

## CHAPITRE III

### ÉVALUATION DE LA RESSOURCE EN DÉPÔTS GRANULAIRES

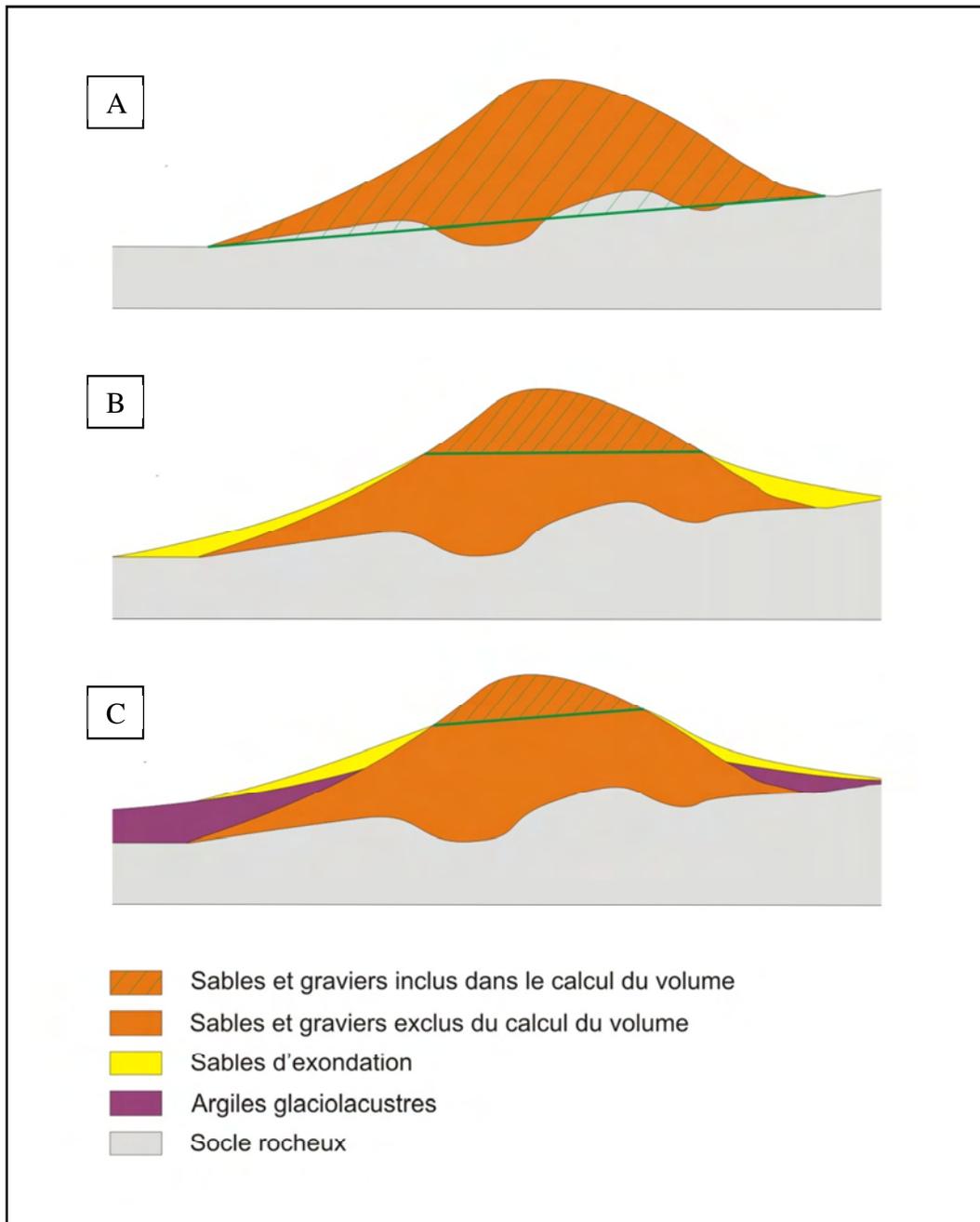
Les eskers constituent de loin la principale source de dépôts granulaires de l'Abitibi-Témiscamingue. Ces matériaux granulaires sont utilisés pour la construction (béton et remblais), pour l'infrastructure routière et pour la voirie forestière. Outre ces activités d'extraction, les eskers sont aussi utilisés pour l'exploitation forestière, pour la villégiature et, dans le voisinage des zones habitées, pour le captage de l'eau souterraine. Comme nous l'avons vu précédemment, la répartition des eskers et autres dépôts granulaires de la région est connue grâce aux travaux de cartographie existants (voir figure 1.2 et 1.7). Cependant, malgré l'importance de la ressource pour l'activité économique, le volume de ces dépôts granulaires demeure inconnu. Aucune étude, avant le présent travail, n'a traité de l'aspect quantitatif de cette ressource.

La cartographie des dépôts de surface, le modèle de mise en place des eskers, les travaux réalisés à l'extérieur de notre région et dans d'autres régions nordiques du monde, et l'expérience acquise lors des travaux précédents et actuels de l'UQAT, nous ont permis d'apprécier les facteurs pouvant faire obstacle aux essais d'évaluation de la masse granulaire des eskers. La question est complexe puisque le manque de connaissance sur la topographie du socle rocheux sous-jacent aux eskers et l'enfouissement total ou partiel de la partie basale de plusieurs eskers par des dépôts plus jeunes nous empêchent d'évaluer avec précision le volume de sables et graviers qu'ils contiennent à partir uniquement de cartes et de photographies aériennes. Toutefois, malgré ces contraintes, nous disposons de données cartographiques de surface nous permettant de proposer des volumes de dépôts granulaires

