

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

ESTIMATION DE LA RESSOURCE GRANULAIRE ET DU POTENTIEL AQUIFÈRE
DES ESKERS DE L'ABITIBI-TÉMISCAMINGUE ET
DU SUD DE LA BAIE-JAMES (QUÉBEC)

MÉMOIRE
PRÉSENTÉ
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN GÉOGRAPHIE

PAR
SIMON NADEAU

JUIN 2011

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier mon directeur de maîtrise Robert-André Daigneault de m'avoir offert ce projet. Il m'a fait confiance et a cru en mes moyens pour le réaliser jusqu'au bout. Ses compétences et son accessibilité m'ont permis d'être bien encadré tout au long de ces trois années. Je tiens à remercier, mon codirecteur, Vincent Cloutier, sans son support administratif, financier, et scientifique le projet n'aurait pas pu se réaliser. La confiance qu'il a maintenue envers moi m'a grandement aidé dans mon apprentissage. Un gros merci doit aussi être rendu à Jean Veillette qui, par son esprit visionnaire, est l'instigateur du projet. Malgré la retraite, il a été très présent pour suivre l'évolution du projet autant sur le terrain que sur papier. Ses connaissances sur le Quaternaire de la région et ses capacités de vulgarisation m'ont permis de saisir adéquatement les problématiques en présence et ainsi axer les travaux en fonction des besoins régionaux.

Je tiens aussi à remercier nos partenaires régionaux pour l'accès aux données numériques (CRÉAT et CRÉBJ), les partenaires de l'Entente spécifique sur le développement durable des ressources en eau souterraine dans la région de l'Abitibi-Témiscamingue (MDDEP, MDEIE, MAMROT, CRÉAT), le MDDEP pour le Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines du Québec (PACES), les partenaires régionaux du PACES-Abitibi-Témiscamingue (MRC d'Abitibi, MRC d'Abitibi-Ouest, MRC de la Vallée-de-l'Or, Ville de Rouyn-Noranda, MRC de Témiscamingue, CRÉAT, OBVAJ et OBVT) ainsi que le MRNF, Sylvain Lacroix et André Brazeau, pour leur contribution avec l'Inventaire des ressources granulaires de la région de Malartic.

Merci aussi au personnel du département de géographie de l'UQAM, du GRES-UQAT et du campus d'Amos de l'UQAT pour votre soutien.

Un merci privilégié à mes parents, Claire et Guy, qui m'ont appuyé et suivi tout au long de mon cheminement, et à ma sœur, Sara, qui s'intéressait à mes travaux. Malheureusement, elle ne sera pas là pour en voir la couleur.

Un gros merci à mes amis, juste pour ce que vous êtes.

Un doux merci à Gaëlle pour tout ce qu'elle fait pour moi; une chance que tu étais là dans le dernier droit.

MERCI à tous.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES	vii
LISTE DES TABLEAUX.....	xi
LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET SYMBOLES	xii
RÉSUMÉ	xiii
MISE EN CONTEXTE ET OBJECTIF.....	1
CHAPITRE I	
CONTEXTE GÉNÉRAL.....	4
1.1 Localisation de la région d'étude.....	4
1.2 Physiographie	7
1.3 Hydrographie.....	7
1.4 Lithologie du substrat rocheux	10
1.5 Histoire glaciaire.....	13
1.5.1 L'écoulement glaciaire et les grandes formes du terrain.....	14
1.5.2 La submersion lacustre.....	15
1.5.3 La répartition et l'origine des dépôts.....	18
1.5.3.1 Dépôts glaciaires (Till)	20
1.5.3.2 Dépôts fluvioglaciaires	20
1.5.3.3 Dépôts glaciolacustres sublittoraux, de plage et deltaïques	21
1.5.3.4 Dépôts glaciolacustres d'eau profonde	22
1.5.3.5 Dépôts alluviaux	22
1.5.3.6 Dépôts éoliens	22
1.5.3.7 Dépôts organiques.....	22
1.6 Les eskers	23
1.6.1 Description générale.....	23
1.6.2 Description des eskers de la région d'étude	25

1.6.3 Classification des types d'esker de l'Abitibi-Témiscamingue en fonction de leur milieu de mise en place	26
1.6.4 Modèle conceptuel de la sédimentation et de l'évolution des eskers abitibiens en milieu sous-aquatique.....	28
1.7 Travaux antérieurs	31
CHAPITRE II	
MÉTHODOLOGIE.....	35
2.1 Inventaire des données numériques	35
2.1.1 Données topographiques	35
2.1.2 Modèle numérique d'altitude régionale.	36
2.1.3 Les données d'altitude des limites de lessivage	36
2.1.4 Sites visités lors de la campagne de terrain.....	36
2.1.5 Localisation des eskers.....	37
2.2 Toponymie des eskers de la région d'étude.....	37
2.3 Photo-interprétation	39
2.4 Campagne de terrain.....	39
CHAPITRE III	
ÉVALUATION DE LA RESSOURCE EN DÉPÔTS GRANULAIRES	40
3.1 Méthodologie.....	41
3.2 Analyse de la réserve de dépôts granulaires	47
3.2.1 Description de la réserve de dépôts granulaires de la région d'étude	47
3.2.2 Description de la masse granulaire pour chaque MRC de la région d'étude	51
3.2.2.1 La MRC d'Abitibi.....	51
3.2.2.2 La MRC d'Abitibi-Ouest	51
3.2.2.3 La MRC de La Vallée-de-l'Or	54
3.2.2.4 La Ville de Rouyn-Noranda.....	56
3.2.2.5 La partie sud de la Baie-James.....	56
3.2.2.6 La MRC de Témiscamingue	59

CHAPITRE IV	
ÉVALUATION DU POTENTIEL AQUIFÈRE.....	61
4.1 Le contexte de mise en place	61
4.1.1 La modélisation glaciolacustre et la profondeur d'eau maximale.....	62
4.1.2 Identification des unités lithostratigraphiques à proximité des eskers	73
4.1.2.1 Dépôts glaciolacustres sublittoraux et de plage	74
4.1.2.2 Dépôts glaciolacustres d'eau profonde (argile et silt).....	74
4.1.3 Les hauts fonds.....	74
4.1.4 Les milieux de mise en place des eskers	77
4.1.4.1 Répartition des types de milieux de mise en place sur la région d'étude.....	77
4.1.4.2 Répartition des types de milieux de mise en place à l'intérieur des MRC.....	80
4.1.4.2.1 La MRC d'Abitibi	81
4.1.4.2.2 La MRC d'Abitibi-Ouest.....	84
4.1.4.2.3 La MRC de La Vallée-de-l'Or.....	87
4.1.4.2.4 La Ville de Rouyn-Noranda	90
4.1.4.2.5 Le sud de la Baie-James	93
4.1.4.2.6 La MRC de Témiscamingue.....	96
4.2 Potentiel aquifère attribué aux segments d'eskers	99
4.2.1 Dépôts glaciolacustres et milieu de mise en place	99
4.2.2 Présence de till ou de roc.....	99
4.2.3 Analyse d'éléments hydrogéologiques.....	102
4.2.3.1 Identification des sources ponctuelles.....	102
4.2.3.2 Identification des zones d'émergence d'eau diffuse	103
4.2.3.3 Influence de la présence d'une source sur le potentiel aquifère d'un esker.	105
4.2.4 Critères indiquant la présence d'un aquifère dans les eskers	107
4.2.5 Potentiel aquifère des eskers	111
4.2.5.1 Répartition spatiale du potentiel aquifère dans la région d'étude	111
4.2.5.2 Répartition du potentiel aquifère dans les différentes MRC.....	114
4.2.5.2.1 La MRC d'Abitibi	115

