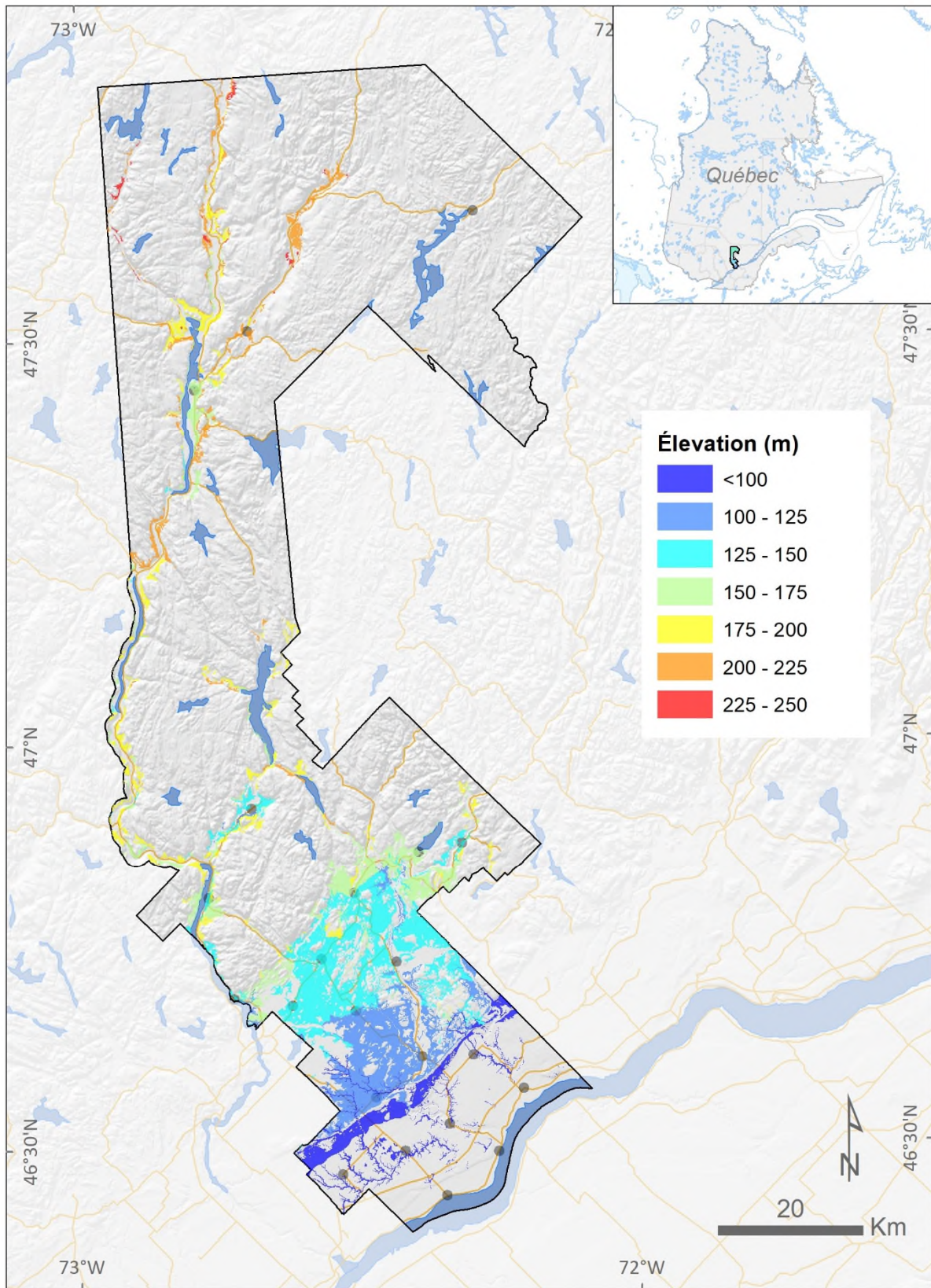


**Figure 25** | Répartition des dépôts d'épandage subaériens affleurant en surface sur le territoire de la Mauricie-Est.

## 4.7 Sédiments glaciomarins

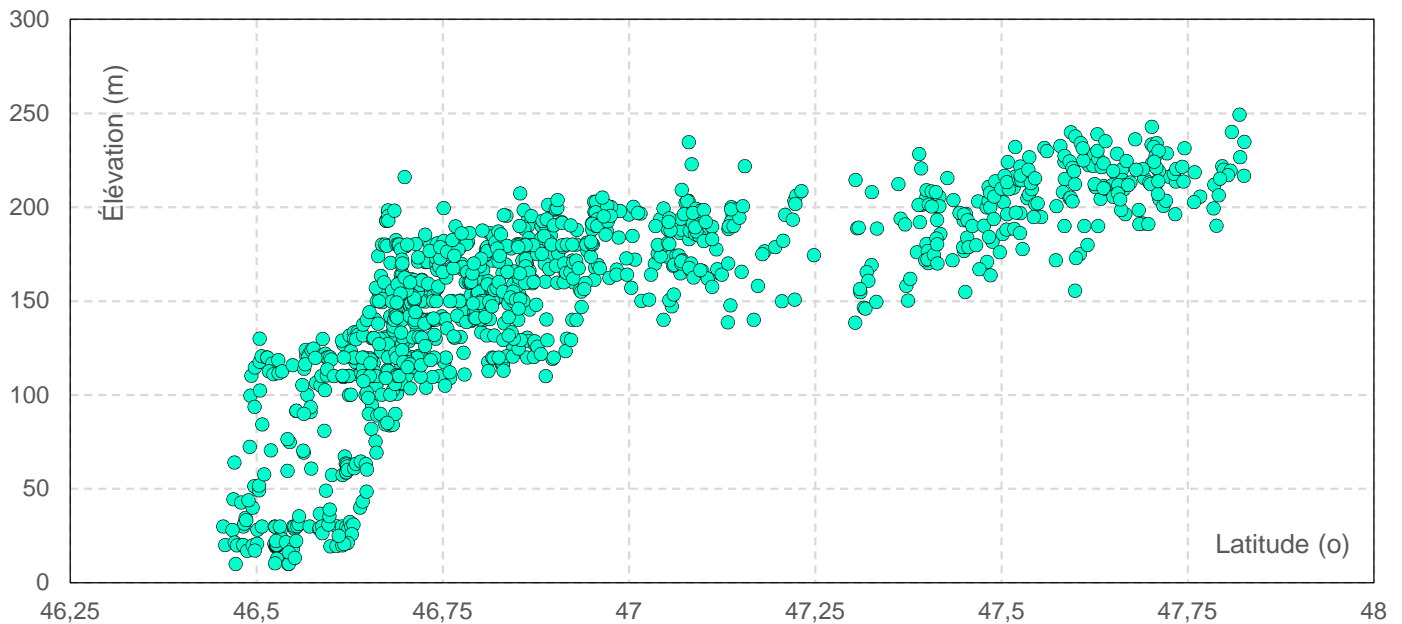
Les sédiments glaciomarins sont associés à l'épisode de la Mer de Champlain en contact avec l'Inlandsis Laurentidien. La limite marine généralement acceptée dans la littérature pour le secteur est d'environ 195 m. Cependant, il est à noter que cette limite est diachronique et qu'elle s'est développée en fonction du recul de l'Inlandsis Laurentidien et du rebond glacio-isostatique. La cartographie des dépôts marins montre que la limite marine varie du sud au nord, pour atteindre 240 m dans le nord du secteur d'étude (figs. 26-27). La vallée du Saint-Maurice devait constituer un fjord lors de la déglaciation.





**Figure 26** | Élévation centrale (m) de chaque étendue de dépôts marins identifiés dans la région de Mauricie-Est.





**Figure 27** | Élévation centrale (m) de chaque étendue de dépôts marins identifiés dans la région de Mauricie-Est en fonction de la latitude. La limite marine semble varier entre 200 m dans le sud de la zone d'étude et 240 m dans la partie nord.

#### 4.7.1 Sédiments glaciomarins fin d'eau profonde (MGa)

Les sédiments fins d'eau profonde sont constitués de silts argileux, d'argiles silteuses, massifs, laminés ou stratifiés comprenant localement des rythmites, des cailloux délestés et/ou des coquilles (figs. 28-31). Ils ont été mis en place principalement par décantation durant les phases de transgression et d'inondation glaciomarines. Les sédiments glaciomarins fin d'eau profonde cartographiés se situent dans les Basses-Terres et dans le piedmont. Ils affleurent généralement où l'érosion fluviale a permis d'enlever la couche de dépôts littoraux et d'exposer les argiles glaciomarines (fig. 32). Quelques affleurements ponctuels sont présents dans les Hautes-Terres le long de la Rivière Saint-Maurice et de la rivière Croche, et ce jusqu'au nord de la zone d'étude. La présence de sédiments rythmés avec des lits pâles, au nord et dans le secteur de La Tuque, laissent penser à des dépôts glaciolacustres (varves), plutôt qu'à des dépôts marins. Cependant, comme aucun mécanisme de déglaciation ne permet d'obstruer la vallée de la Rivière Saint-Maurice, il est plus probable que ces dépôts soient associés au fjord du Saint-Maurice et que la structure des sédiments reflète plutôt un milieu à salinité très faible. La courbe d'élévation des formes glaciomarines montre aussi un continuum qui témoigne de l'enfoncement glacio-isostatique qui a permis l'ennoiement des vallées Saint-Maurice et Croche (fig. 27). Sur le terrain des épaisseurs de dépôts glaciomarins fin d'eau profonde allant jusqu'à 10 m ont été observées. Les dépôts glaciomarins fin d'eau profonde ont soit une couleur gris-bleue lorsque massifs ou une couleur brune lorsque rythmées. Certains lits plus sableux présentent une couleur jaune. Leur perméabilité est généralement très faible. Ces unités constituent des couches de confinement des unités aquifères sous-jacentes. Lorsque présente, l'interstratification de niveaux silteux augmente la perméabilité et l'anisotropie de ces unités.