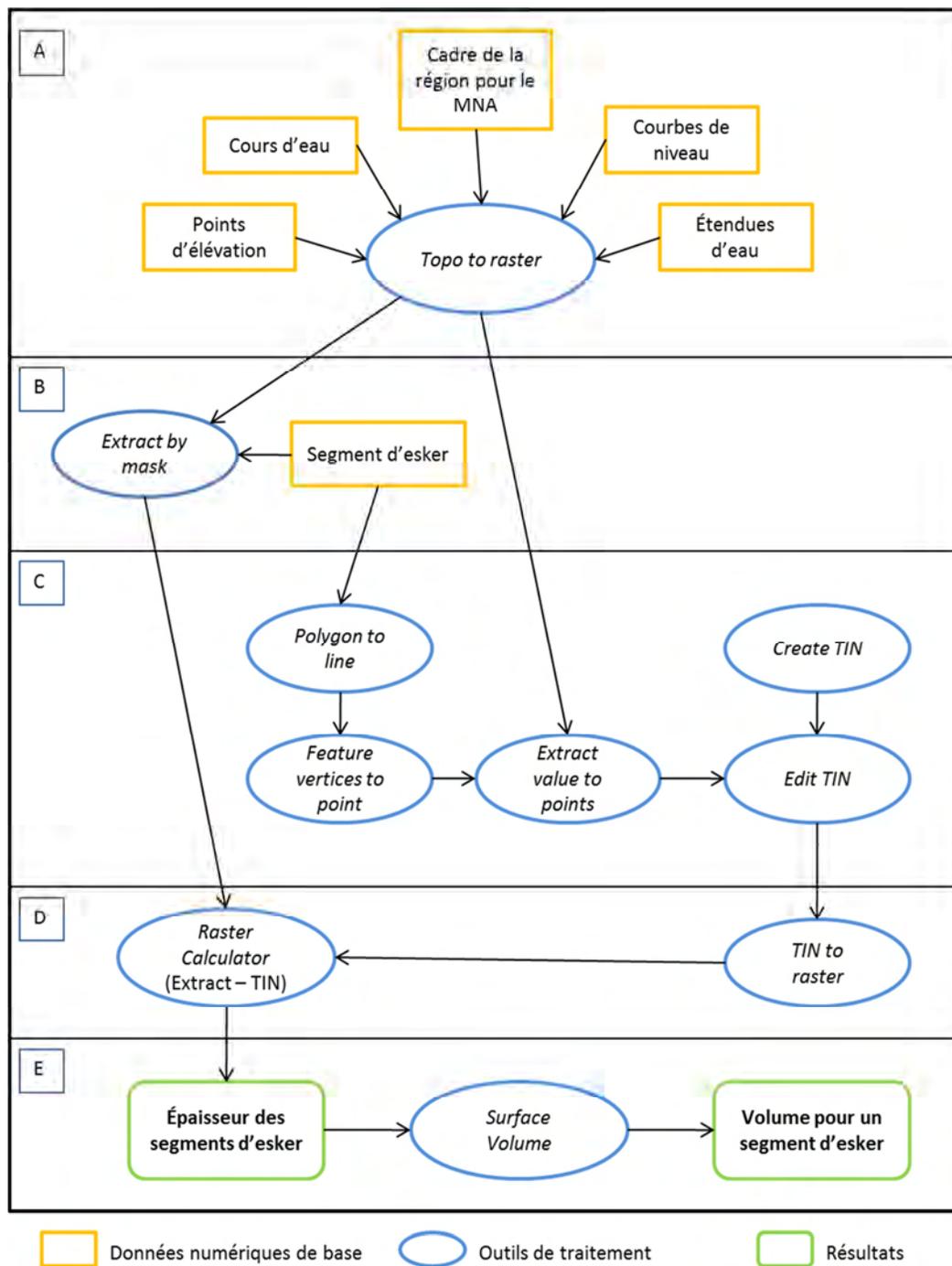
représentatifs de la partie non saturée des eskers (au-dessus du niveau phréatique) et d'observer leur distribution sur la région d'étude. Il s'agit forcément d'une évaluation minimale du volume de ces eskers. La section qui suit présente la méthode utilisée face à ces contraintes.

### 3.1 Méthodologie

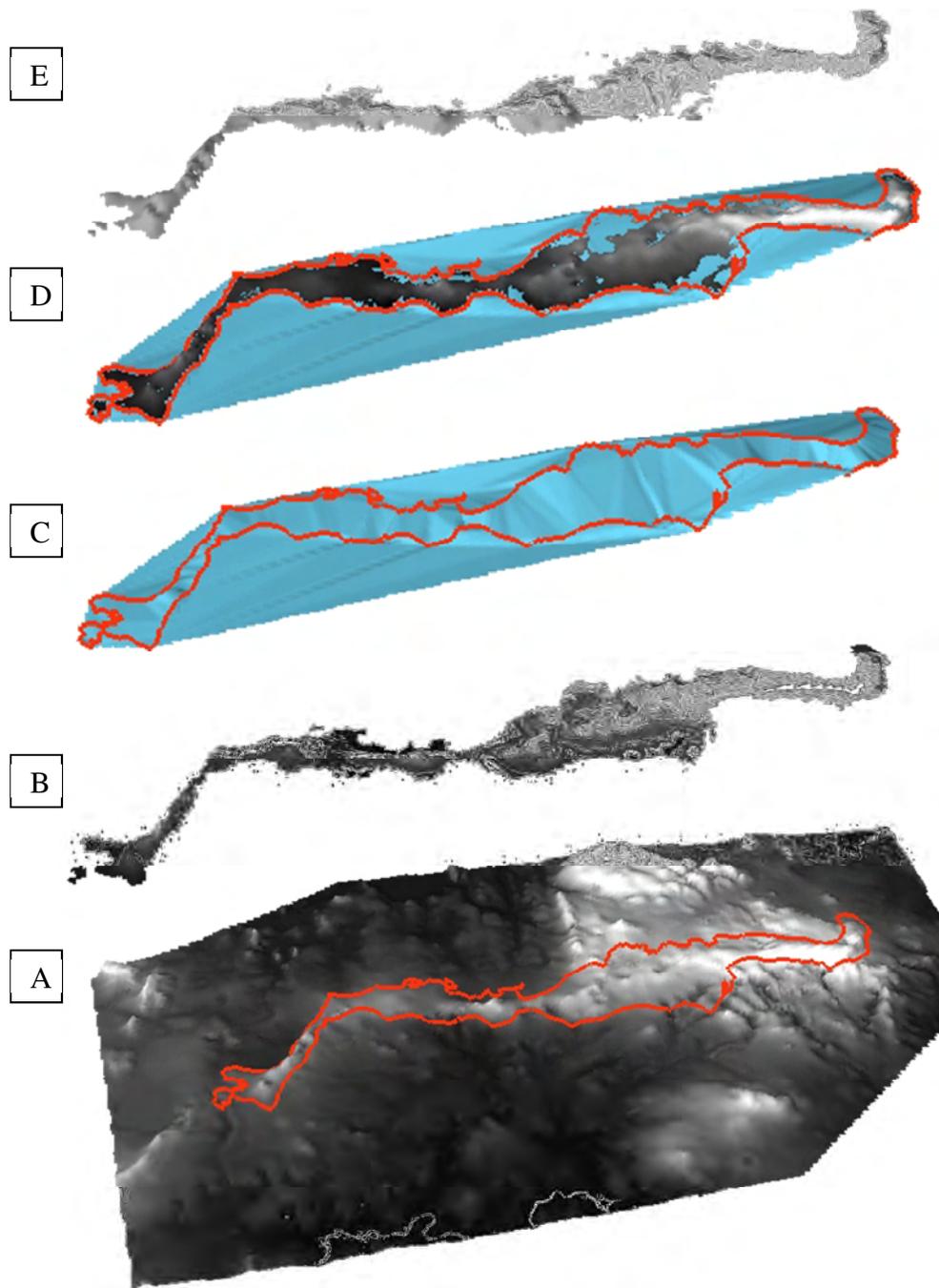
L'utilisation des systèmes d'informations géographiques (SIG) est indispensable pour intégrer et traiter l'ensemble des données nécessaires à l'estimation du volume des différents segments d'eskers cartographiés. Les SIG sont utilisés autant dans la phase de modélisation topographique de l'esker que dans celle du calcul des épaisseurs apparentes des eskers et de l'interprétation des résultats. Knight *et al.* (1999) et Sutphin *et al.* (2002) ont calculé le volume granulaire d'un esker en utilisant une forme géométrique, le trapèze, pour représenter sa forme en coupe transversale. Dans les présents travaux, compte tenu de l'hétérogénéité de la morphologie des eskers sur un même segment et afin de réduire le biais causé par l'utilisation d'une forme géométrique, nous avons reproduit la forme de l'esker à l'aide d'un modèle numérique d'altitude (MNA). Ainsi, on obtient une tranche d'épaisseur qui représente fidèlement la géométrie apparente de l'esker. La figure 3.1 illustre la partie de l'esker utilisée pour les calculs de volume de la masse granulaire en fonction des milieux de mise en place des eskers. Ces schémas montrent l'effet de l'enfouissement des dépôts fluvioglaciers par les sédiments glaciolacustres sur la masse granulaire incluse dans le calcul du volume. Le calcul du volume exige le traitement de données vectorielles, sur la topographie de surface, réalisable par les outils du logiciel ArcGIS. La figure 3.2 présente, sous forme d'organigramme, les différents outils utilisés pour obtenir le volume de dépôts granulaires à partir des données topographiques. Cinq grandes étapes ont été suivies pour chacun des segments d'esker analysés. La figure 3.3 illustre les résultats obtenus pour chacune des étapes pour un segment d'esker.