4.2.5.2.2 La MRC d’Abitibi-Ouest.....	117
4.2.5.2.3 MRC de La Vallée-de-l’Or.....	119
4.2.5.2.4 La Ville de Rouyn-Noranda	121
4.2.5.2.5 Le sud de la Baie-James	123
4.2.5.2.6 La MRC de Témiscamingue.....	125
CHAPITRE V	
SYNTHÈSE ET CONCLUSION.....	127
5.1 Les grands constats	127
5.2 Limites de la méthode utilisée pour le calcul du volume de dépôts granulaires.....	130
5.3 Travaux complémentaires et problématiques de gestion	131
APPENDICE.....	134
MODÉLISATION DE L’ÉTENDUE DE LA SUBMERSION GLACIOLACUSTRE BASÉE SUR LA POSITION GÉOGRAPHIQUE ORIGINALE DES DONNÉES D’ALTITUDES DES LIGNES DE LESSIVAGE	
BIBLIOGRAPHIE.....	136

LISTE DES FIGURES

Figure		Page
1.1	Localisation de la région étudiée et des MRC touchées par le projet....	5
1.2	Cartes récentes des dépôts de surface de l'Abitibi-Témiscamingue (échelle 1 : 100 000) produites par la Commission géologique du Canada	6
1.3	Physiographie de la région étudiée.....	8
1.4	Réseau hydrographique de la région étudiée.....	9
1.5	Lithologie de la roche en place de la région étudiée et les provinces géologiques associées.....	11
1.6	Dernier écoulement glaciaire et les grandes formes du terrain (eskers et moraines) de l'Abitibi-Témiscamingue.....	16
1.7	Répartition des unités lithostratigraphiques quaternaires de la région étudiée selon les travaux récents de la Commission géologiques du Canada.....	19
1.8	Mise en place des « fans » marquant la position de la marge glaciaire..	21
1.9	Distribution des eskers sur l'ensemble du territoire canadien et limites du Bouclier canadien.	23
1.10	Classification des types d'esker en fonction des milieux de mise en place des eskers de l'Abitibi-Témiscamingue.....	27
1.11	Modèle conceptuel de l'évolution d'un esker abitibien formé en milieu glaciolacustre.....	29
1.12	Modèle conceptuel en coupe transversale de l'esker formé en milieu glaciolacustre.....	30
2.1	Toponymie des eskers de l'Abitibi-Témiscamingue utilisée pour cette étude.....	38
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.....	42

3.2	Organigramme représentant la chaîne d'opération et les cinq étapes à suivre pour obtenir une estimation minimale du volume de dépôts granulaire d'un segment d'esker.....	43
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.....	44
3.4	Hauteurs des eskers de la région d'étude.....	48
3.5	Hauteurs des eskers de la MRC d'Abitibi.....	52
3.6	Hauteurs des eskers de la MRC d'Abitibi-Ouest.....	53
3.7	Hauteurs des eskers de la MRC de La Vallée-de-l'Or.....	55
3.8	Hauteurs des eskers de la Ville de Rouyn-Noranda.....	57
3.9	Hauteurs des eskers du sud de la Baie-James.....	58
3.10	Hauteurs des eskers de la MRC de Témiscamingue.....	60
4.1	Lignes de lessivage sur le pourtour des hautes collines et plages de blocs correspondant au niveau maximal atteint par le lac Ojibway.....	63
4.2	Répartition des altitudes des lignes de lessivage pour la submersion glaciolacustre Barlow-Ojibway.....	64
4.3	A) Distribution des altitudes des lignes de lessivage projetées sur l'axe N017°. B) Courbe de tendance calculée pour les altitudes de lessivage reportées sur l'axe N017° utilisé pour la modélisation des niveaux maximaux du lac glaciaire Barlow-Ojibway.....	65
4.4	Altitudes de lignes de lessivage reportées sur l'axe N017° utilisé pour la modélisation du maximum de la submersion glaciolacustre Barlow-Ojibway.....	67
4.5	Modélisation de la limite de la submersion des lacs proglaciaires Barlow et Ojibway (partie sud) et isolignes du gauchissement.....	69
4.6	Profondeurs maximales du lac glaciaire Barlow-Ojibway sur la région d'étude.....	71
4.7	Répartition spatiale des dépôts glaciolacustres.....	75

4.8	Segments d'eskers à l'intérieur de la plaine argileuse et situés sur des hauts-fonds.....	76
4.9	Répartition spatiale des milieux de mise en place des eskers selon la typologie proposée par Veillette <i>et al.</i> (2004).....	78
4.10	Profondeurs maximales du lac Ojibway sur la MRC d'Abitibi.....	82
4.11	Milieux de mise en place des eskers de la MRC d'Abitibi selon la typologie proposée par Veillette <i>et al.</i> (2004).....	83
4.12	Profondeurs maximales du lac Ojibway sur la MRC d'Abitibi-Ouest...	85
4.13	Milieux de mise en place des eskers de la MRC d'Abitibi-Ouest selon la typologie proposée par Veillette <i>et al.</i> (2004).....	86
4.14	Profondeurs maximales du lac Barlow-Ojibway sur la MRC de La Vallée-de-l'Or.....	88
4.15	Milieux de mise en place des eskers de la MRC de La Vallée-de-l'Or selon la typologie proposée par Veillette <i>et al.</i> (2004).....	89
4.16	Profondeurs maximales du lac Barlow-Ojibway sur la Ville de Rouyn-Noranda.....	91
4.17	Milieux de mise en place des eskers de la Ville de Rouyn-Noranda selon la typologie proposée par Veillette <i>et al.</i> (2004).....	92
4.18	Profondeurs maximales du lac Barlow-Ojibway au sud de la Baie-James.....	94
4.19	Milieux de mise en place des eskers du sud de la Baie-James selon la typologie proposée par Veillette <i>et al.</i> (2004).....	95
4.20	Profondeurs maximales du lac Barlow-Ojibway sur la MRC de Témiscamingue.....	97
4.21	Milieux de mise en place des eskers de la MRC de Témiscamingue selon la typologie proposée par Veillette <i>et al.</i> (2004).....	98
4.22	Segments d'eskers avec présence d'unités de till ou de roc à moins de 500 m.....	101
4.23	Identification d'une source sur le flanc ouest d'un esker près de Val-d'Or.....	102

4.24	Localisation des sources ponctuelles le long des eskers.....	104
4.25	Réseau hydrographique dendritique formé par l'émergence diffuse d'eau sur le flanc ouest de l'esker Saint-Mathieu-Berry.....	105
4.26	Localisation des sources d'émergence diffuses d'eau le long des eskers.....	106
4.27	Potentiel aquifère associé aux segments d'esker en fonction de leurs caractéristiques physiques.....	112
4.28	Potentiel aquifère associé aux segments d'eskers de la MRC d'Abitibi..	116
4.29	Géologie de surface et modélisation d'une coupe transversale des sédiments quaternaires entre la Moraine d'Harricana et l'esker de Barraute.....	117
4.30	Potentiel aquifère associé aux segments d'eskers de la MRC d'Abitibi-Ouest.....	118
4.31	Potentiel aquifère associé aux segments d'eskers de la MRC de La Vallée-de-l'Or.....	120
4.32	Potentiel aquifère associé aux segments d'eskers de la Ville de Rouyn-Noranda.....	122
4.33	Potentiel aquifère associé aux segments d'eskers du sud de la Baie-James.....	124
4.34	Potentiel aquifère associé aux segments d'esker de la MRC de Témiscamingue.....	126