**Figure 28** | Exemple de dépôts glaciomarins fin d'eau profonde (brun) surmontés de lits frontaux deltaïques (jaune-brun) à la station #20 (EB0518020).





**Figure 29** | Exemple de dépôts glaciomarins fin d'eau profonde avec litage à la station #20 (EB0518020).





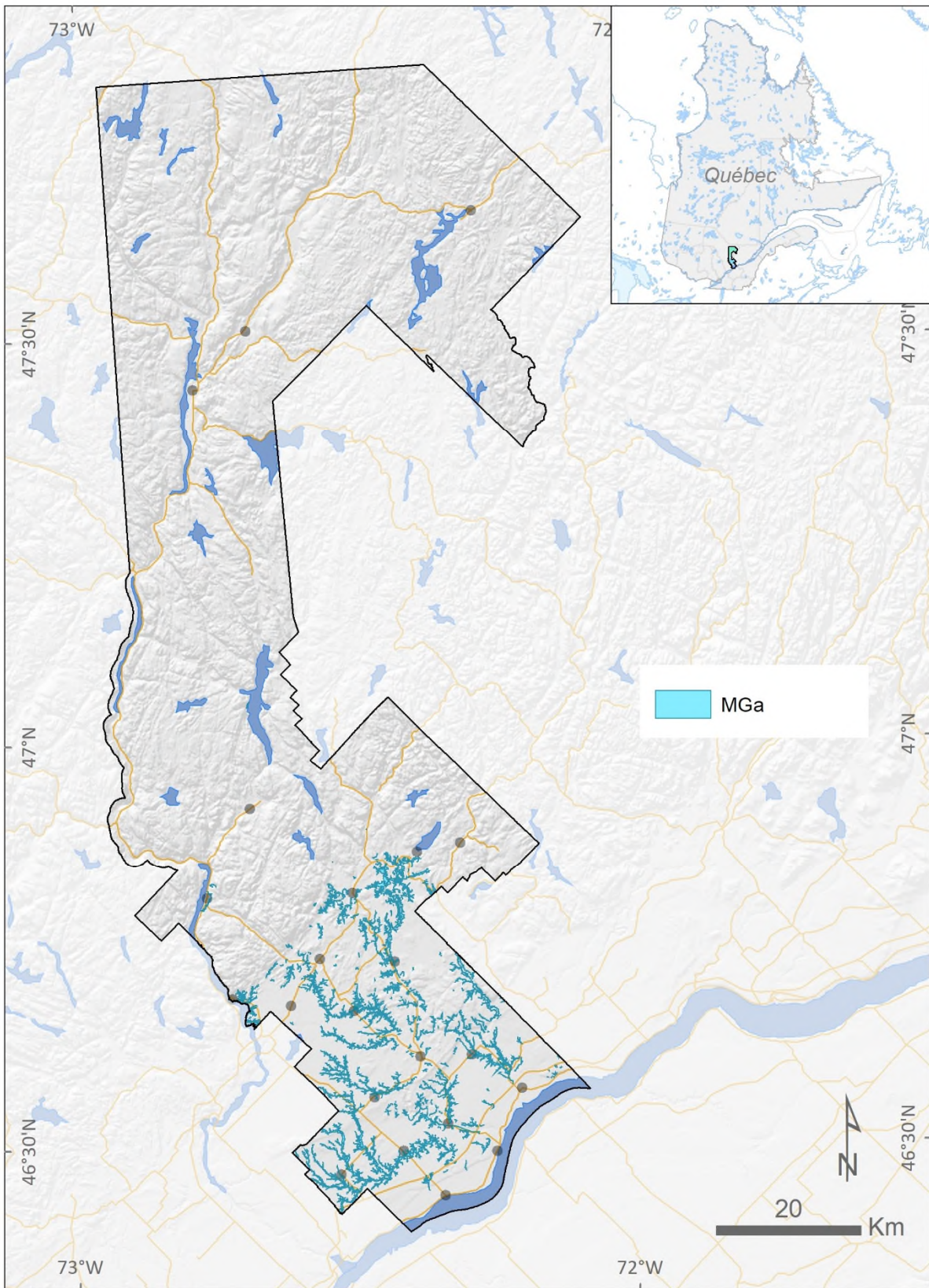
**Figure 30** | Exemple de dépôts glaciomarins fin d'eau profonde avec litage à la station #123 (EB0527123).





**Figure 31** | Exemple de dépôts glaciomarins fin d'eau profonde avec litage à la station #194 (EB0602194). La présence d'horizons silto-sableux augmente la perméabilité et l'anisotropie.