**Figure 3.1** Partie de l'esker utilisée dans le calcul du volume de la masse granulaire en fonction de trois milieux (A, B, C) de mise en place de la classification proposée par Veillette *et al.* (2004, voir figure 1.10).



**Figure 3.2** Organigramme représentant la chaîne d'opération et les cinq étapes à suivre pour obtenir une estimation minimale du volume de dépôts granulaires d'un segment d'esker.



**Figure 3.3** A) MNA englobant un segment d'esker. B) MNA extrait pour le segment d'esker. C) TIN rejoignant les altitudes du pourtour de l'esker D) Soustraction du TIN au MNA de l'esker. E) Section de l'esker émergeant au-dessus des dépôts avoisinants.

#### A- Création d'un modèle numérique d'altitude (MNA).

Cette étape consiste à créer un MNA qui englobe un segment d'esker. Le MNA est réalisé par l'interpolation des données topographiques au 1 : 20 000 (courbes de niveau, cours d'eau, points cotés, plans d'eau) à l'aide de l'outil *Topo to Raster* d'ArcGIS, basé sur l'algorithme ANUDEM qui crée un modèle numérique respectant les notions d'hydrologie (figure 3.3A). L'utilisation des données au 1 : 20 000 augmente la précision du MNA et leur uniformité facilite leur utilisation. Contrairement aux données au 1 : 50 000 issues de la BNDT (Base nationale de données topographiques), tous les feuillets possèdent la même unité de mesure : le mètre. La taille utilisée pour les pixels de la matrice est de 10 m. Cette résolution a été choisie compte tenu de la grande superficie de la région étudiée. Il s'agit d'un compromis; une meilleure résolution (pixel inférieur à 10 m) aurait accru considérablement le temps de traitement, tandis qu'une moins bonne résolution (pixel supérieur à 10 m) aurait rendu l'estimation trop grossière.

#### B- MNA pour un esker.

Cette étape consiste à extraire de ce MNA, un MNA représentant fidèlement le segment d'esker à évaluer (figure 3.3B). L'outil *extract by mask* d'ArcGIS permet la réalisation de cette étape.

#### C- Création d'un plan de référence

Afin d'obtenir la hauteur d'un segment d'esker, il faut déterminer un plan de référence. Cette épaisseur représentera la différence entre ce plan et le MNA du segment d'esker. Tel que présenté précédemment, puisque très peu de données sur la portion granulaire sont disponibles, seule la hauteur du segment d'esker (portion émergeant des dépôts littoraux et postglaciaires) a été déterminée. Ainsi, les altitudes du pourtour des segments d'esker ont agi comme plan de référence. Nous avons créé un TIN (Triangulated Irregular Network) en utilisant ces altitudes afin de recouper le segment transversalement (figure 3.3C).

#### D- Matrice correspondant à la hauteur de l'esker

Le TIN doit ensuite être transformé en matrice où la taille des pixels est la même que celle du MNA. Le plan de référence peut ensuite être soustrait du MNA. Une nouvelle matrice est créée avec des valeurs représentant la différence entre l'altitude de la surface de l'esker et le plan de référence issu de l'altitude des pourtours de l'esker (figure 3.3D).

#### E- Calcul du volume

L'outil *Surface Volume* dans *3D Analyst* permet le calcul du volume au-dessus ou en dessous d'un plan de référence. Dans ce cas-ci, les valeurs positives sont considérées pour le calcul du volume (figure 3.3E).

Comme nous l'avons vu, la taille choisie pour les pixels lors de la création des MNA influence la taille des fichiers de données produits pour les grandes superficies. Aussi, compte tenu de la grande étendue de la région d'étude et de la taille du pixel choisi (10 m par 10 m ou 100 m<sup>2</sup>) et afin de réduire le temps de traitement, ces étapes ont dû être effectuées pour chaque segment d'esker séparément. De même, afin d'éviter l'exécution redondante des opérations, un modèle de traitement a été réalisé pour automatiser la chaîne d'opération. À l'intérieur du logiciel ArcGIS 9.3, un modèle de traitement est réalisable par l'outil « model Builder ». Le modèle de traitement est basé sur l'organigramme de la figure 3.2 qui présente la suite des opérations à accomplir. Par la suite, une boucle a été programmée pour répéter le modèle de traitement à tous les segments d'esker successivement. Le développement d'un programme bâti spécialement pour ce type de travail pourrait être élaboré afin de réduire considérablement les manipulations.

### 3.2 Analyse de la réserve de dépôts granulaires

Afin d'observer et de comprendre la répartition du volume de la réserve de dépôts granulaires, la figure 3.4 montre, à l'échelle régionale, la hauteur de tous les segments d'eskers au-dessus du plan de référence. La répartition du volume granulaire est hétérogène, les eskers ne présentent pas la même morphologie sur l'ensemble du territoire. Pour obtenir davantage de spécifications sur cette disparité, différentes caractéristiques attribuables à la réserve granulaire ont été calculées pour la région en entier ainsi que pour le territoire des MRC inclus dans la région d'étude. L'utilisation des limites administratives permet d'apprécier la répartition de la réserve granulaire par MRC et ainsi faciliter l'analyse régionale. Les gestionnaires et utilisateurs du territoire connaîtront la quantité de dépôts granulaires disponibles dans leur MRC ainsi qu'une meilleure idée des conditions géologiques affectant leur répartition. Les données sur les caractéristiques du volume granulaire de chaque secteur sont recueillies dans le tableau 3.1.