LISTE DES TABLEAUX

Tableau		Page
3.1	Description de la masse granulaire pour les MRC de l'Abitibi-Témiscamingue.....	50
4.1	Profondeur d'eau maximale de la submersion glaciolacustre Barlow-Ojibway associée aux milieux de mise en place.....	72
4.2	Présence des sédiments glaciolacustres en fonction du milieu de mise en place des eskers.....	73
4.3	Proportion des milieux de mise en place des eskers pour la région d'étude et leur répartition dans les différentes MRC.....	79
4.4	Proportion des types de milieu de mise en place des eskers et leur répartition dans les différentes MRC.....	80
4.5	Critères indiquant la présence d'un aquifère et pointage associé.....	108
4.6	Niveau du potentiel aquifère associé aux segments d'esker en fonction des critères observables à la surface.....	110
4.7	Proportion des niveaux du potentiel aquifère des eskers pour la région d'étude et leur répartition dans les différentes MRC	113
4.8	Proportion des niveaux du potentiel aquifère des eskers pour chaque MRC.....	114

LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET SYMBOLES

ABRÉVIATIONS

ANUDEM	Australian National University Digital Elevation Model
BNDT	Base nationale de données topographiques
BDTQ	Base de données topographique du Québec
CGC	Commission géologique du Canada
CRÉAT	Conférence régionale des élus de l'Abitibi-Témiscamingue
CRÉBJ	Conférence régionale des élus de la Baie-James
DEM	Digital Elevation Models
GPS	Système de positionnement global
GRES	Groupe de recherche sur l'eau souterraine - Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue
INRS – ETE	Institut national de la recherche scientifique - Eau-Terre-Environnement
MERQ	Ministère de l'énergie et des ressources du Québec
MNA	Modèle numérique d'altitude
MRC	Municipalité régionale de comté
MRN	Ministère des ressources naturelles
MRNF	Ministère des ressources naturelles et de la faune
NASA	National Aeronautics and Space Administration
OGS	Ontario Geological Survey
SIG	Système d'information géographique
SNRC	Système national de référence cartographique du Canada
STRM	Shuttle Topography Radar Mission
TIN	Triangulated Irregular Network
UQAT	Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue

SIGLES ET SYMBOLES

BP	Before present
cal.	Calibré
Ga	Milliard d'années
Ka	Millier d'années
km	Kilomètre
Lat.	Latitude
Long.	Longitude
m	Mètre
¹⁴ C	Carbone 14
%	Pourcentage
°	Degré

RÉSUMÉ

Les eskers de l'Abitibi-Témiscamingue sont des complexes fluvioglaciaires généralement mis en place dans un environnement sous-aquatique lors de la déglaciation. La submersion glaciolacustre Barlow-Ojibway, qui a suivi le retrait du front glaciaire, a favorisé l'accumulation de sédiments à grains fins dans les zones profondes recouvrant les irrégularités du terrain. Cette couverture de sédiments a affecté le volume apparent des dépôts granulaires en enfouissant partiellement ou complètement les flancs d'eskers. En plus d'être d'un intérêt en matériaux granulaires, les eskers de l'Abitibi-Témiscamingue sont des sources d'approvisionnement en eau potable pour plusieurs municipalités. Ce sont les sédiments à grains fins, peu perméables, sur les flancs qui favorisent la formation de réservoirs aquifères. La présence d'eau de haute qualité entre souvent en conflit avec certaines activités humaines. Pour éviter l'émergence de conflit d'usage et favoriser la protection de la ressource, un mode de gestion adapté à cette réalité est nécessaire. Pour y parvenir, ce mémoire dresse un portrait quantitatif de la réserve en dépôts granulaires de l'Abitibi-Témiscamingue et le sud de la Baie-James en plus d'évaluer le potentiel aquifère de l'ensemble des segments d'eskers.

À l'aide de la modélisation de la topographie des eskers, le volume de dépôts granulaires apparent a été estimé à 10 610 millions de m³ pour l'ensemble de l'Abitibi-Témiscamingue. De ce volume, près du tiers (3 105 millions de m³) se concentre sur le territoire de la MRC de la Vallée-de-l'Or : 2 503 millions de m³ dans le sud de la Baie-James, 1 950 millions de m³ dans la MRC d'Abitibi, 1 630 millions de m³ dans la MRC de Témiscamingue, 1 279 millions de m³ dans la Ville de Rouyn-Noranda et 143 millions de m³ dans la MRC d'Abitibi-Ouest. La disparité dans les volumes mesurés est liée à la taille des territoires couverts, aux milieux de mise en place des eskers et à l'épaisseur des dépôts glaciolacustres qui les recouvrent.

La modélisation des altitudes maximales de la submersion glaciolacustre et la présence ou l'absence des dépôts glaciolacustres ont permis de connaître l'environnement de sédimentation des eskers. Quatre milieux de mise en place ont pu être identifiés pour les segments d'esker de la région, soit : celui au-dessus du niveau maximal de la submersion (type A représentant 10 % de tous les eskers), celui de la zone sublittoral supérieure à l'altitude de la plaine argileuse (type B représentant 31 % de tous les eskers), celui de la zone profonde où les eskers sont partiellement enfouis par les sédiments à grains fins (type C représentant 58 % de tous les eskers) et celui de la zone profonde où les eskers sont complètement recouverts par les sédiments à grains fins (type D représentant 1 % de tous les eskers).

Ces milieux de mise en place jumelés à la présence ou à l'absence de résurgence d'eau ponctuelle ou diffuse et à la présence d'affleurement de till ou de roc à proximité des

segments permettent d'évaluer le potentiel aquifère des eskers. Quatre niveaux de potentiel aquifère ont été attribués aux segments d'eskers de la région selon ces caractéristiques; 4 signifie le meilleur potentiel et 1, le moins bon. Selon ce classement, 39 % des eskers sont de niveau 4, 32 % des eskers sont de niveau 3, 26 % des segments sont de niveau 2 et 3 % des segments sont de niveau 1. La répartition spatiale des eskers selon ce classement montre un accroissement progressif du potentiel aquifère de ces derniers vers le nord-ouest de la région : les eskers de niveau 1 se retrouvent en plus forte dominance au Témiscamingue; ceux de niveau 2 sont majoritairement localisés au sud de Val-d'Or et dans les hautes terres à l'est de Lebel-sur-Quévillon; ceux de niveau 3 se répartissent sur l'ensemble du territoire, mais avec une présence plus marquée au nord de Val-d'Or et les eskers de niveau 4 sont principalement localisés au nord d'Amos.

L'acquisition, à l'échelle régionale, du volume minimal de la réserve de dépôts granulaires et du potentiel aquifère des segments d'esker fourni une base de connaissance pour cibler des segments nécessitant des études plus détaillées. En ce sens, les segments d'eskers ayant le meilleur potentiel (le niveau 3 et 4) devront être mieux définis quant à la taille des aquifères, leur recharge et leur vulnérabilité.