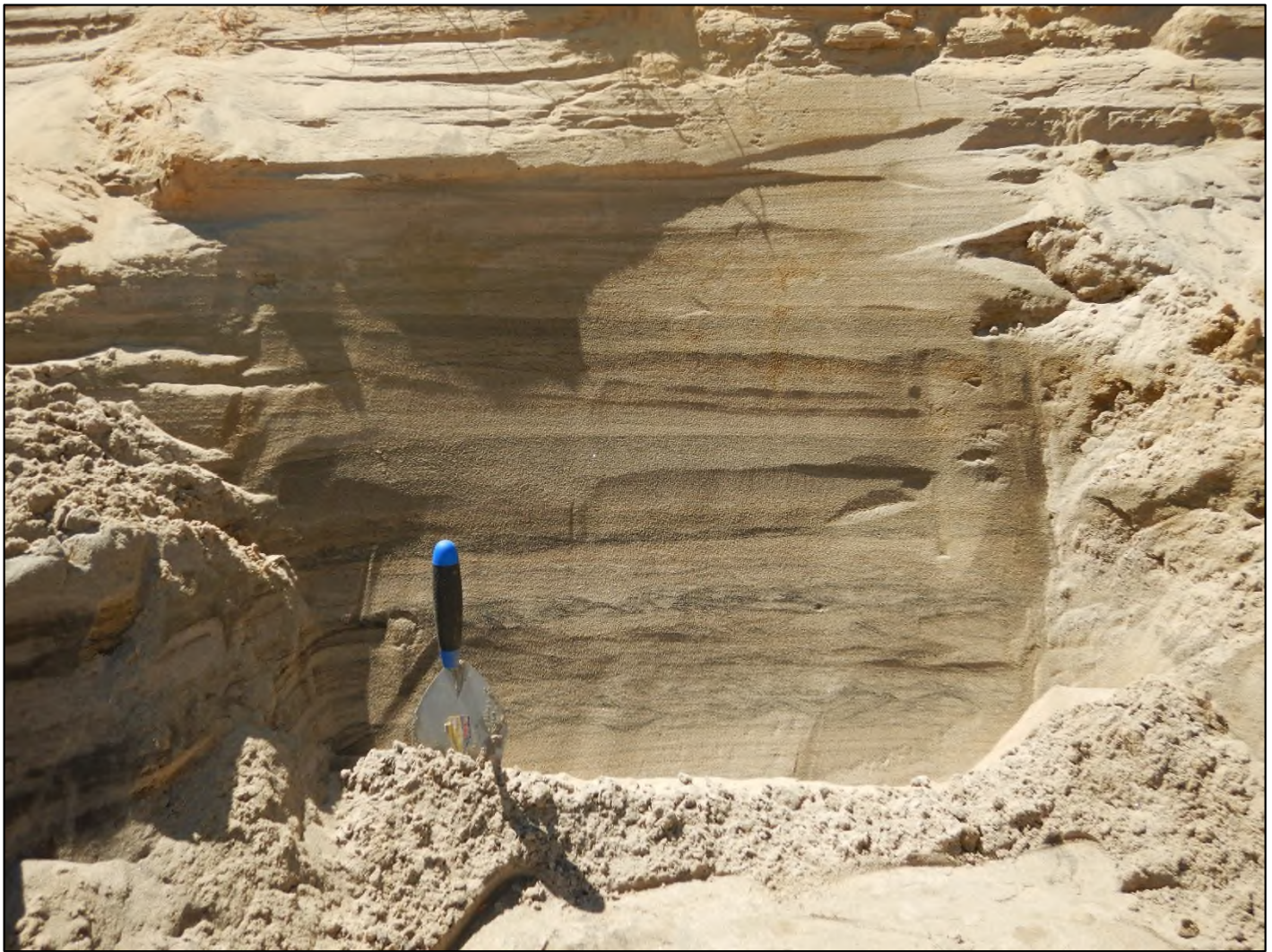


**Figure 32** | Répartition des dépôts glaciomarins fin affleurant en surface sur le territoire de la Mauricie-Est.



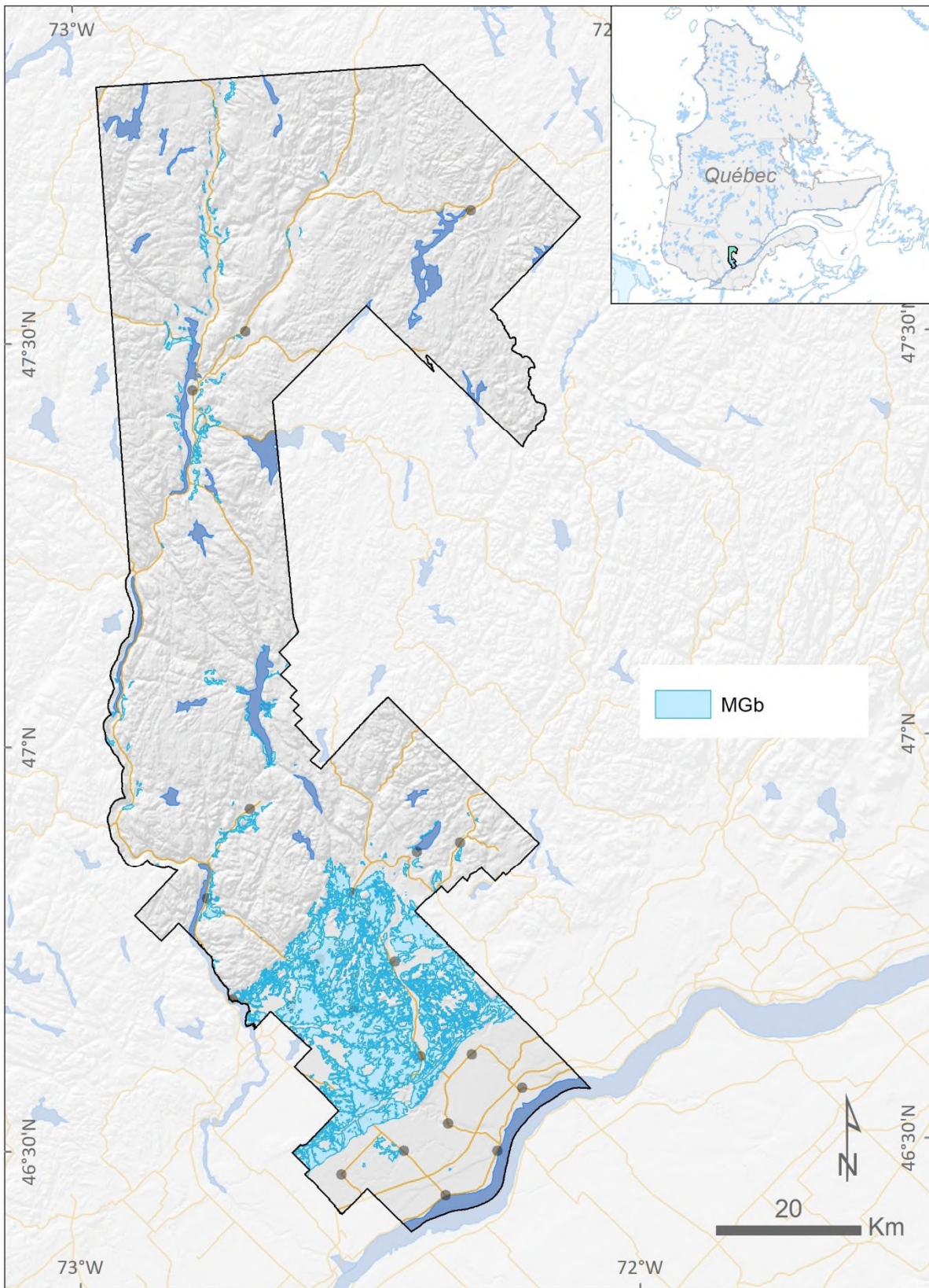
#### 4.7.2 Sédiments glaciomarins littoraux et pré littoraux (MGb)

Les Sédiments glaciomarins littoraux et pré littoraux sont formés de sables et de graviers sableux stratifiés, avec présence de lits de minéraux lourds (fig. 33). Ces dépôts ont été mis en place sous l'action des vagues dans un plan d'eau sous la limite marine (<240 m) et au-dessus de 90 m d'élévation (au-dessus des dépôts associés au Lac Lampsilis; fig. 34). Ces dépôts forment une surface généralement plane parfois marquée par des crêtes de plage ou modifiée par l'action éolienne. Sur le terrain des épaisseurs de dépôts glaciomarins littoraux et pré littoraux allant jusqu'à 5 m ont été observées. Les dépôts glaciomarins littoraux et pré littoraux sont généralement de couleur allant du gris-brun au jaune-brun. La perméabilité de ces unités est généralement excellente.



**Figure 33** | Exemple de dépôts glaciomarins littoraux ou pré littoraux à la station #18 (EB0518018).





**Figure 34** | Répartition des dépôts glaciomarins littoraux ou pré littoraux affleurant en surface sur le territoire de la Mauricie-Est.

### 4.7.3 Sédiments glaciomarins deltaïques (MGd)

Les dépôts glaciomarins deltaïques sont mis en place à l'embouchure des cours d'eau qui se déversaient dans des lacs proglaciaires ou la mer, et montrant une surface plane généralement marquée par des chenaux abandonnés et parfois modifiés par l'action éolienne. Ces dépôts ont été mis en place dans un plan d'eau soit sous la limite marine (<240 m) ou au-dessus de 90 m d'élévation (au-dessus des dépôts associés au Lac Lamprosilis; fig. 36). Les dépôts glaciomarins deltaïques observés sur le terrain présentent généralement deux faciès distincts typiques des deltas : des lits frontaux en bas de coupe et des lits sommitaux au sommet (fig. 35). Les lits frontaux sont constitués de sable, sable grossier et de sable graveleux. Ils sont bien triés et stratifiés de façon oblique et planaire. Les lits sommitaux sont constitués de sables et graviers stratifiés, ainsi que de blocs imbriqués. Ils sont difficilement différenciables des sédiments d'épandage subaériens en photo-interprétation. La présence de lits frontaux sous-jacents a été utilisée comme critère pour distinguer les deux unités. Sur le terrain des épaisseurs de dépôts glaciomarins deltaïques allant jusqu'à 20 m ont été observées. Les dépôts deltaïques ont généralement de couleur allant du gris-brun au jaune-brun. Leur perméabilité est généralement très bonne.



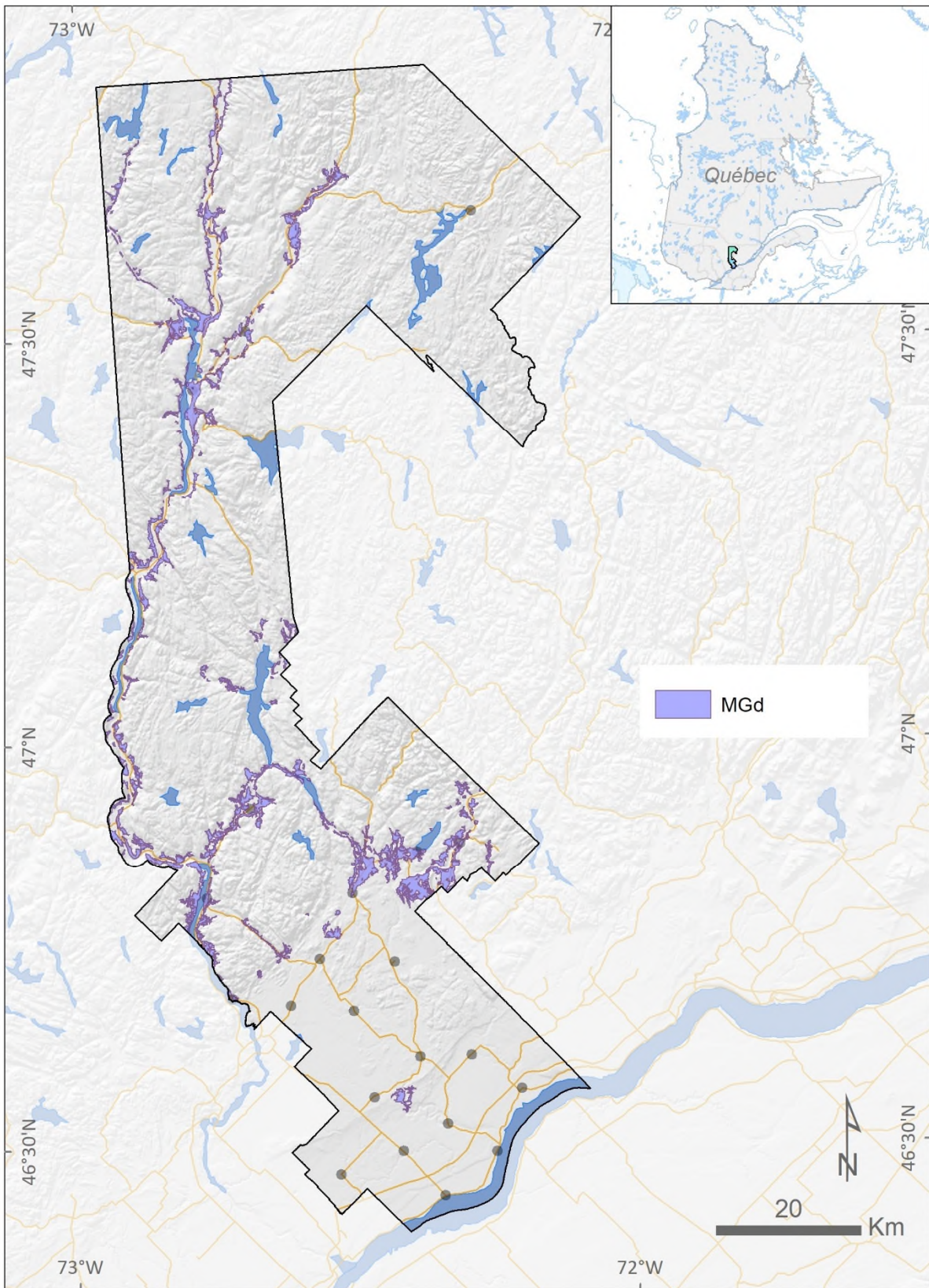
**Figure 35** | Exemple de dépôts glacio-marins deltaïques à la station #57 (EB0521057). On y retrouve les deux unités supérieures typiques des deltas, c.-à-d., les lits frontaux sableux et inclinés en bas de coupe, surmontés par les lits sommitaux.