#### 3.2.1 Description de la réserve de dépôts granulaires de la région d'étude

Le volume apparent des eskers pour l'ensemble de la région est de 10 610 millions de m<sup>3</sup>. Il couvre 2 179 km<sup>2</sup> de superficie correspondant à 3,19 % du territoire à l'étude (voir tableau 3.1). Ce volume apparent de la réserve granulaire divisé par sa superficie donne une hauteur moyenne de 4,87 m pour les eskers. Peu d'eskers atteignent des épaisseurs apparentes supérieures à 25 m (figure 3.4). La Moraine d'Harricana est la formation granulaire la plus imposante ayant le plus grand nombre de secteurs dont la hauteur excède 25 m. Le segment au sud de Val-d'Or est le plus imposant avec une crête excédant 25 m sur de longues distances, atteignant même par endroits plus de 50 m. Le secteur à l'est d'Amos possède aussi une crête avoisinant les 50 m. Des relevés d'altitude effectués au GPS à cet endroit ont confirmé ces grandes épaisseurs de matériaux granulaires. Quelques secteurs de l'esker Saint-Mathieu-Berry excèdent aussi de 25 m et plus, plus particulièrement dans sa partie sud. Dans la plupart des autres eskers, la hauteur se situe entre 10 et 25 m. Ces épaisseurs apparentes se répartissent de façon hétérogène sur le territoire. Les eskers de l'ouest de la région d'étude montrent des épaisseurs apparentes qui atteignent rarement 10 m. Toutefois, à l'est, les

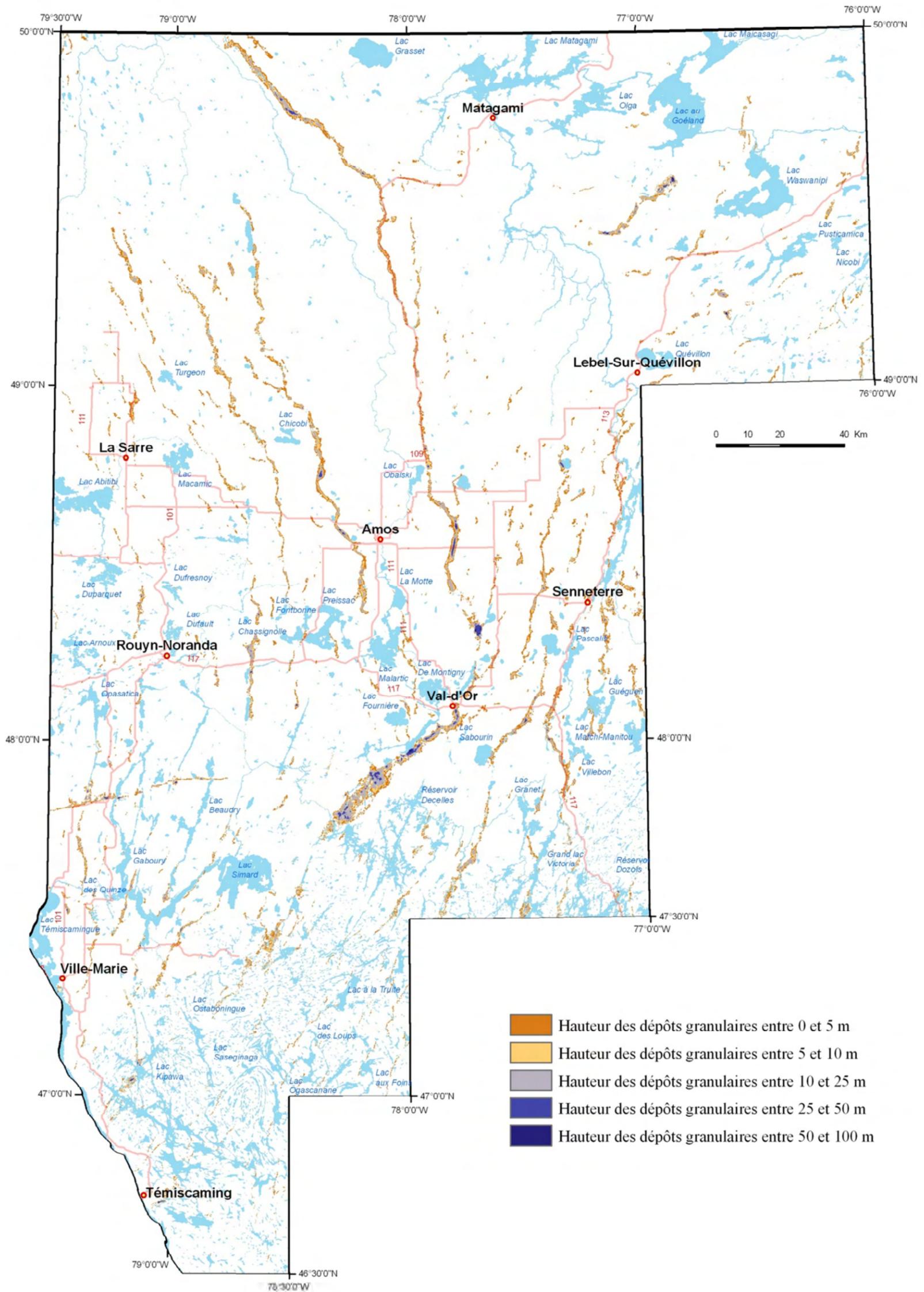


Figure 3.4 Hauteurs des eskers de la région d'étude au-dessus du plan de référence.

eskers montrent des épaisseurs apparentes plus importantes, régulièrement près de 25 m, et sur des distances beaucoup plus continues. À l'extrême sud de la région d'étude, les eskers présentent aussi de faibles épaisseurs apparentes. En fait, le centre de la région montre davantage d'eskers d'épaisseurs élevées.

L'épaisseur moyenne de la réserve de dépôts granulaires a aussi été calculée. Le volume granulaire apparent a été divisé par la superficie de toute la région étudiée. Il en résulte une épaisseur de sables et graviers disponible pour chaque unité de surface. En Abitibi-Témiscamingue et le sud de la Baie-James, 16 cm de dépôts granulaires pourraient être étalés sur toute la superficie couverte.

**Tableau 3.1** Description de la masse granulaire pour les MRC de l’Abitibi-Témiscamingue.

MRC	Superficie des MRC (km <sup>2</sup> )	Volume de dépôts granulaires apparents (millions de m <sup>3</sup> )	Superficie des eskers		Hauteur moyenne des eskers (m) (Vol/superficie_eskers)	Hauteur moyenne de la réserve en dépôts granulaires (m) (Vol/superficie_MRC)	Répartition du volume granulaire (%)
			km <sup>2</sup>	%			
<b>Abitibi</b>	7939,9	1950,48	338,5	4,26	5,76	0,25	18,4
<b>Abitibi-ouest</b>	3617,9	143,00	82,2	2,27	1,74	0,04	1,3
<b>La Vallée-de-l'Or</b>	8447,5	3105,04	496,5	5,88	6,25	0,37	29,3
<b>Ville de Rouyn-Noranda</b>	6477,9	1278,78	184,1	2,84	6,95	0,20	12,1
<b>Sud de la Baie-James</b>	28274,7	2503,39	524,4	1,85	4,77	0,09	23,6
<b>Témiscamingue</b>	13478,8	1629,55	552,8	4,10	2,95	0,12	15,4
<b>Région d'étude</b>	68236,7	10612,08	2178,5	3,19	4,87	0,16	100,0