MOTS CLÉS

ESKERS, DÉPÔTS GRANULAIRES, POTENTIEL AQUIFÈRE, CARTOGRAPHIE, SUBMERSION GLACIOLACUSTRE

MISE EN CONTEXTE ET OBJECTIF

La région administrative de l'Abitibi-Témiscamingue possède des réserves de dépôts granulaires imposantes qui renferment une eau souterraine de haute qualité. S'élevant, par endroits, à quelques dizaines de mètres au-dessus de la vaste plaine abitibienne, d'immenses cordons, constitués de sables et de graviers, recourent le territoire selon des axes d'orientation générale NO-SE ou NE-SO. Ces cordons, appelés « eskers » (du terme irlandais « eiscir » qui signifie sinueux), sont issus du dernier retrait glaciaire et ont été mis en place par les eaux de fontes de l'Inlandsis laurentidien. Les eskers ne sont pas exclusifs à l'Abitibi-Témiscamingue, le Canada en compte une grande quantité. Toutefois, leur mise en place en milieu glaciolacustre et l'occupation humaine qui s'y localise donnent un caractère unique à la région de l'Abitibi-Témiscamingue. Ces eskers s'avèrent d'excellentes sources de sables, graviers et cailloux amplement recherchés dans tous les domaines de la construction. Recouvrant près de 5 % du territoire abitibien, plusieurs compagnies d'extraction minérale de surface exploitent ces sédiments fluvioglaciaires. Toutefois, l'aspect quantitatif de cette réserve en dépôts granulaires est peu documenté; aucune donnée quantitative sur le volume de ces réserves n'est disponible à l'échelle régionale.

La topographie du socle rocheux sous-jacent aux eskers, la composition et la séquence de mise en place des dépôts fluvioglaciaires, glaciolacustres et postglaciaires ont, par endroits, favorisé la formation de réservoirs d'eau souterraine. L'eau qui y circule est continuellement filtrée par les sables et graviers ce qui lui confère, en de nombreux endroits, une qualité exceptionnelle. Malgré l'utilisation de certains de ces réservoirs naturels par plusieurs municipalités de l'Abitibi-Témiscamingue comme source d'approvisionnement en eau potable, leur localisation à l'ensemble de la région demeure mal connue. Soumis aux activités anthropiques à la surface des eskers, il est impératif de localiser ces réservoirs d'eau souterraine et de mieux connaître leur mode de formation afin non seulement de les répertorier, mais aussi d'en assurer la protection et la saine gestion.

En ce sens, l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (UQAT) s'est donné le mandat de mieux connaître la ressource en eau souterraine associée aux eskers afin de fournir aux gestionnaires du territoire les outils nécessaires à la saine gestion et à la protection de la ressource. Suite aux études spécifiques réalisées par l'UQAT et ses partenaires de l'Institut national de la recherche scientifique Eau-Terre-Environnement (INRS-ETE) et de la Commission géologique du Canada (CGC) sur l'hydrogéologie des eskers de la MRC d'Abitibi, les projets actuels visent le développement de la connaissance sur les eaux souterraines à l'ensemble de l'Abitibi-Témiscamingue. La présente étude s'inscrit dans cette démarche et est le fruit d'une initiative du groupe de recherche sur l'eau souterraine de l'UQAT (GRES-UQAT) et d'une collaboration avec le département de géographie de l'Université du Québec à Montréal (UQAM).

Les objectifs principaux du mémoire sont :

- 1) de réaliser un inventaire quantitatif des réserves de dépôts granulaires dans les eskers de l'Abitibi-Témiscamingue et du sud de la Baie-James;
- 2) d'évaluer le potentiel aquifère des segments d'esker de l'Abitibi-Témiscamingue et du sud de la Baie-James.

Les résultats de cette étude devraient fournir un premier outil de travail aux gestionnaires du territoire afin de leur permettre d'établir les bases d'une politique d'utilisation du sol touchant des aspects aussi divers que l'eau souterraine, les matériaux de construction (agrégats), la villégiature, les pratiques forestières et l'écotourisme. On estime qu'avec les informations recueillies dans cette étude, ils seront en mesure de mieux évaluer l'impact de leurs activités sur la ressource et agir conséquemment afin de minimiser les conflits d'usage.

Une description détaillée de la zone d'étude ainsi que les connaissances déjà acquises en lien avec le projet sont présentées dans le premier chapitre. On y retrouve la physiographie, l'hydrographie, la lithologie du socle rocheux et l'histoire glaciaire. Un survol de l'état actuel de nos connaissances sur les eskers et une description sommaire de recherches similaires à la nôtre y sont également présentés. Dans le second chapitre, on présente les différentes données géoscientifiques régionales qui ont été nécessaires à l'atteinte de nos objectifs. Dans le

troisième chapitre, on présente plus spécifiquement la méthodologie utilisée pour obtenir une estimation du volume de la réserve en dépôts granulaires et on dresse un bilan de celle-ci pour chacune des différentes municipalités régionales de comté (MRC). Dans le quatrième chapitre, on estime le potentiel aquifère des segments d'eskers de la région d'étude en fonction de leur milieu de mise en place et des différentes caractéristiques observables à la surface. Une description des potentiels aquifères des segments d'eskers de chaque MRC y est présentée. Enfin, en conclusion, on dresse un bilan des principaux résultats, on discute des limites des méthodes utilisées et on suggère des travaux possibles pour compléter cette étude.

CHAPITRE I

CONTEXTE GÉNÉRAL

1.1 Localisation de la région d'étude

La région d'étude se situe dans le sud-ouest du Québec et représente un peu plus de 68 000 km². Elle couvre complètement les MRC d'Abitibi et d'Abitibi-Ouest, la Ville de Rouyn-Noranda, une partie des MRC de Témiscamingue et de La Vallée-de-l'Or et la partie sud de la région administrative du Nord-du-Québec, soit la partie à l'ouest du 76^e Long. W et comprise entre le 49^e et le 50^e Lat. N du territoire de la Baie-James, que nous nommons dans ce mémoire « région du sud de la Baie-James » (voir figure 1.1). Au total, elle couvre, en entier ou en partie, 67 feuillets SNRC (Système national de référence cartographique) au 1 : 50 000. Les secteurs urbanisés de l'Abitibi-Témiscamingue et du Nord-du-Québec, tel que les villes d'Amos, La Sarre, Lebel-sur-Quévillon, Matagami, Rouyn-Noranda, Senneterre, Témiscaming et Val-d'Or, sont inclus dans les limites de la région d'étude laquelle correspond au territoire couvert par les cartes des formations en surfaces de l'Abitibi-Témiscamingue produites par la Commission géologique du Canada (CGC; figure 1.2).