**Figure 36** | Exemple de dépôts glaciomarins deltaïque avec déformations à la station #57 (EB0521057).



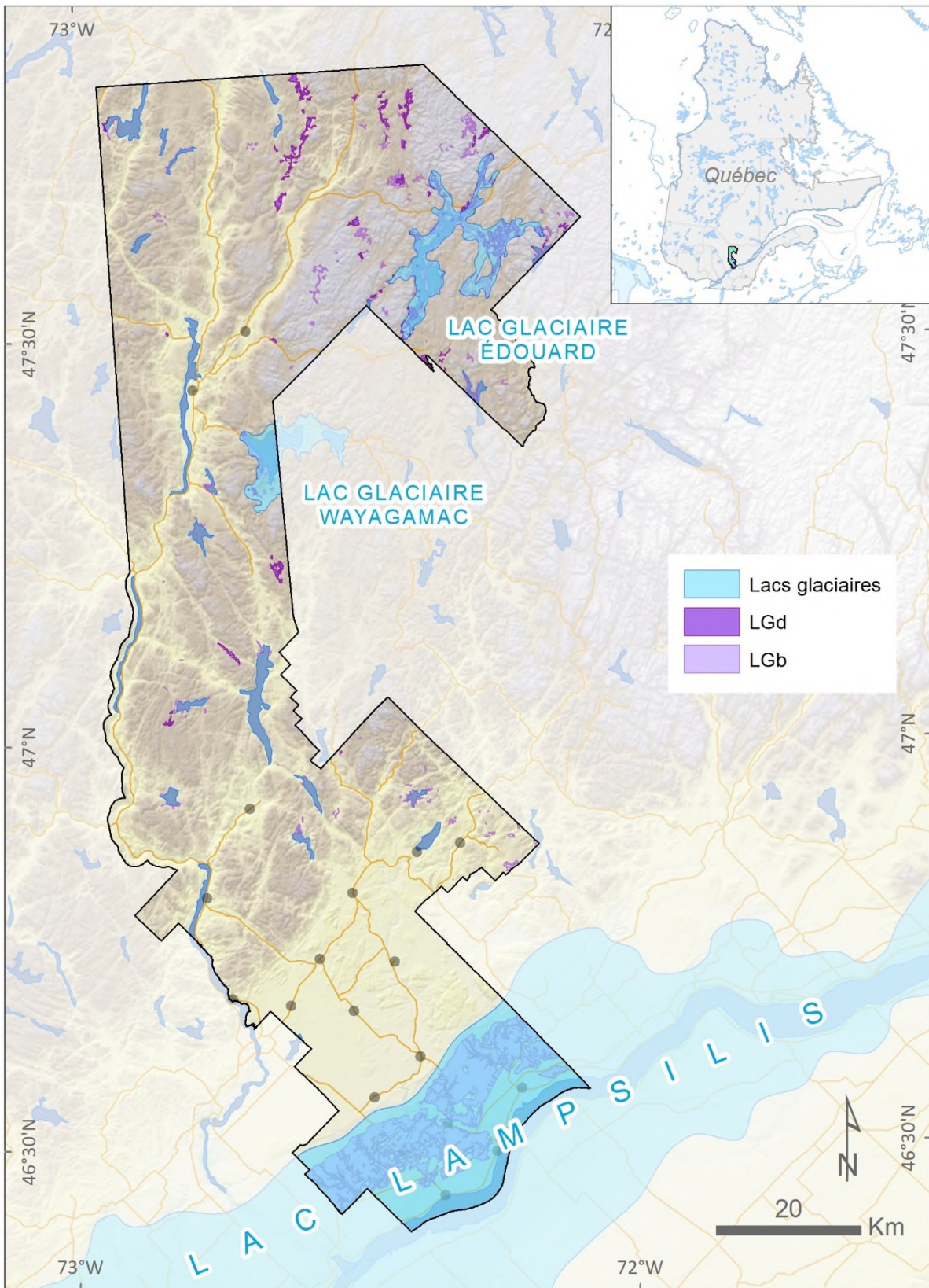


**Figure 37** | Répartition des dépôts glaciomarins deltaïques affleurant en surface sur le territoire de la Mauricie-Est.



## 4.8 Sédiments glaciolacustres

Les sédiments glaciolacustres sont mis en place dans des lacs d'obturations glaciaires formés à partir des barrages morainiques, des seuils topographiques, des barrages glaciaires ou par la présence d'eskers. En Mauricie-Est, ces dépôts sont associés en majorité à trois grands lacs glaciaires: le Lac Lampsilis, le Lac Wayagamac et le Lac Édouard (fig. 37). Les dépôts associés au Lac Lampsilis sont généralement cartographiés comme lacustres sur les autres cartes de dépôts de surface de la vallée du Saint-Laurent. Ici, il a été choisi de représenter ces dépôts comme glaciolacustres considérant que l'apport en eau de fonte venant de l'Inlandsis Laurentidien a alimenté le Lac Lampsilis durant toute son existence, c.-à-d., jusqu'à environ 8,5 ka (Lamarche et al., 2006). Il est à noter que pour le secteur du Lac Lampsilis, la distinction entre des dépôts glaciolacustres et glaciomarins est très difficile par photointerprétation ou sur le terrain. La distinction est donc basée sur les études de faunes et de niveaux réalisés dans les années 1960 (MacPherson, 1966).



**Figure 38** | Étendue approximative des lacs glaciaires et des dépôts glaciolacustres identifiés dans la région de la Mauricie-Est.



#### 4.8.1 Sédiments glaciolacustres fin d'eau profonde (LGa)

Les dépôts glaciolacustres fin d'eau profonde sont composés de silt, de rythmites argilo-silteuses (figs. 38-39). Ils n'ont été observés que sur un affleurement, sous des dépôts littoraux. Ils ne sont donc pas représentés comme dépôts superficiels sur les cartes. Sur le terrain des épaisseurs de dépôts glaciolacustres fin d'eau profonde allant jusqu'à 0,5 m ont été observées. Ces dépôts ont une couleur brune. Leur perméabilité est mauvaise et ces unités peuvent localement confiner partiellement les unités aquifères sous-jacentes.



**Figure 39** | Exemple de dépôts glaciolacustres fin d'eau profonde à la station #105 (EB0521105).





**Figure 40** | Exemple de dépôts glaciolacustres fin d'eau profonde (rythmites?) à la station #105 (EB0521105).

#### 4.8.2 *Sédiments glaciolacustres littoraux et pré-littoraux (LGb)*

Les Sédiments glaciolacustres littoraux et pré-littoraux sont formés de sables et de graviers sableux stratifiés, avec présence de lits de minéraux lourds (figs. 40-42). Ces dépôts ont été mis en place sous l'action des vagues dans un plan d'eau au-dessus de la limite (>240 m) ou sous 90 m d'élévation dans le cas des dépôts associés au Lac Lampsilis. Ces dépôts forment une surface généralement plane parfois marquée par des crêtes de plage ou modifiée par l'action éolienne. Sur le terrain des épaisseurs de dépôts glaciolacustres littoraux et pré-littoraux allant jusqu'à 5 m ont été observées. Les dépôts glaciolacustres littoraux et pré-littoraux ont généralement de couleur allant du gris-brun au jaune-brun. Leur perméabilité est moyenne à bonne et une forte anisotropie les caractérise.





**Figure 41** | Exemple de dépôts glaciolacustres littoraux ou pré-littoraux associés au Lac glaciaire Lampsilis à la station #23 (EB0518023).





**Figure 42** | Exemple de dépôts glaciolacustres littoraux ou pré-littoraux associés au Lac glaciaire Wayagamac à la station #125 (EB0527125).





**Figure 43** | Exemple de dépôts glaciolacustres littoraux ou pré-littoraux associés au Lac glaciaire Édouard à la station #168 (EB0530168).

#### 4.8.3 *Sédiments glaciolacustres deltaïques (LGd)*

Les dépôts glaciolacustres deltaïques sont mis en place à l'embouchure des cours d'eau qui se déversaient dans des lacs proglaciaires et montrant une surface plane généralement marquée par des chenaux abandonnés et parfois modifiés par l'action éolienne. Ces dépôts ont été mis en place dans un plan d'eau au-dessus de la limite (>240 m) ou sous 90 m d'élévation dans le cas des dépôts associés au Lac Lampsilis. Les dépôts glaciolacustres deltaïques observés sur le terrain présente généralement deux faciès distincts typiques des deltas : des lits frontaux en bas de coupe et des lits sommitaux au sommet (fig. 43). Les lits frontaux sont constitués de sable, sable grossier et de sable graveleux. Ils sont bien triés et stratifiés de façon oblique et planaire. Les lits sommitaux sont constitués de sables et graviers stratifiés, ainsi que de blocs imbriqués. Ils sont difficilement différenciables des sédiments d'épandage subaériens en photo-interprétation. La présence de lits frontaux sous-jacent a été utilisée pour distinguer les deux unités. Sur le terrain des épaisseurs de dépôts glaciolacustres



deltaïques allant jusqu'à 3 m ont été observées. Les dépôts deltaïques ont généralement de couleur allant du gris-brun au jaune-brun. Leur perméabilité est généralement très bonne.



**Figure 44** | Exemple de dépôts glaciolacustres deltaïque à la station #140 (EB0529140). On y retrouve les deux unités supérieures typiques des deltas, c.-à-d., les lits frontaux sableux et inclinés en bas de coupe, surmontés par les lits sommitaux.