### 3.2.2 Description de la masse granulaire pour chaque MRC de la région d'étude

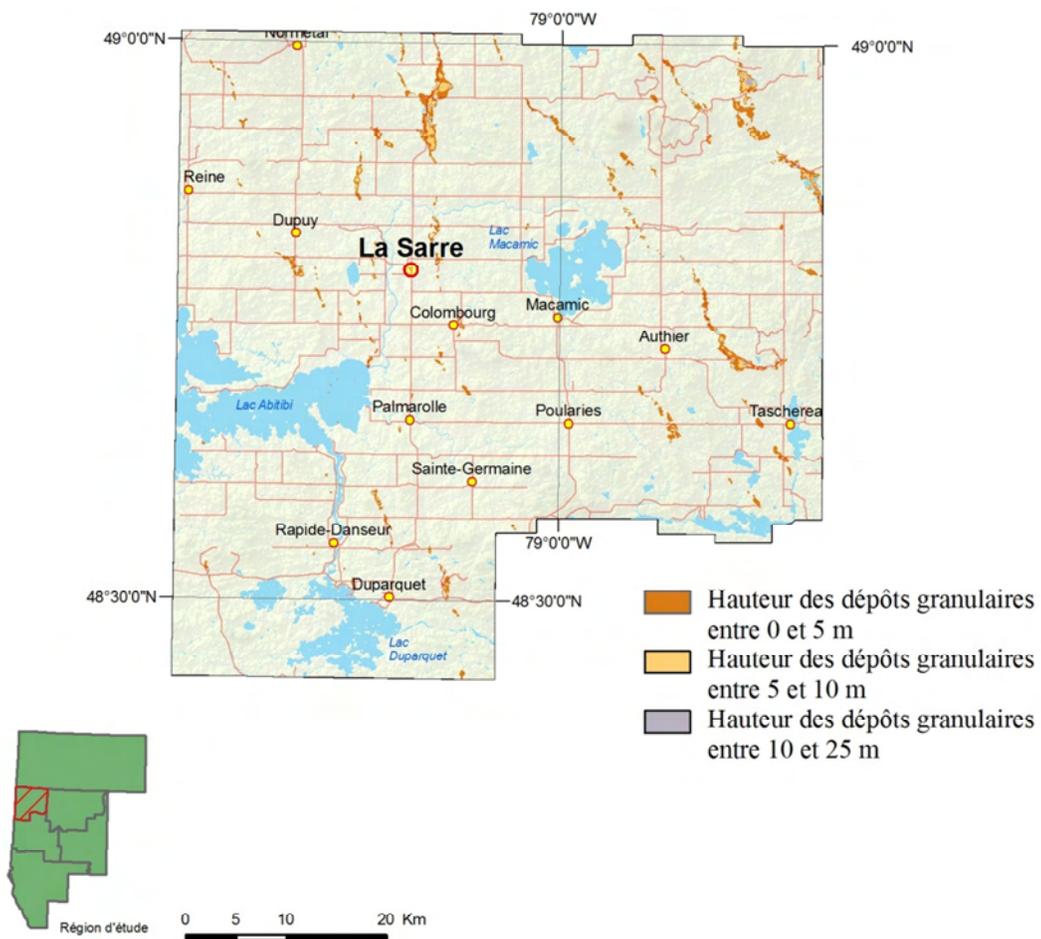
#### 3.2.2.1 La MRC d'Abitibi

Les données recueillies sur la réserve en dépôts granulaires montrent que la MRC d'Abitibi est au-dessus de la moyenne régionale dans toutes les catégories présentées au tableau 3.1. Les eskers qu'on y retrouve sont d'imposantes formations granulaires continues. Le volume, calculé à 1 950 millions de m<sup>3</sup> (18,4 % de la réserve régionale), est dispersé dans six eskers tels que montrés par la figure 3.5. Les eskers de Saint-Mathieu-Berry et la Moraine d'Harricana sont les principales formations granulaires et contiennent la plus grande part de la réserve de dépôts granulaires de la MRC. Toutefois, outre la partie de la Moraine d'Harricana à l'est d'Amos et les deux parties de l'esker de Saint-Mathieu-Berry, un à l'ouest d'Amos et l'autre près de Guyenne, peu de sections atteignent des épaisseurs supérieures à 50 m. C'est la continuité de leur crête, observable sur plusieurs dizaines de kilomètres de long avec des épaisseurs apparentes avoisinant souvent 25 m, qui fait de ces deux formations granulaires les plus importantes de toute la région d'étude. Les eskers de Launay, Barraute, Despinassy et du Lac Parent sont les autres eskers importants de la MRC. Toutefois, dans la plupart des cas, ces eskers, continus sur plusieurs dizaines de kilomètres, ont des épaisseurs apparentes limitées à seulement quelques mètres; ils atteignent rarement plus de 10 m. Néanmoins, la hauteur moyenne des eskers (5,76 m) et de la réserve en dépôts granulaires (0,25 m) surpassent les valeurs moyennes de la région.

#### 3.2.2.2 La MRC d'Abitibi-Ouest

La MRC d'Abitibi-Ouest possède le plus petit volume de dépôts granulaires de la région d'étude avec seulement 140 millions de m<sup>3</sup> ce qui représente seulement 1,3 % de la réserve granulaire régionale. Ce petit volume résulte d'une faible présence d'eskers à la surface du sol (2,27 %) et d'une hauteur moyenne de seulement 1,74 m. Cette MRC, malgré sa petite superficie, possède aussi la plus petite hauteur moyenne de la réserve en dépôts granulaires avec uniquement 0,04 m. Peu de segments atteignent des hauteurs excédant 10 m (figure 3.6). L'esker de Launay qui traverse le nord-est de la MRC est celui qui présente les plus hautes épaisseurs apparentes avec une partie de sa crête qui s'élève à plus de 10 m sur une dizaine de