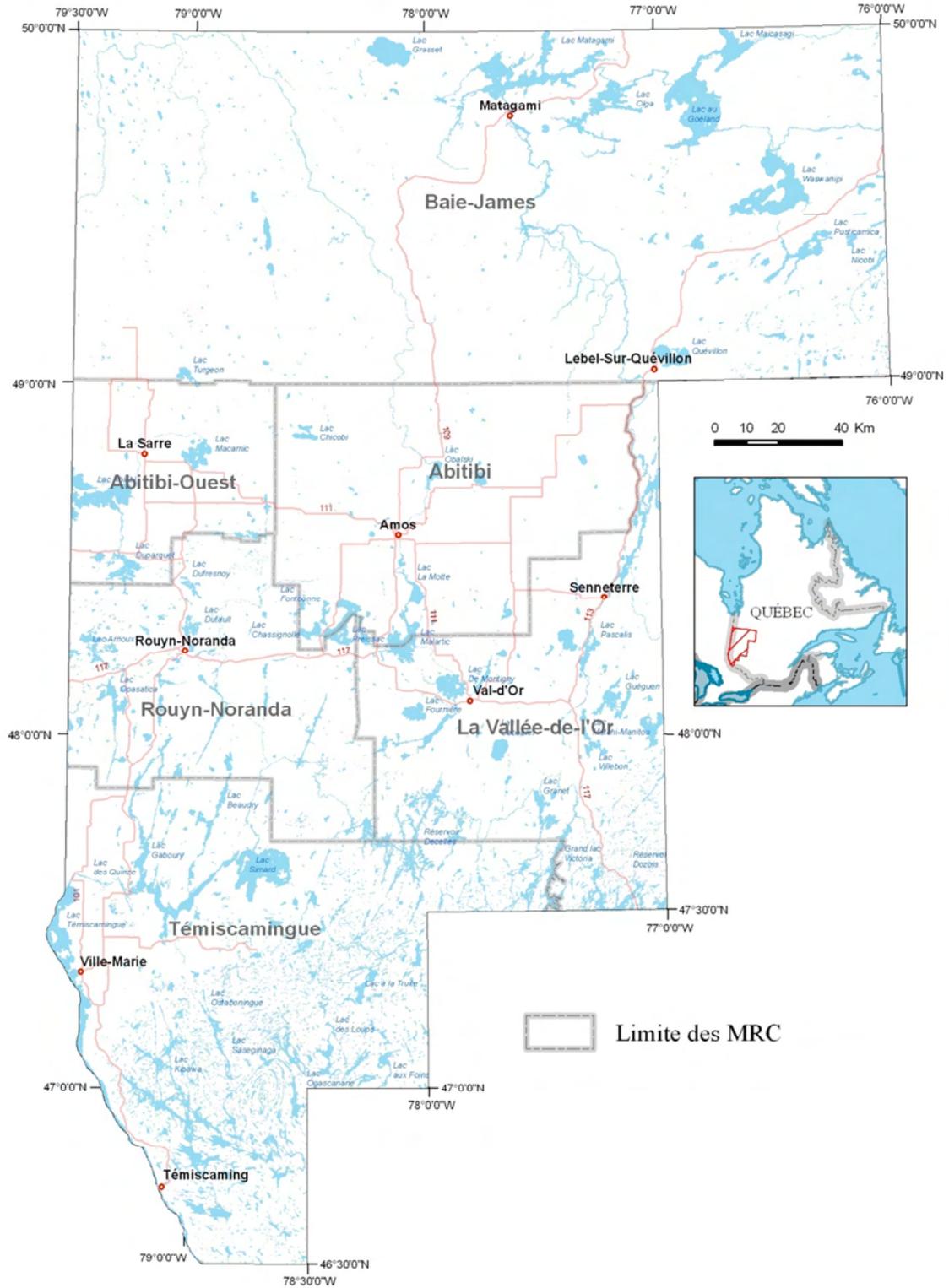


Figure 1.1 Localisation de la région étudiée et des MRC touchées par le projet.

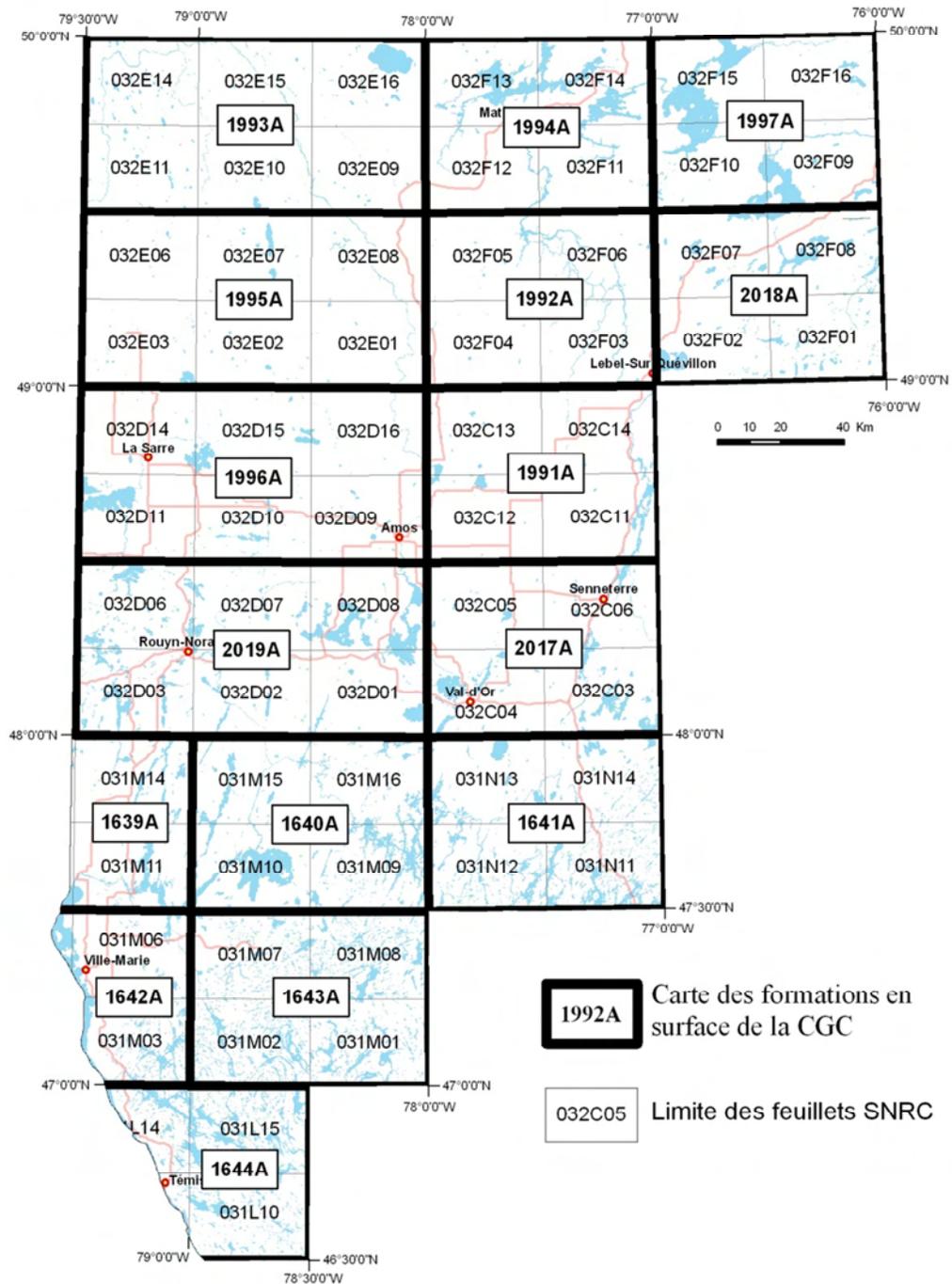


Figure 1.2 Cartes récentes des dépôts de surface de l'Abitibi-Témiscamingue (échelle 1 : 100 000) produites par la Commission géologique du Canada (Veillette, 1986a,b, cartes 1639A, 1642A; Veillette, 1987a,b,c, cartes 1640A, 1641A, 1643A; Veillette et Daigneault, 1987, carte 1644A; Veillette et Pomares, 2003, carte 1994A; Veillette, 2004, carte 2019A; Thibaudeau et Veillette, 2005, carte 1996A; Paradis, 2005, carte 1991A; Paradis, 2007a,b,c, cartes 1992A, 2017A, 2018A; Veillette et Thibaudeau, 2007, carte 1995A; Veillette, 2007a,b, cartes 1993A et 1997A).