#### 4.9 Dépôts éoliens (Ed)

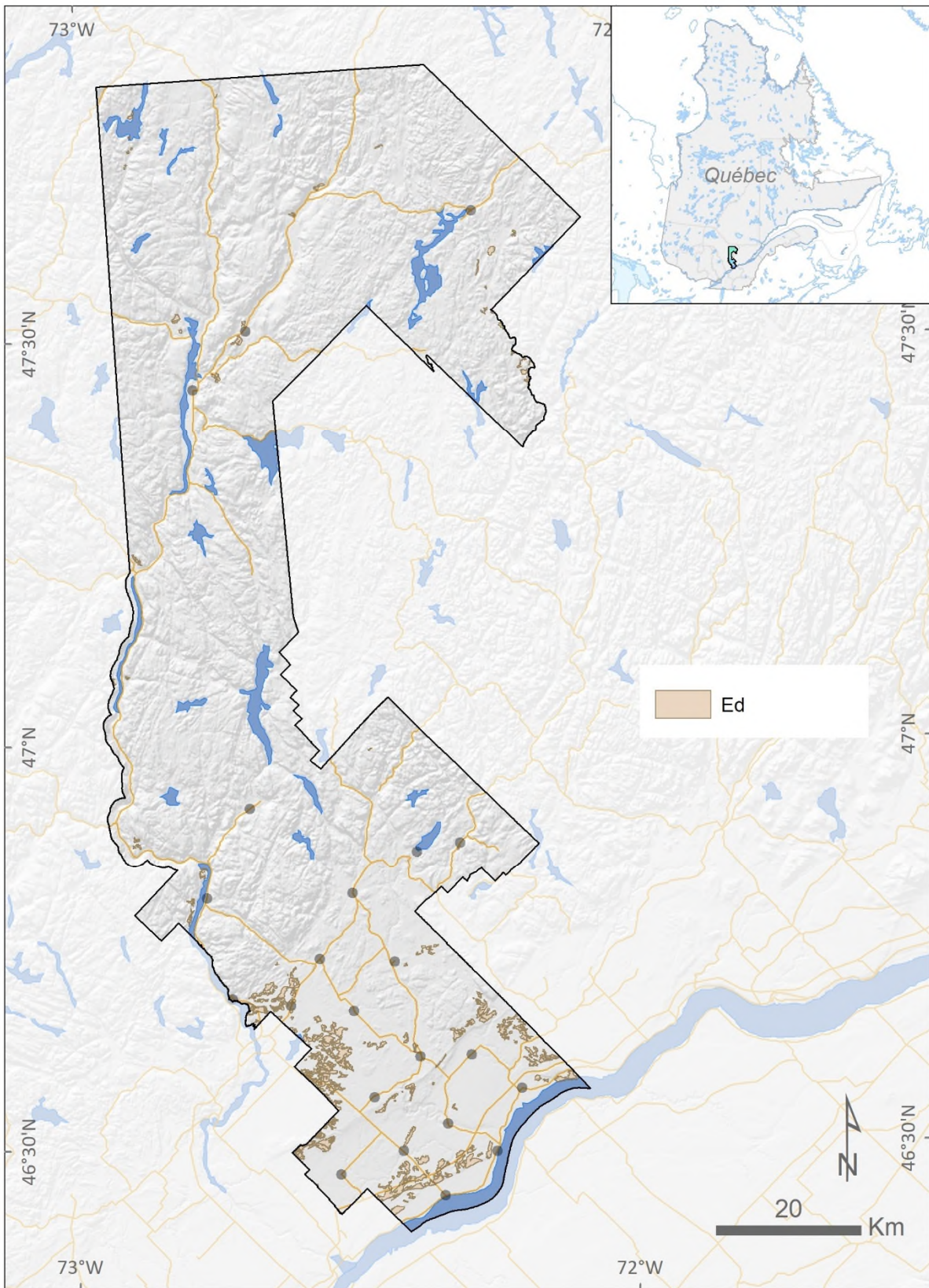
Les sédiments éoliens sont constitués de sables fins à moyens bien triés et légèrement stratifiés (fig. 44). Ils forment des dunes paraboliques généralement à la surface des sédiments littoraux et alluviaux fraîchement exondés. On les retrouve donc au sommet de dépôts glaciomarins ou glaciolacustres, dans le fond des vallées et quelque fois remontant le flanc des collines (fig. 45). Les dunes indiquent des vents dominants provenant du SO dans le sud de la zone d'étude et venant du NE dans le nord. Sur le terrain des épaisseurs de dépôts éoliens allant jusqu'à 2 m ont été observées. Les dépôts éoliens sont généralement de couleur allant du gris-brun au jaune-brun. Ils présentent une perméabilité moyenne à bonne.





**Figure 45** | Exemple de dépôts éoliens dans une dune bâtie sur des dépôts glaciomarins littoraux à la station #80 (EB0523080).