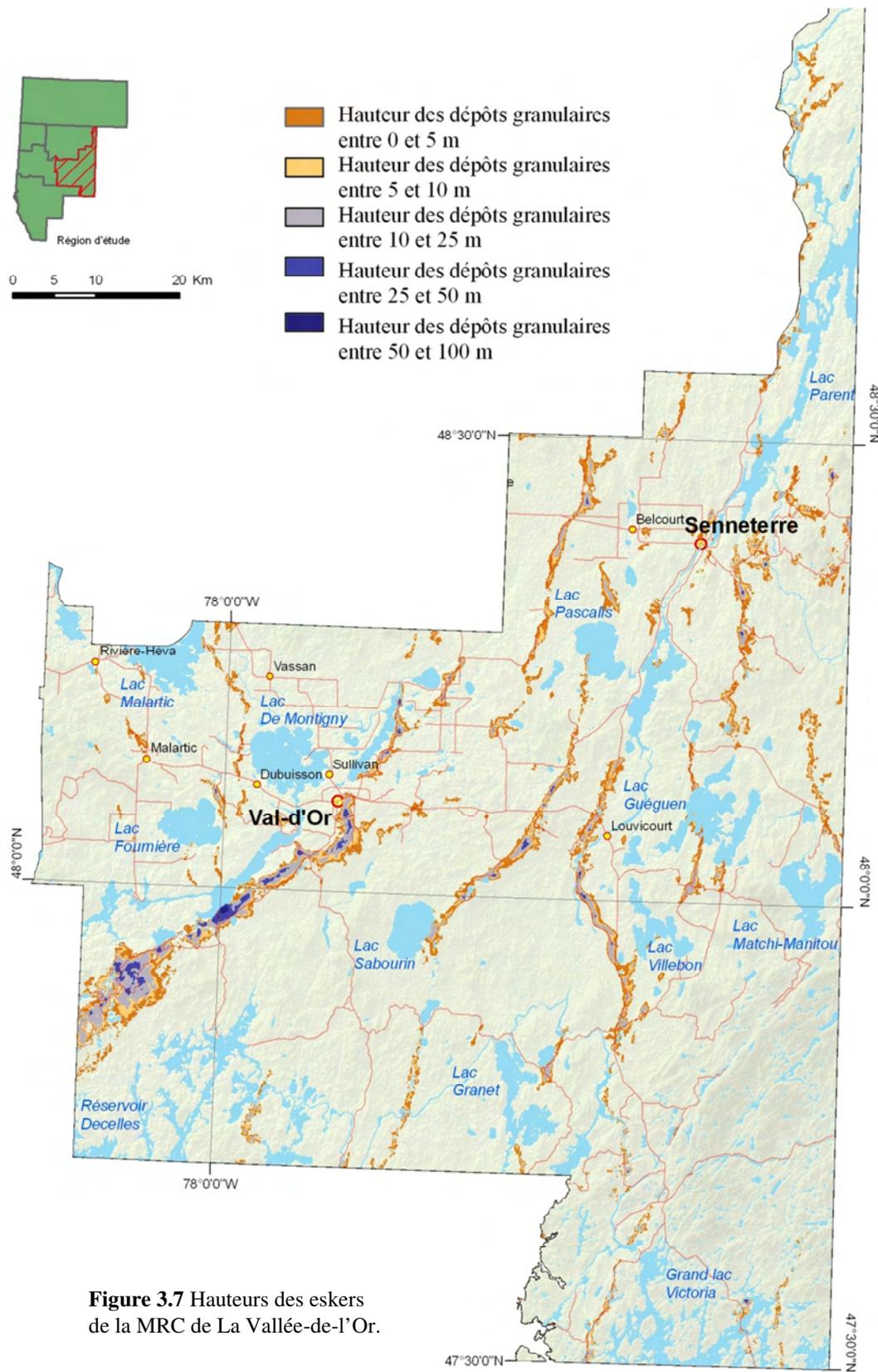


**Figure 3.6** Hauteurs des eskers de la MRC d'Abitibi-Ouest.

kilomètres. L'esker à l'est du lac Macamic et celui au nord de La Sarre sont les deux autres qui affleurent sur un peu plus d'une dizaine de kilomètres. À plusieurs endroits, c'est la succession de très petits segments d'eskers affleurants, alignés selon le même axe, qui révèle la présence d'une crête enfouie sous les sédiments à grains fins (argile). Dans ces cas, le volume de dépôts granulaires de la partie enfouie n'est pas inclus dans notre calcul.

### 3.2.2.3 La MRC de La Vallée-de-l'Or

La MRC de La Vallée-de-l'Or contient le plus fort volume de dépôts granulaires de la région avec 3 110 millions de m<sup>3</sup> équivalent à 29,3% de l'ensemble de la réserve granulaire régionale. La densité des eskers (5,88 %) est la plus forte de tous les territoires étudiés. Les eskers qu'on y retrouve montrent une hauteur moyenne élevée de 6,25 m. Cette valeur est probablement attribuable à son enfouissement généralement faible par les sédiments à grains fins compte tenu de l'altitude plus élevée de ce secteur. La figure 3.7 montre que la plus grande formation granulaire est la Moraine d'Harricana, plus spécifiquement le segment au sud-ouest de Val-d'Or. Il couvre la plus grande superficie de tous les dépôts fluvioglaciaires et atteint régulièrement des épaisseurs de plus de 50 m (figure 3.4). Deux segments continus, mais plus effilés et dont les crêtes atteignent à quelques endroits plus de 25 m sont présents à l'ouest de Louvicourt. L'esker de Senneterre et une section de l'esker de Despinassy participent aussi au volume de la réserve de dépôts granulaires avec des sections de leur crête se situant entre 10 et 25 m de hauteur. La continuité des segments d'eskers, s'étalant souvent sur des dizaines de kilomètres, jumelée aux épaisseurs granulaires apparentes, atteignant régulièrement plus de 25 m, et à la densité de leur distribution à l'intérieur de la MRC, la plus élevée de toute la région d'étude, donnent à la MRC la plus grande réserve en dépôts granulaires. La hauteur moyenne de la réserve en dépôts granulaires est aussi la plus élevée avec 0,37 m.



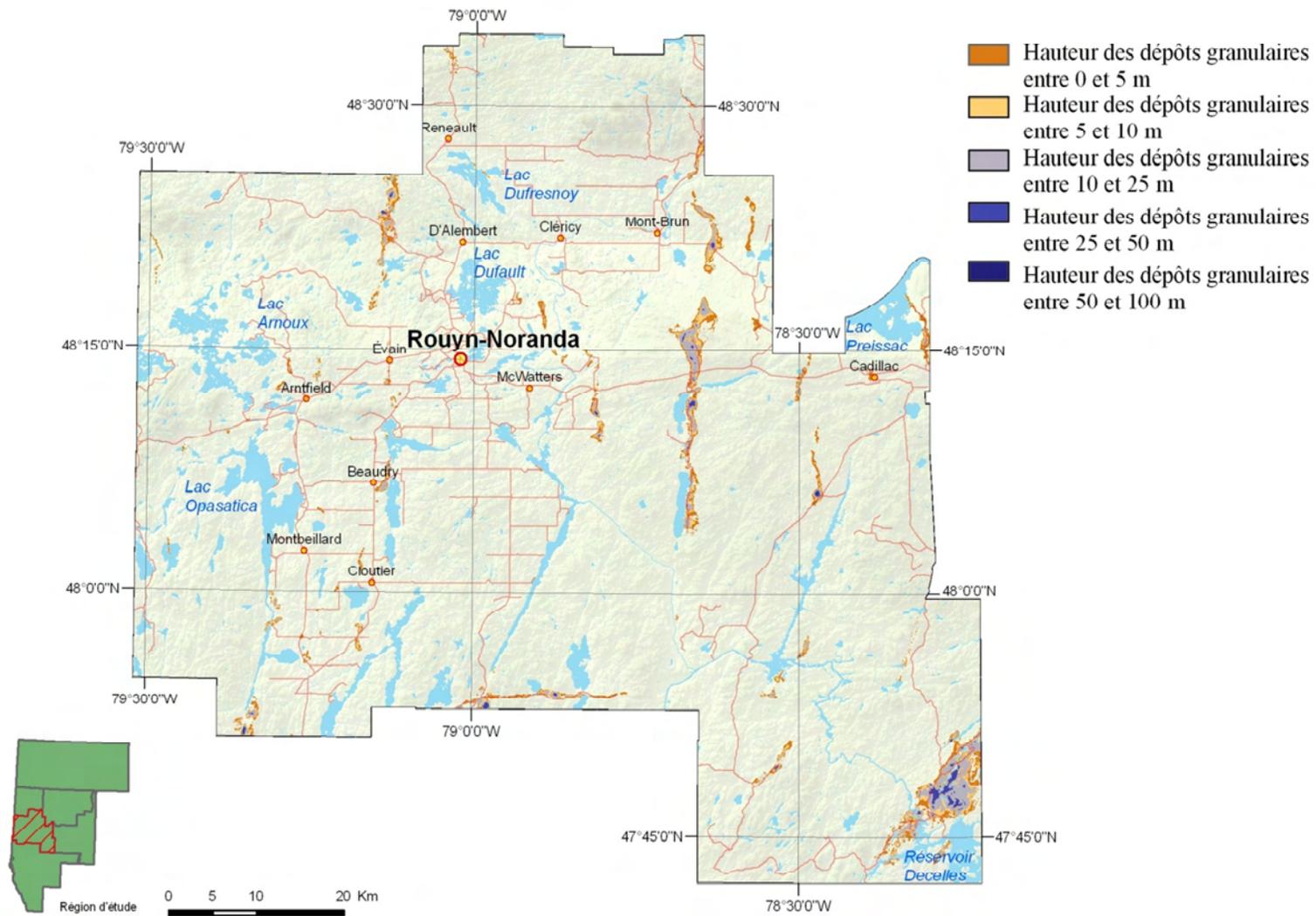
**Figure 3.7** Hauteurs des eskers de la MRC de La Vallée-de-l'Or.