1.2 Physiographie

La région chevauche deux régions physiographiques du Bouclier canadien soit la région Laurentienne, avec le plateau Laurentien, et la région de James, avec le bas plateau de l'Abitibi (Bostock, 1970; figure 1.3). Le plateau Laurentien s'élève en moyenne entre 300 et 360 m et atteint jusqu'à 450 m dans le nord-est du Témiscamingue. Il montre un relief montueux aux sommets aplanis. Quant au bas plateau de l'Abitibi, couvrant près de 75 % du territoire, il présente un relief dont l'altitude varie entre 275 et 350 m. Légèrement inclinée vers le nord, quelques sommets s'élèvent à plus de 450 m à l'est de la région. Les monts Deloge, le mont Plamondon, les collines Abijévis, les collines Kékéko, les montagnes Dalhousie, le mont Vidéo et les collines Waswanipi constituent les principales collines rocheuses qui s'érigent au-dessus de la plaine. La limite entre les deux régions correspond aussi à la limite entre les deux provinces géologiques présentes au niveau de l'Abitibi-Témiscamingue soient les provinces du Supérieur au nord et celle de Grenville au sud (figure 1.5).

1.3 Hydrographie

La région comprend la ligne de partage des eaux entre les bassins hydrographiques du Saint-Laurent et de la Baie-James (figure 1.4). Trois bassins versants de premier ordre, soit celui de la rivière Harricana, de la rivière Moose et de la rivière Nottaway acheminent les eaux vers le nord et un seul, soit celui de la rivière des Outaouais, les achemine vers le sud. Les rivières Bell, Harricana, Turgeon et des Outaouais drainent la majeure partie des cours d'eau et lacs de la région. La région renferme plusieurs grands lacs peu profonds dont les lacs Abitibi, Preissac, Macamic, Malartic et au Goéland.

1.4 Lithologie du substrat rocheux

Étant donné la grande superficie du territoire couvert, la description de la lithologie du substrat rocheux présentée est sommaire et prend en compte uniquement les grands ensembles géologiques observables sur l'Abitibi-Témiscamingue. La description est tirée d'une synthèse géologique présentée par Veillette (1996) et la figure 1.5 est une adaptation, à l'échelle de la région étudiée, de la carte géologie du Québec (MRN, 2002).

La région de l'Abitibi-Témiscamingue chevauche les sous-provinces de l'Abitibi et du Pontiac, des composantes de la Province du Supérieur du Bouclier canadien, et une partie de la Province du Grenville. La sous-province de l'Abitibi représente la plus grande étendue de granite et de « roches vertes » au monde (MERQ-OGS, 1983). Elle est formée d'assemblages volcaniques séparés de petites bandes sédimentaires d'orientation est-ouest. Datant de l'Archéen, ils résultent d'une période d'intenses activités volcaniques et de fortes accumulations de sédiments (l'orogénèse du Kénoraniens : 2,48 Ga). Ces roches ont ensuite été plissées et métamorphosées par plusieurs intrusions granitiques issues de l'Archéen tardif. La sous-province de Pontiac se caractérise par des roches sédimentaires et volcaniques métamorphosées avec des intrusions granitiques, plus jeunes que dans la sous-province de l'Abitibi, formant un grand dôme dans sa partie centrale. Plusieurs systèmes de failles recoupent l'ensemble de la région d'est en ouest. Le mieux connu est celui de Cadillac-Larder Lake qui relie les localités de Val-d'Or, Cadillac et Rouyn-Noranda. Ce système de failles est reconnu pour son contrôle métallogénique. Il sépare les deux sous-provinces du Supérieur; l'Abitibi au nord et le Pontiac au sud. Plusieurs dykes, datant du Protérozoïque, recoupent l'ensemble des unités de ces deux sous-provinces. Près du lac Témiscamingue et jusqu'aux environs de Rouyn-Noranda, on retrouve le Groupe de Cobalt qui se caractérise par des roches sédimentaires d'âge protérozoïque reposant en discordance sur les roches archéennes. Le front de Grenville traverse la région selon un axe nord-est-sud-ouest sur environ 230 km et recoupe l'orientation structurale est-ouest de la Province du Supérieur. La Province de Grenville se caractérise par des déformations structurales complexes et par un métamorphisme modéré à élevé témoignant d'un soulèvement prononcé. On y retrouve les gneiss, les paragneiss, les migmatites à trame de gneiss et les granites associés.

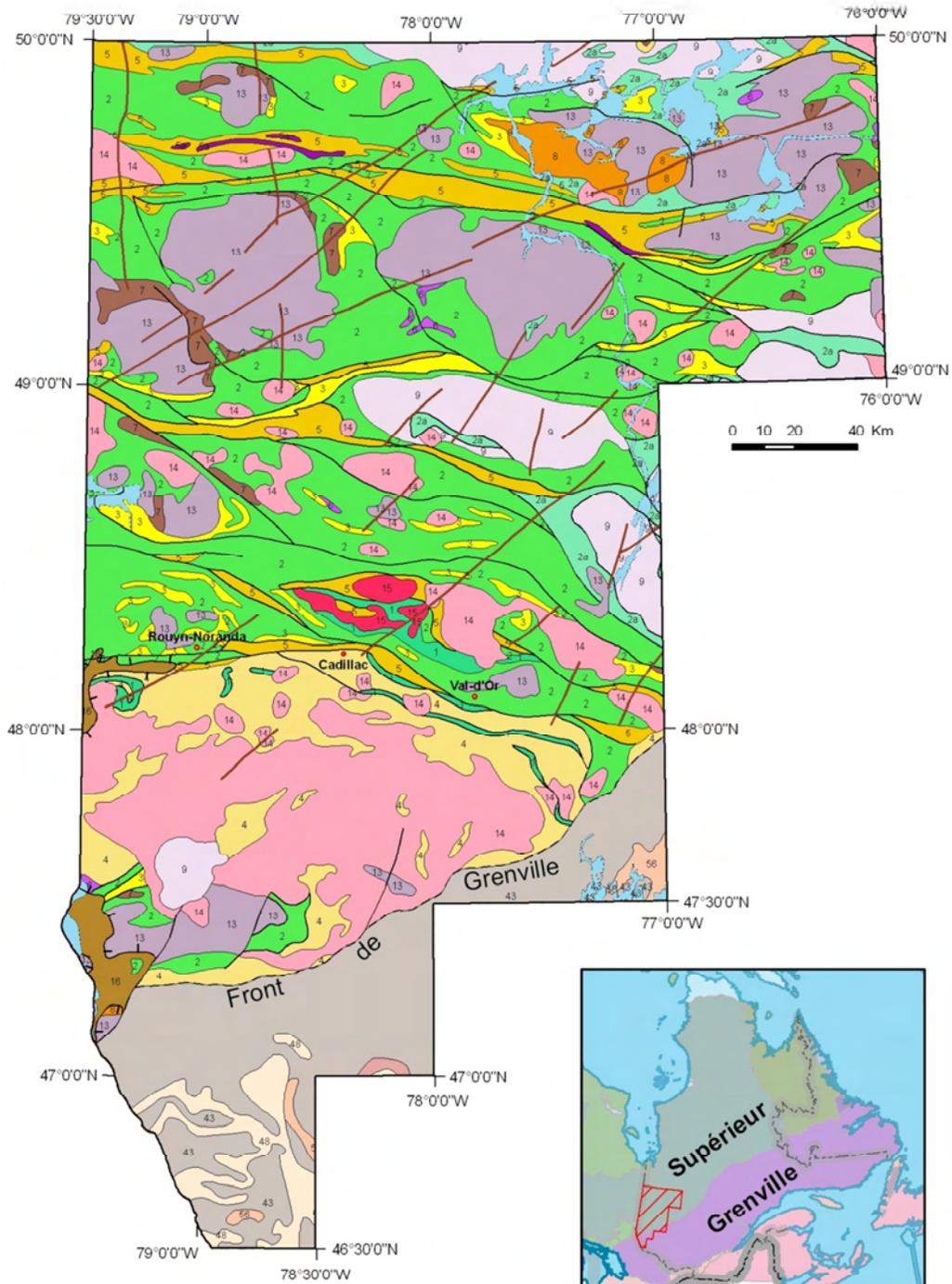


Figure 1.5 Lithologie de la roche en place de la région étudiée et les provinces géologiques associées. D'après MRN (2002).