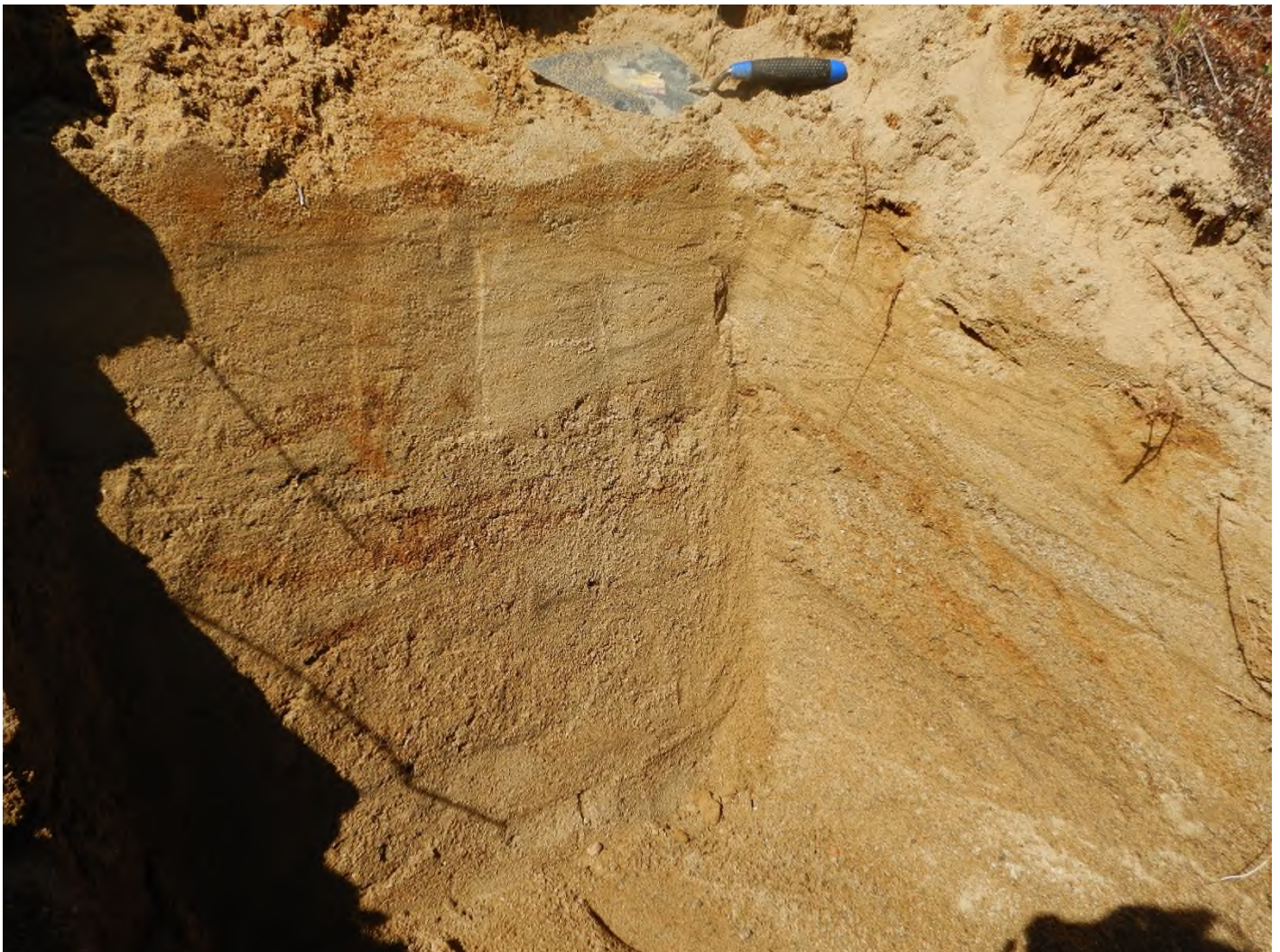


**Figure 46** | Répartition des dépôts éoliens affleurant en surface sur le territoire de la Mauricie-Est.



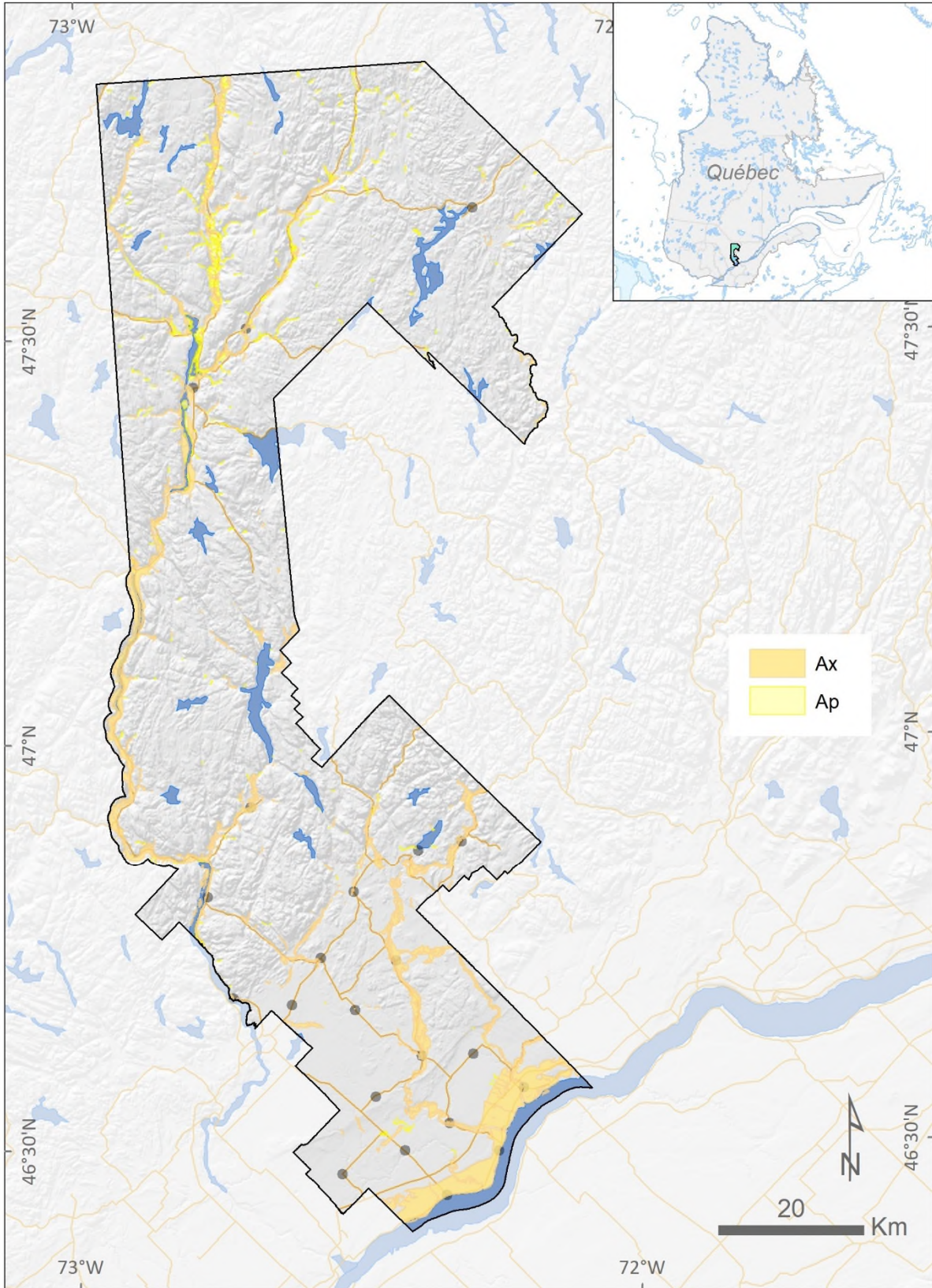
#### 4.10 Dépôts alluviaux (Ap, Ax)

Les sédiments alluviaux sont mis en place le long des cours d'eau du système fluvial actuel lors de leur incision dans les formations quaternaires antérieures (Ap). Ces sédiments incluent des alluvions mis en place dans les anciens chenaux de proto-rivières (Ax). Selon l'âge relatif des dépôts alluviaux, déduit du contexte géomorphologique de leur mise en place, deux unités lithostratigraphiques ont été distinguées : les alluvions de terrasses anciennes (Ax) et les alluvions actuelles (Ap). Les dépôts alluviaux sont constitués de sable, silt sableux, sable graveleux et graviers stratifiés (fig. 46). Ils peuvent contenir de la matière organique et peuvent constituer des levées, des barres et des plaines alluviales. Sur le terrain des épaisseurs de dépôts alluviaux allant jusqu'à 10 m ont été observées le long de la rivière Saint-Maurice. Les sédiments alluviaux cartographiés se retrouvent autant dans les Basses-Terres que dans les Hautes-Terres et sont majoritairement situés le long des cours d'eau (fig. 47). Les dépôts alluviaux ont généralement de couleur allant du gris-brun au jaune-brun. Leur perméabilité est mauvaise à moyenne dépendamment leur contenu en silt. Plus le contenu en silt augmente, plus leur perméabilité diminue.





**Figure 47** | Exemple de dépôts d'alluvions de terrasses anciennes (Ax) à la station #15 (EB0518015).



**Figure 48** | Répartition des dépôts alluviaux affleurant en surface sur le territoire de la Mauricie-Est.



## 4.11 Dépôts de versant

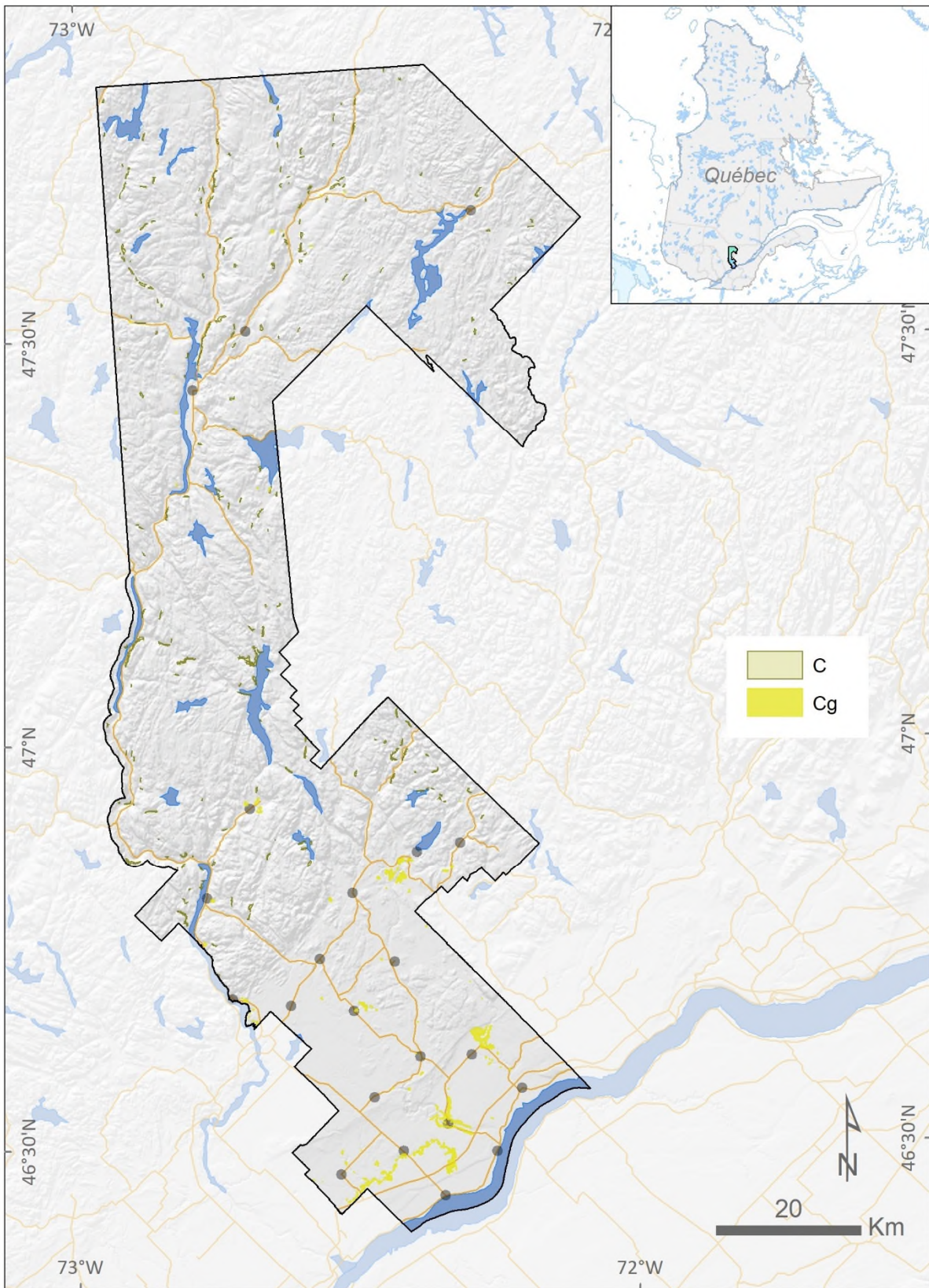
### 4.11.1 Dépôts de versant indifférenciés (C)

Les dépôts de versant indifférenciés sont formés par la remobilisation de dépôts au pied d'escarpement ou de pente. Ils forment des diamictons dont la granulométrie est dépendante du dépôt originel, donc est très variable, allant des blocs au silt (fig. 48). Les sédiments de versant indifférenciés cartographiés se situent dans les Hautes-Terres à flanc de montagne (fig. 49). Des structures reliques de compression du au mouvement des sédiments ont pu être observés. Sur le terrain des épaisseurs de dépôts de versant indifférenciés allant jusqu'à 5 m ont été observées. Ils sont généralement de couleur brune. Leur perméabilité est généralement mauvaise.



**Figure 49** | Exemple de dépôts de versant indifférencié à la station #75 (EB0522075).





**Figure 50** | Répartition des dépôts de versant (indifférenciés ou de glissement de terrain) affleurant en surface sur le territoire de la Mauricie-Est.



#### 4.11.2 Dépôts de glissements de terrain (Cg)

Les dépôts de glissements de terrain se sont formés principalement dans les dépôts glaciomarins (argiles, silts, sables) (fig. 50). Ils se retrouvent au pied des amphithéâtres ou de cicatrices de glissement où ils prennent la forme d'un dépôt chaotique, dont la surface est bosselée (fig. 51). La grande majorité des glissements de terrain en Mauricie-Est sont localisés le long des principaux cours d'eau des Basses-Terres, c.-à-d., où les argiles marines sont présentes (fig. 49). Sur le terrain des épaisseurs de dépôts de glissement de terrain allant jusqu'à 2,5 m ont été observées. Ils sont généralement de couleur brune et leur perméabilité est très mauvaise.