#### 3.2.2.4 La Ville de Rouyn-Noranda

Les eskers de la Ville de Rouyn-Noranda possèdent l'épaisseur granulaire apparente moyenne la plus élevée de toute la région d'étude avec 6,95 m. Les eskers de la MRC couvrent seulement 2,8 % du territoire. Leur étalement et leurs épaisseurs apparentes sont présentés dans la figure 3.8. Trois segments d'eskers, plus imposants que les autres, semblent contenir la plus grande part de la réserve en dépôts granulaires; soit l'esker Vaudray-Joannès, une petite partie de la Moraine d'Harricana au sud-est de la MRC et un segment situé au nord-ouest de la ville de Rouyn-Noranda. Outre ces trois segments, les eskers sont petits, peu étendus et d'une hauteur excédant rarement 10 m. Au total, la réserve atteint près de 1 280 millions de m<sup>3</sup> correspondant à 12,1 % de la réserve granulaire régionale. Ce volume granulaire apparent est le deuxième plus faible des MRC. Toutefois, la superficie restreinte de la MRC permet, tout de même, une hauteur moyenne de la réserve granulaire plus élevée (0,20 m) que la valeur régionale (0,16 m).

#### 3.2.2.5 La partie sud de la Baie-James

Le territoire de la Baie-James possède un peu plus de 2 500 millions de m<sup>3</sup> de dépôts granulaires correspondant à 23,6 % de la réserve régionale. Ce volume élevé est attribuable à la taille du territoire couvert qui est nettement supérieure aux autres. En fait, ce volume est concentré sur seulement 1,85 % du territoire. Cette particularité entraîne une faible (0,09 m) épaisseur moyenne pour la réserve en dépôts granulaires sur le territoire. La figure 3.9 permet de visualiser la répartition de ce volume à l'ensemble de la région. La Moraine d'Harricana contient la majeure partie de ce volume. Elle traverse le territoire selon un axe général nord-ouest-sud-est et sa crête qui atteint un peu plus de 50 m de hauteur à plusieurs endroits est continue. À l'ouest de celle-ci, les eskers de Launay, de Saint-Mathieu-Berry ainsi que quelques autres segments plus à l'ouest, au nord-ouest du lac Turgeon, sont continus sur plusieurs dizaines de kilomètres avant de disparaître sous les sédiments à grains fins. Ils atteignent sur de longues distances un peu plus de 10 m de hauteur. Dans certains cas, leur morphologie est distincte sur quelques kilomètres sous la couche de sédiments à grains fins. Du côté est de la Moraine d'Harricana, la répartition des eskers est plus sporadique. Un segment sur une région relativement élevée au sud du lac Goéland (450 m en moyenne) est