Province du Grenville

Protérozoïque

Granitoïdes

56 Syénite, monzonite, granodiorite et diorite

Roches sédimentaires

48 Paragneiss, quartzite et amphibolite

Archéen et/ ou Protérozoïque

46 Migmatite

Archéen

43 Gneiss gris à quartz, plagioclase, biotite et/ou hornblende, gneiss mafique à hornblende et/ou biotite et amphibolite

Province du Supérieur

Protérozoïque

Dykes de diabase et gabbro

16 Argilite, wacke, conglomérat et tillite (Groupe de Cobalt et Formation de Chibougamau)

Archéen

Granitoïdes

15 Roches granitiques post-tectoniques : granite alcalin à fluorine et monzogranite

14 Roches granitiques syn- à tarditectoniques : granite, granodiorite, monzonite et syénite; quantité mineure de diatexite

13 Roches tonaliques syn- à tarditectoniques : tonalite, trondhjémite et granodiorite; quantité mineure de diorite et de monzodiorite

9 Granitoïdes pré- à syntectoniques: gneiss tonalitique et trondhjémitique; gneiss non subdivisé; quantité mineure de diorite

Intrusions mafiques à ultramafiques

8 Complexes stratiformes : anorthosite, gabbro et pyroxénite

7 Roches intrusives mafiques : gabbro, gabbronorite, diorite et complexe de carbonatite; quantité mineure de roches ultramafiques intrusives et extrusives

6 Roches intrusives ultramafiques : pyroxénite, péridotite, hornblendite, serpentinite et filons-couches ultramafiques et mafiques

Roches sédimentaires

5 Roches sédimentaires : wacke, mudrock, conglomérat et formation de fer

5a Formation de fer

4 Roches métasédimentaires : paragneiss et schiste à biotite, grenat, orthopyroxène, sillimanite, andalousite, cordiérite, staurotide et/ou disthène; formation de fer, marbre et granite blanc d'anatexie associé aux roches métasédimentaires; présence commune de roches intrusives et volcaniques

Roches volcaniques

3 Roches volcaniques felsiques : rhyolite, rhyodacite, dacite, roches pyroclastiques et intrusions porphyriques felsiques; quantité mineure de roches volcaniques intermédiaires et mafiques et de roches sédimentaires

2 Roches volcaniques mafiques et intermédiaires: basalte, andésite et roches pyroclastiques; quantité mineure d'amphibolite, de roches volcaniques felsiques et ultramafiques, d'intrusions mafiques et de roches sédimentaires

2a Amphibolite, metabasalte et gneiss mafique

1 Roches volcaniques ultramafiques : komatiite, basalte magnésien et roches ultramafiques d'origine indéterminée; quantité mineure de roches volcaniques mafiques et de roches sédimentaires

Les accidents du socle rocheux constituent un facteur important pour la rétention et l'écoulement de l'eau souterraine dans les dépôts granulaires. En général, les intrusions granitoïdes forment des reliefs positifs contrairement aux roches volcaniques et aux métasédiments. Ces irrégularités du substrat rocheux, lesquelles forment la base du « contenant » des réservoirs d'eau souterraine dans les dépôts granulaires, posent problème aux endroits où l'absence d'indices en surface ne nous permet pas d'en évaluer la morphologie. La nature du socle rocheux joue aussi un rôle important sur la géochimie et la qualité de l'eau souterraine des aquifères rocheux fracturés puisqu'elle influence sa composition chimique (Cloutier *et al.*, 2007).

1.5 Histoire glaciaire

L'étude de l'histoire glaciaire d'une région en milieu de glaciation continentale constitue un outil indispensable pour comprendre la répartition de l'eau souterraine dans les dépôts meubles. Les propriétés physiques et minéralogiques des différents types de sédiments agiront différemment sur la circulation de l'eau et sur sa chimie. Le rendement de ces aquifères dépend de l'espace entre les grains qui est directement lié à leur granulométrie, à leur degré de compaction, aux liens entre les particules, à leur forme, à l'épaisseur de la formation, à la perméabilité des couches supérieures, au potentiel de recharge et à la structure de l'aquifère (Lüttig, 1990). La compréhension de l'écoulement des eaux souterraines dans les aquifères granulaires de l'Abitibi-Témiscamingue est donc directement liée à la dynamique de mise en place de ces dépôts. Les sables et graviers bien triés sont généralement des sédiments caractérisés par une porosité et une perméabilité élevées, constituant ainsi les meilleurs aquifères. Bien que les argiles puissent avoir des porosités très élevées, ces sédiments sont caractérisés par une faible perméabilité agissant comme aquitard. La cartographie des formations superficielles s'avère un outil indispensable pour comprendre la problématique associée à l'eau souterraine dans les eskers. La répartition, la stratigraphie et les caractéristiques sédimentologiques des unités sédimentaires influencent considérablement les caractéristiques hydrogéologiques des eskers en Abitibi-Témiscamingue. Leur potentiel aquifère découle de l'agencement de ces différents paramètres.

1.5.1 L'écoulement glaciaire et les grandes formes du terrain

Tout au long de son existence, la planète a été soumise à plusieurs phénomènes mécaniques et chimiques qui en ont modelé ses reliefs. Au Québec, la dernière glaciation, au cours du Wisconsinien supérieur, constitue le plus récent événement majeur qui a participé à sculpter nos paysages actuels. Plusieurs chercheurs ont axé leurs recherches sur l'histoire glaciaire et postglaciaire de la région. Le résumé qui suit s'inspire notamment de la plus récente synthèse paléogéographique du Témiscamingue réalisée par Veillette (1996).

Il y a 18 ka¹⁴ BP, l'Inlandsis laurentidien atteint son apogée et recouvre l'ensemble du Canada et le nord des États-Unis (Dyke et Prest, 1987). Une amélioration climatique entraîne un retrait graduel de la marge glaciaire vers le nord. C'est aux environs de 10 ka¹⁴ BP que le sud du Témiscamingue a commencé à être libéré des glaces (Veillette, 1983, 1988).

L'inlandsis a laissé de nombreuses traces de son passage. Il a notamment creusé, aplani et poli la surface du substrat rocheux. Les surfaces rocheuses de l'Abitibi ont conservé un excellent registre des marques d'érosion glaciaire. Par endroits, elles portent des stries qui se recoupent, indiquant des changements de direction dans le mouvement des glaces. La compilation de ces marques d'érosion permet d'établir une chronologie relative des écoulements de l'Inlandsis laurentidien. Le dernier épisode d'écoulement glaciaire en Abitibi montre une séparation entre deux masses de glace : le glacier du Nouveau-Québec en retrait vers le nord-est et le glacier d'Hudson en retrait vers le nord-ouest. La séparation de ces deux systèmes aurait débuté dans le secteur de North Bay, en Ontario, et serait associée au vêlage du glacier dans les eaux glaciolacustres et à la présence d'un corridor d'écoulement plus rapide créé par une déglaciation accélérée dans la région des Grands Lacs (Veillette, 1983). L'ouverture de type « fermeture-éclair » entre ces deux systèmes a érigé la Moraine d'Harricana, mise en place en position interlobaire (Hardy, 1977; Veillette, 1983). Son appellation moraine est toutefois controversée (Seppälä, 1988). Il s'agit en fait d'un esker en position interlobaire (Allard, 1974; Veillette, 1986). Toutefois, considérant le rôle joué par ce complexe fluvioglaciaire dans l'histoire glaciaire et l'usage du terme « moraine » fortement répandu, celui-ci a été retenu (Veillette, 1988). Brennand et Shaw (1996) ont élargi le concept

en proposant que son développement soit lié à un complexe fluvioglaciaire mis en place de façon synchrone à l'intérieur d'un conduit sous-glaciaire.