**Figure 51** | Exemple de dépôts de versant indifférencié à la station #104 (EB0525104).



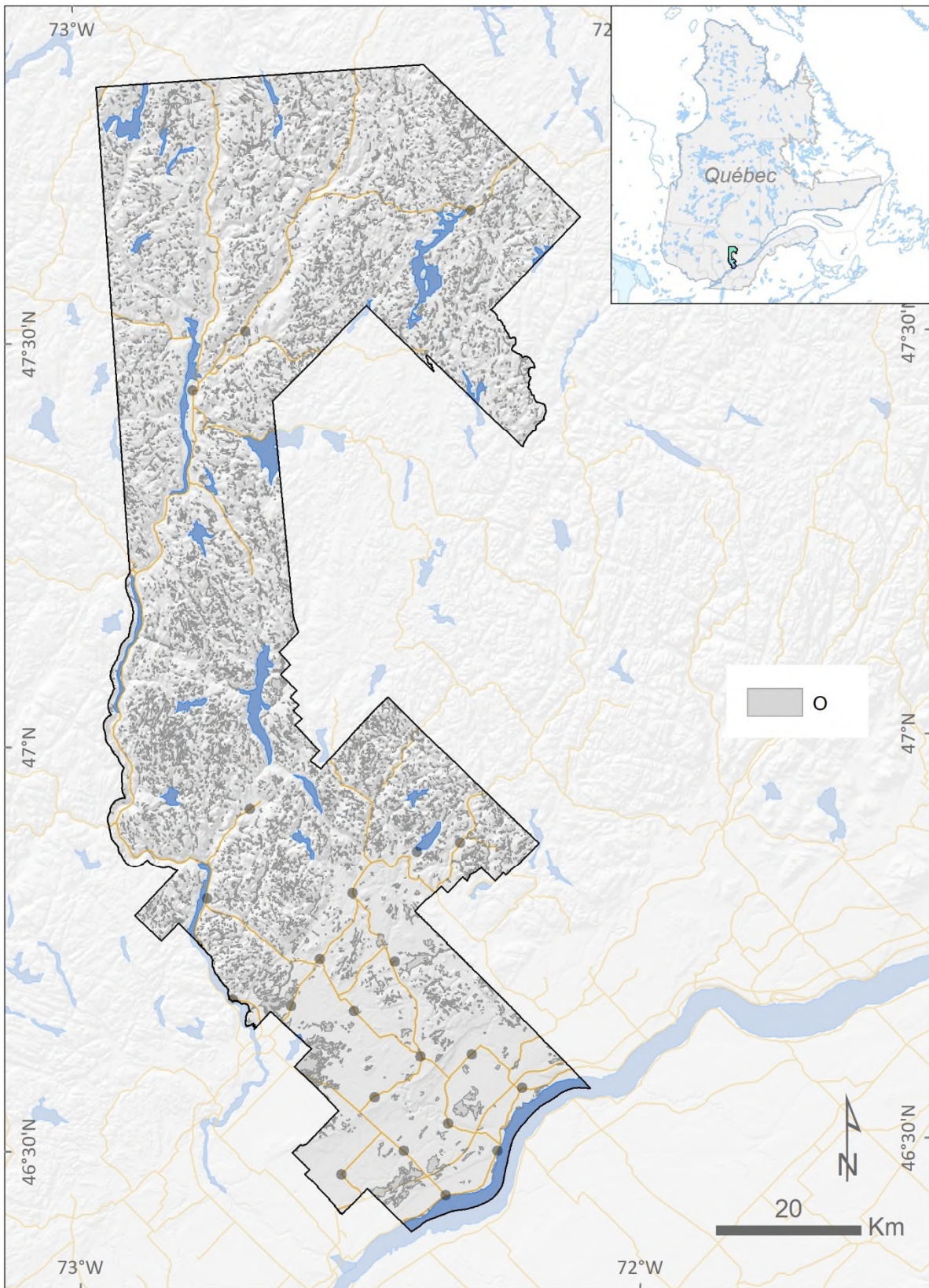


**Figure 52** | Exemple d'expression en surface (étagement) d'un glissement de terrain rotationnel à la station #99 (EB0525099).

#### **4.12 Dépôts organiques indifférenciés (O)**

Les dépôts organiques sont déposés dans des milieux palustres à plan d'eau ouvert et sont des reliques d'anciens niveaux d'eau. Ils sont constitués principalement de tourbe fibreuse et sont développés dans des dépressions mal drainées, notamment sur les dépôts fins (fig. 52). La classification attribuée, indépendamment de leurs types soit, tourbière, marécage ou fen riverain, est « sédiment organique indifférencié ». En effet, l'identification de chaque type demanderait minimalement une visite sur le terrain.





**Figure 53** | Répartition des dépôts organiques affleurant en surface sur le territoire de la Mauricie-Est.

## 5. Conclusions

La photo-interprétation et les travaux terrains (2019-2021) ont permis d'identifier dix (10) grands types d'unités lithostratigraphiques et plus de 25 types de formes de terrain. Les données issues de la cartographie sont maintenant détaillées sur une nouvelle carte de dépôts de surface de la Mauricie-Est qui touche complètement ou en partie 14 feuillets SNRC. Les travaux de terrain ont permis de valider 206 sites répartis sur l'ensemble du territoire de la Mauricie-Est. La validation des sites a permis la prise de 639 photos d'affleurements et de recueillir 12 échantillons (coquillages, bois, matière organique) qui seront traités pour datation dans le but de mieux comprendre la chronologie de déposition des différentes unités et la paléogéographie en fonction du retrait glaciaire. Les données recueillies aux 206 sites de validation ont été incorporées à une base de données *Microsoft Access* qui vient compléter les nouvelles cartes de dépôts de surface. De plus, les travaux de terrains et de cartographie ont permis d'identifier plusieurs problématiques qui mériteraient d'être approfondies, notamment la présence de dépôts deltaïques orientés vers le nord sur le flanc nord de la crête principale de la moraine de Saint-Narcisse. La présence de bloc métriques imbriqués dans les lits frontaux deltaïques orientés vers le nord est dure à expliquer dans le contexte de déglaciation. La présence de blocs dans des lits frontaux généralement implique une capacité de transport importante généralement associée à la présence de glace. Or, ces dépôts deltaïques se retrouvent environ 80 m sous la limite marine, donc ils ont probablement été déposés lorsque le niveau marin était à l'alentour de 120 m et donc lorsque que la glace était déjà bien au nord de la zone d'étude. La possibilité d'interpréter certains dépôts au nord de La Tuque comme des dépôts glaciolacustres demeure aussi à investiguer, notamment à l'aide de l'étude de leur contenu en diatomées. Actuellement, malgré leur apparence varvée, ces sédiments sont interprétés comme des sédiments marins d'eau profonde.

Finalement, l'ensemble de ces données recueillies ainsi que les cartes de dépôts de surface fourniront donc une base empirique solide pour la suite des travaux du projet d'acquisition des connaissances sur les eaux souterraines de la Mauricie-Est et seront intégrés à certains livrables cartographiques finaux. De plus, les résultats de la cartographie des dépôts de surface du territoire couvert serviront à la création d'une trentaine de coupes stratigraphiques d'échelle régionale (longueur plurikilométrique). Ces coupes seront déposées auprès du ministère de l'environnement et des MRC partenaires du projet d'acquisition des connaissances sur les eaux souterraines de l'est de la Mauricie.



## 6. Références

- Alley, R. B. (2000). The Younger Dryas cold interval as viewed from central Greenland. *Quaternary science reviews*, 19(1-5), 213-226.
- Anderson, T., Matthews, J., Mott, R., & Richard, S. (1990). The Sangamonian Pointe-Fortune site, Ontario-Québec border. *Géographie physique et Quaternaire*, 44(3), 271-287.
- Batchelor, C. L., Margold, M., Krapp, M., Murton, D. K., Dalton, A. S., Gibbard, P. L., ... & Manica, A. (2019). The configuration of Northern Hemisphere ice sheets through the Quaternary. *Nature Communications*, 10(1), 1-10.
- Béland, J. (1961). Région de Shawinigan-Rapport géologique no 97. Ministère des Richesses naturelles, Québec.
- Bellavance, D. (2012). Synthèse des évènements quaternaires dans les Basses-Terres du Saint-Laurent. Développement durable, Environnement et Parcs, Province de Québec, Québec, Canada.
- Besré, F., & Occhietti, S. (1990). Les varves de Deschaillons, les rythmites du Saint-Maurice et les rythmites de Leclercville, Pleistocene supérieur, vallée du Saint-Laurent, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 44(2), 181-198.
- Bolduc, A. M. (1999). Géologie des formations superficielles: région de Trois-Rivières, Québec. Commission géologique du Canada.
- Brodeur, D., & Allard, M. (1985). Stratigraphie et Quaternaire de l'île aux Coudres, estuaire moyen du Saint-Laurent, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 39(2), 183-197.
- Brouard, E., Lajeunesse, P., Cousineau, P. A., Govare, É., & Locat, J. (2016). Late Wisconsinan deglaciation and proglacial lakes development in the Charlevoix region, southeastern Québec, Canada. *Boreas*, 45(4), 754-772.
- Brouard, E., Dubé-Loubert., H., Roy, M., Lamarche, O. & Hébert, S. 2020. Carte des dépôts de surface de la province du Québec. 1 : 2 500 000. Ministère de l'Énergie et des Ressources Naturelles du Québec.
- Carlson, A. E., & Clark, P. U. (2012). Ice sheet sources of sea level rise and freshwater discharge during the last deglaciation. *Reviews of Geophysics*, 50(4).
- Chalmers, R. (1898). Report on the surface geology and auriferous deposits of south-eastern Quebec (Vol. 10). SE Dawson.
- Clet, M., & Occhietti, S. (1996). La sous-séquence des sédiments de Saint-Pierre—Rythmites du Saint-Maurice—Sables des Vieilles-Forges, Pléistocène supérieur, vallée du Saint-Laurent, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 50(3), 287-310.
- Cloutier, M., Parent, M., & Bolduc, A. M. (1997). Géologie des formations superficielles, région de Saint-Marc-des-Carières, Québec. Commission géologique du Canada.
- Coleman, A. P. (1927). Glacial and interglacial periods in eastern Canada. *The Journal of Geology*, 35(5), 385-403.
- Cousineau P., Poirier B., Brouard E., Amrani M.E., Roy D., Walter J., Lambert M. et Lajeunesse P. (2014) Rapport Final sur les travaux de cartographie des formations superficielles réalisés dans les territoires municipalisés de la Haute-Côte-Nord et de Charlevoix (Québec) entre 2012 et 2014, Rapport de recherche de l'Université du Québec à Chicoutimi, Université Laval, Ministère des Ressources naturelles, 104 pages.
- Dalton, A. S., Margold, M., Stokes, C. R., Tarasov, L., Dyke, A. S., Adams, R. S., ... & Wright Jr, H. E. (2020). An updated radiocarbon-based ice margin chronology for the last deglaciation of the North American Ice Sheet Complex. *Quaternary Science Reviews*, 234, 106223.