**Figure 3.8** Hauteurs des eskers de la Ville de Rouyn-Noranda.

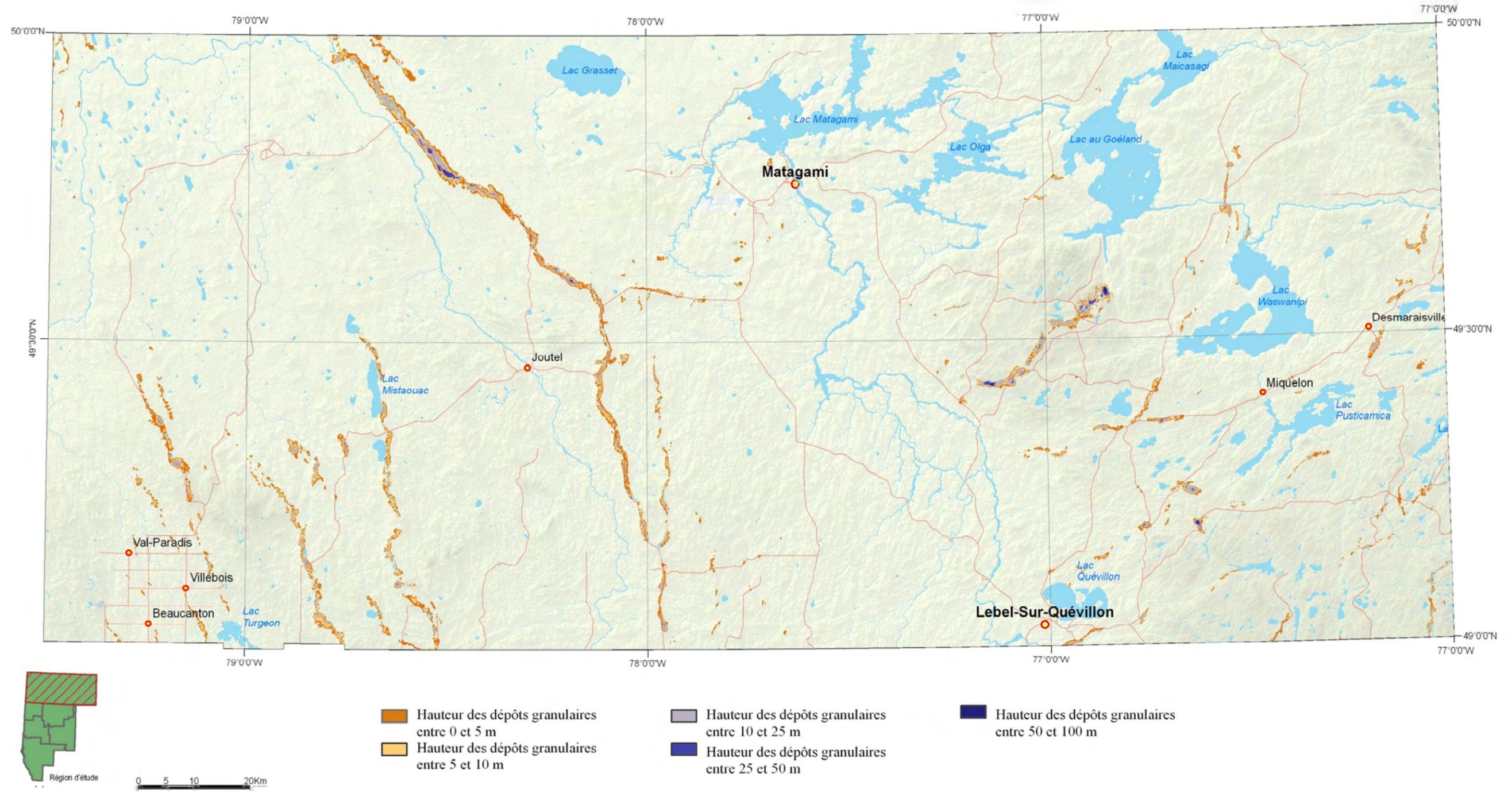


Figure 3.9 Hauteurs des eskers du sud de la Baie-James.

néanmoins plus imposant que les autres. Ce segment, malgré sa longueur limitée à une trentaine de kilomètres, possède un volume granulaire apparent non négligeable puisque sa crête atteint à plusieurs reprises plus de 50 m de hauteur.

#### 3.2.2.6 La MRC de Témiscamingue

La MRC de Témiscamingue, avec plus de 4 % d'eskers, possède la plus grande superficie (552 km<sup>2</sup>) de territoire recouvert par des eskers. Toutefois, la hauteur moyenne de 2,95 m est peu élevée comparativement aux autres MRC. Il en résulte un volume de 1 630 millions de m<sup>3</sup> qui représente 15,4 % de la réserve granulaire régionale et une hauteur moyenne (0,12 m) inférieure à la moyenne régionale (0,16 m). La dispersion du volume dans les eskers est présentée par la figure 3.10. Du point de vue volumique, deux types d'eskers se partagent le territoire. Dans la moitié sud, les eskers sont effilés, de hauteurs peu élevées (rarement plus 5 m), et de longueur restreinte (rarement plus d'une dizaine de kilomètres de longueur). Dans la partie nord, les segments sont plus imposants. Ils ont des hauteurs apparentes se situant généralement entre 10 et 25 m et des crêtes continues sur plusieurs dizaines de kilomètres. La moraine de Roulier, de Laverlochère et la Moraine d'Harricana y sont les trois formations granulaires les plus connues. D'autres segments importants pour leur teneur en dépôts granulaires se retrouvent également entre le lac Simard et le lac Témiscamingue et à l'est du Réservoir Decelles.

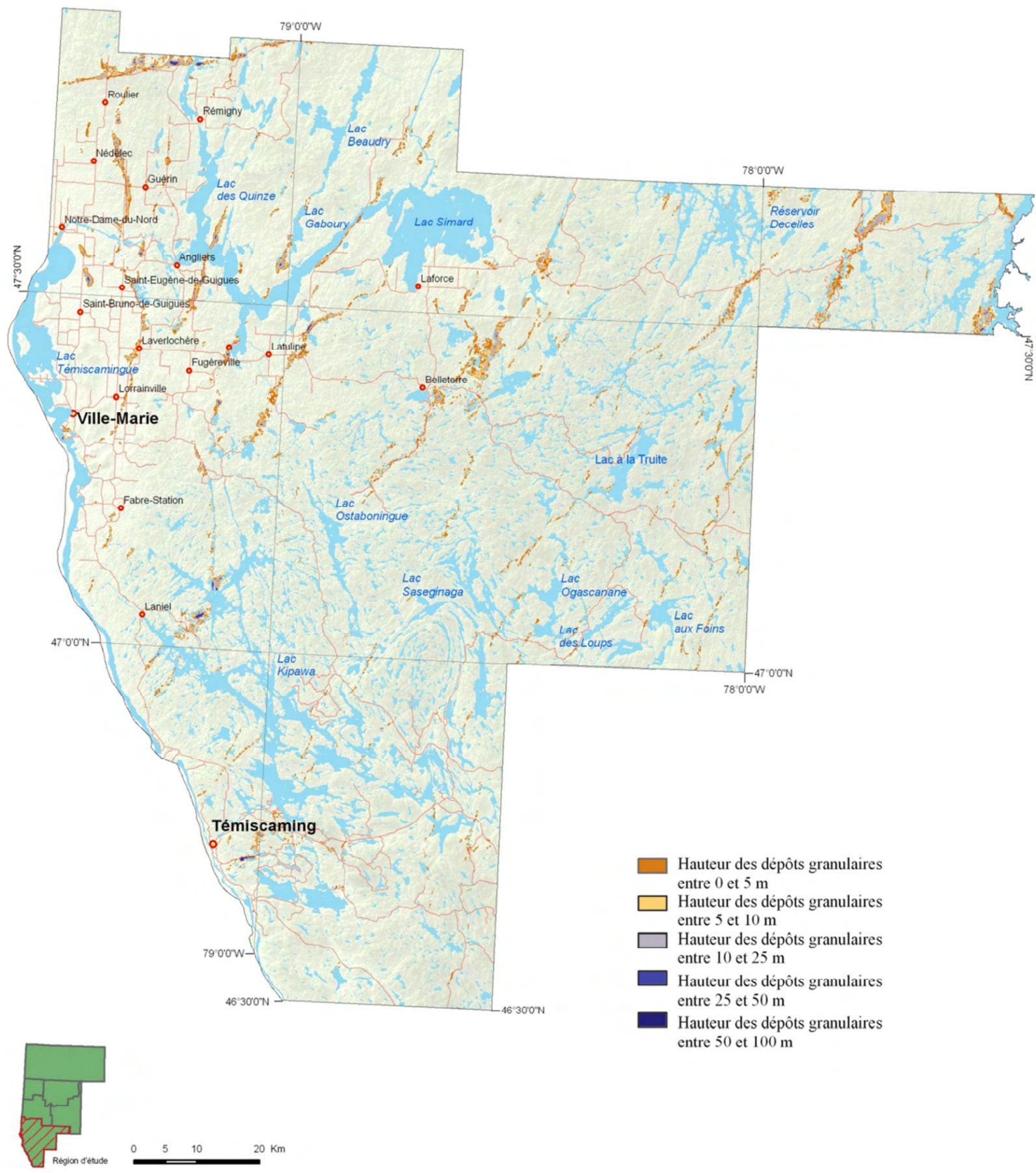


Figure 3.10 Hauteurs des eskers de la MRC de Témiscamingue.