- David, J., Dion, C., & Moukhsil, A. (2010). Datations U-Pb effectuées dans la Province de Grenville en 2008-2009. *Ressources naturelles et faune Québec*.
- Ducruc, J.-P., Tingxian, L., Bissonnette, J., et Direction du patrimoine écologique et du développement durable. (2000). Aires protégées au Québec: les provinces naturelles: niveau I du cadre écologique de référence du Québec. 2. éd. Direction du patrimoine écologique et du développement durable du Ministère de l'environnement du Québec, Québec.
- Dyke, A. S., Andrews, J. T., Clark, P. U., England, J. H., Miller, G. H., Shaw, J., & Veillette, J. J. (2002). The Laurentide and Innuitian ice sheets during the last glacial maximum. *Quaternary Science Reviews*, 21(1-3), 9-31.
- Dyke, A. S. (2004). An outline of North American deglaciation with emphasis on central and northern Canada. *Developments in quaternary sciences*, 2, 373-424.
- Elson, J. A. (1969). Late Quaternary marine submergence of Quebec. *Revue de géographie de Montréal*, 23(3), 247-258.
- Ferland, P., & Occhietti, S. (1990). L'Argile de la Pérade: nouvelle unité marine antérieure au Wisconsinien supérieur, vallée du Saint-Laurent, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 44(2), 159-172.
- Ferland, P., & Occhietti, S. (1990). Révision du stratotype des Sédiments de Saint-Pierre et implications stratigraphiques, vallée du Saint-Laurent, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 44(2), 147-158.
- Gadd, N. R. (1955). Pleistocene geology of the Becancour map-area, Quebec. University of Illinois at Urbana-Champaign.
- Gadd, N. R. (1971). Pleistocene geology of the St. Lawrence Lowland, with selected passage from an unpublished manuscript: The St. Lawrence Lowland, by J. W. Goldthwaith. *Geological Survey of Canada Memoir* 359.
- Globensky, Y. (1987). *Géologie des Basses-terres du Saint-Laurent* [en ligne]. Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, Québec (Canada). MM 85-02.
- Godbout, P. M. (2013). *Géologie du quaternaire et hydrostratigraphie des dépôts meubles du bassin versant de la rivière Bécancour et des zones avoisinantes*, Québec.
- Govare, É. (1995). *Géomorphologie et paléoenvironnements de la région de Charlevoix, Québec, Canada* [PhD. thesis]. Montréal, Université de Montréal.
- Gregoire, L. J., Payne, A. J., & Valdes, P. J. (2012). Deglacial rapid sea level rises caused by ice-sheet saddle collapses. *Nature*, 487(7406), 219-222.
- Hillaire-Marcel, C., & Occhietti, S. (1977). Fréquence des datations au 14C de faunes marines post-glaciaires de l'Est du Canada et variations paléoclimatiques. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 21(1), 17-54.
- Geological Survey of Canada, & Karrow, P. F. (1959). *Surficial Geology, Grondines, Champlain, Portneuf, Lotbiniere and Nicolet Counties, Quebec*. Geological Survey of Canada.
- Lamarche, L., Garneau, M., Lamothe, M., Larocque, M., Loisel, J., Pellerin, S., Richard, P.J.H., Rosa, É. & van Bellen, S. (2006). Réunion annuelle de l'AQQUA, Excursion sur l'Histoire holocène de la région de Lanoraie-Lac St-Pierre, 65 pp.
- Lamothe, M. (1989). A new framework for the Pleistocene stratigraphy of the central St. Lawrence Lowland, Southern Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 43(2), 119-129.



- Lasalle, P., & Elson, J. A. (1975). Emplacement of the St. Narcisse Moraine as a climatic event in eastern Canada. *Quaternary Research*, 5(4), 621-625.
- Lasalle, P. (1966). Late Quaternary vegetation and glacial history in the St. Lawrence Lowlands, Canada. *Leidse Geologische Mededelingen*, 38(1), 91-126.
- MacDonald, B. C., & Shilts, W. W. (1971). Quaternary stratigraphy and events in southeastern Canada. *Geological Society of America Bulletin*, 82, 683-698.
- Macpherson, J. C. (1966). The post-champlain evolution of the drainage pattern of the Montreal lowland, (thèse de doctorat), Université McGill.
- Nadeau, L., & Brouillette, P. (1995). Carte structurale de la région de Shawinigan (SNRC 31I), Province de Grenville, Québec. Commission Géologique du Canada, dossier public, 3012.
- Occhiatti, S. (1982). Synthèse lithostratigraphique et paléoenvironnements du Quaternaire au Québec méridional. Hypothèse d'un centre d'englacement wisconsinien au Nouveau-Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 36(1-2), 15-49.
- Occhiatti, S., Long, B., Clet, M., Boespflug, X., & Sabeur, N. (1995). Séquence de la transition Illinoien–Sangamonien: forage IAC-91 de l'île aux Coudres, estuaire moyen du Saint-Laurent, Québec. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 32(11), 1950-1964.
- Occhiatti, S., Balescu, S., Lamothe, M., Clet, M., Cronin, T., Ferland, P., & Pichet, P. (1996). Late stage 5 glacio-isostatic sea in the St. Lawrence Valley, Canada and United States. *Quaternary Research*, 45(2), 128-137.
- Occhiatti, S. (1977). Stratigraphie du Wisconsinien de la région de Trois-Rivières-Shawinigan, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 31(3-4), 307-322.
- Occhiatti, 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*, 61(2-3), 89-117.
- Pagé, P. (1999). Les grandes glaciations: l'histoire et la stratigraphie des glaciations continentales dans l'hémisphère Nord [en ligne]. Guérin, Montréal.
- Parent, M., & Occhiatti, S. (1988). Late Wisconsinan deglaciation and Champlain sea invasion in the St. Lawrence valley, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 42(3), 215-246.
- Parent, M., J.M.M. Dubois, P. Bail, A. Larocque et G. Larocque. (1985). Paléogéographie du Québec méridional entre 12 500 et 8000 ans BP. *Recherches amérindiennes au Québec*, vol. 15, no 1-2, p. 17-37.
- Parent, M., Paradis, S., & Boivin, R. (2010). Formations superficielles: légende et notes descriptives—1/50 000 à 1/125 000, Version 11. Commission géologique du Canada.
- Peltier, W. R., Argus, D. F., & Drummond, R. (2015). Space geodesy constrains ice age terminal deglaciation: The global ICE-6G\_C (VM5a) model. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 120(1), 450-487.
- Prest, V. K. 1969. Retreat of Wisconsin and Recent ice in North America. Geological Survey of Canada, Map 1257A
- Richard, P. J., & Occhiatti, S. (2005). 14C chronology for ice retreat and inception of Champlain Sea in the St. Lawrence Lowlands, Canada. *Quaternary Research*, 63(3), 353-358.

- Robert, F., (2001). Photo-interprétation à grande échelle et système d'information géographique: outils de reconstitution du retrait glaciaire dans les Laurentides, application aux régions de La Tuque et de la Gatineau. M.Sc. thesis, Université du Québec à Montréal, 129 p.
- Simard, J., Occhietti, S., & Robert, F. (2003). Retrait de l'inlandsis sur les Laurentides au début de l'Holocène: transect de 600 km entre le Saint-Maurice et le Témiscamingue (Québec). *Géographie physique et Quaternaire*, 57(2-3), 189-204.
- Tarasov, L., Dyke, A. S., Neal, R. M., & Peltier, W. R. (2012). A data-calibrated distribution of deglacial chronologies for the North American ice complex from glaciological modeling. *Earth and Planetary Science Letters*, 315, 30-40.
- Terasmae, J. (1958). Contributions to Canadian palynology, pt. 2; Non-glacial deposits in the St. Lawrence Lowlands. Quebec, Geol. Surv. Can. Bull, 46, 13-28.
- Trottier, A. P., Brouard, E., Lajeunesse, P., & Normandeau, A. (2021). The morphosedimentary record of glacial to postglacial environmental changes in fjord-lake Mékinac and adjacent areas (southeastern Canadian Shield). *Geomorphology*, 376, 107565.
- Veillette, J., & Nixon, F. (1984). Sequence of quaternary sediments in the Bélanger sand pit, Pointe-Fortune, Québec-Ontario. *Géographie physique et Quaternaire*, 38(1), 59-68.