Sur l'ensemble du territoire, le mouvement glaciaire le plus répandu dans la région est en direction du sud-ouest (figure 1.6). À l'ouest de la Moraine d'Harricana, ce mouvement est, toutefois, recoupé par un mouvement plus récent vers le sud-est relié au glacier d'Hudson (Veillette, 1996). À l'est, l'écoulement aurait conservé l'orientation sud-ouest permettant l'ouverture entre les deux lobes glaciaires. L'appel au vide créé par la fonte plus rapide dans le droit de la Moraine d'Harricana aurait engendré ce changement dans l'écoulement de la glace du glacier d'Hudson. La déglaciation amorcée préférentiellement dans l'axe de la Moraine d'Harricana aurait favorisé des écoulements convergents dont témoigne l'orientation des eskers.

La moraine frontale de Roulier marque une pause de la marge du glacier d'Hudson (Veillette, 1983). Une langue de glace centrée sur le lac Témiscamingue est responsable de la mise en place d'une autre moraine; celle de Laverlochère (Daigneault, 1986). L'absence de moraine frontale au nord de la moraine de Roulier et l'envergure des eskers mis en place du côté ouest de la Moraine d'Harricana indiqueraient un retrait constant et rapide dans cette partie de l'Abitibi.

1.5.2 La submersion lacustre

Lors du retrait glaciaire, des contraintes topographiques et le relèvement isostatique différentiel ont restreint l'évacuation des eaux de fonte vers la vallée du Saint-Laurent. Des lacs proglaciaires se sont développés et expliquent en partie la couverture sédimentaire actuelle. La submersion glaciolacustre de l'Abitibi-Témiscamingue a fait l'objet de plusieurs études tant pour expliquer son mécanisme de retenue que pour établir son étendue. Les premières études d'envergures ont été réalisées par Coleman (1909) qui a reconnu le prolongement du lac Algonquin vers le nord-est. Nous lui devons la désignation Ojibway pour le lac maintenu au nord de la ligne de partage des eaux. Wilson (1919) a, quant à lui, reconnu l'existence d'un plan d'eau joint au lac Ojibway au sud de la ligne de partage des

eaux qu'il nomma Barlow du nom d'un géologue de la CGC. Sa formation serait liée à un barrage empêchant l'eau de se drainer vers le Saint-Laurent. Antevs (1925) émet l'hypothèse que ce barrage serait de type morainique. Il propose aussi l'appellation de « lac Barlow-Ojibway » pour l'entité glaciolacustre submergeant, à un certain moment, la ligne de partage des eaux et unifiant le lac Barlow et le lac Ojibway. Blanchard (1949) suggère la présence d'un culot de glace responsable de la formation du lac Barlow. Hughes (1955), quant à lui, identifie le relèvement isostatique comme étant, à lui seul, en mesure de contrôler l'évolution spatiale des entités glaciolacustres. Boissonneau (1968) revient avec l'idée d'un barrage morainique et identifie la moraine du lac McConnell comme responsable de ce barrage. Le premier travail de synthèse sur les étendues lacustres est venu de Vincent et Hardy (1977). Ils ont délimité les territoires inondés par les eaux glaciolacustres post-Algonquin, Barlow et Ojibway grâce aux exutoires répertoriés et aux indicateurs biologiques, tels que le *Mysis relicta* répertorié par Dadswell (1974). Ils ont déterminé par l'élévation des lignes de plage que le relèvement isostatique était suffisant pour maintenir un plan d'eau au contact de la marge glaciaire jusqu'à sa vidange complète dans la mer de Tyrrell. Maintes données issues d'analyses polliniques et d'âges radiocarbone des premiers dépôts organiques suivant la déglaciation ont permis à Veillette (1983, 1988, 1996) de proposer différents épisodes lacustres liés à l'émergence d'exutoires. La compilation des lignes de lessivage, archives du maximum de la submersion glaciolacustre, a permis à Veillette (1994) de calculer le gauchissement du plan d'eau.

Le lac proglaciaire Barlow aurait donc été le premier à prendre forme au Témiscamingue; Veillette (1996) attribue sa formation à l'obstruction du drainage de la rivière des Outaouais, au niveau de Kipawa, par la moraine du lac McConnell. L'ampleur du relèvement isostatique, établit entre 0,5 et 0,9 m/km par Vincent et Hardy (1977, 1979) et corroborée par Veillette (1983) à 0,9 m/km, aurait contrôlé, par la suite, l'émergence successive d'exutoires le long de la rivière des Outaouais faisant ainsi migrer le lac vers le nord suivant le retrait de la marge glaciaire. Pour une certaine période, ce lac proglaciaire a submergé la ligne de partage des eaux séparant le bassin versant du Saint-Laurent et celui de la Baie de James. Lors de l'émersion de la ligne de partage des eaux, le lac s'est scindé en deux entités glaciolacustres : le lac Barlow au sud et le lac Ojibway au nord. Ce dernier va subsister jusqu'à l'ouverture

d'une brèche dans la glace permettant sa vidange dans la baie d'Hudson vers 7,7 ¹⁴C ka BP (8,45 cal ka BP; Barber *et al.*, 1999).

La sédimentation d'argile par les eaux du lac proglaciaire Ojibway, un substrat déformable avec faible friction, aurait favorisé la création de crues glaciaires du glacier d'Hudson (Hardy, 1976). La marge glaciaire amincie et semi-flottée aurait alors facilement glissé sur l'argile sous-jacente. Trois phases ont été répertoriées et correspondent aux réavancées de Cochrane (Hardy 1976, 1977). La première serait celle qui a atteint le nord de la région vers 8,3 ¹⁴C ka BP suivant un axe sud-est (Hardy, 1976).

1.5.3 La répartition et l'origine des dépôts

Plusieurs programmes de cartographie des dépôts meubles ont été réalisés à divers endroits de l'Abitibi-Témiscamingue (Vincent, 1971; Tremblay, 1974). Les cartes écoforestières du Ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF) montrent aussi la répartition des dépôts de surface de l'Abitibi-Témiscamingue. Toutefois, pour la présente étude, les cartes des dépôts de surface de la Commission géologique du Canada ont été retenues (figures 1.2 et 1.7). Ces cartes sont plus complètes puisqu'elles sont appuyées par des vérifications au sol. Elles possèdent aussi une meilleure répartition des affleurements rocheux, une composante importante dans la cartographie des zones propices à la retenue des eaux souterraines.

L'histoire glaciaire et postglaciaire de l'Abitibi-Témiscamingue explique la nature et la répartition des différentes unités lithostratigraphiques quaternaires de la région. Ces différentes unités sont principalement le résultat de la dynamique glaciaire locale et des épisodes glaciolacustres qui ont submergé le territoire. La séquence sédimentaire qui en résulte affecte la distribution, l'écoulement et le comportement des eaux souterraines. La figure 1.7 montre une mosaïque simplifiée des unités lithostratigraphiques quaternaires cartographiées par les équipes de la Commission géologique du Canada. Nous présentons dans les sous-sections suivantes, les principales caractéristiques de ces unités telles que définies par ces auteurs.

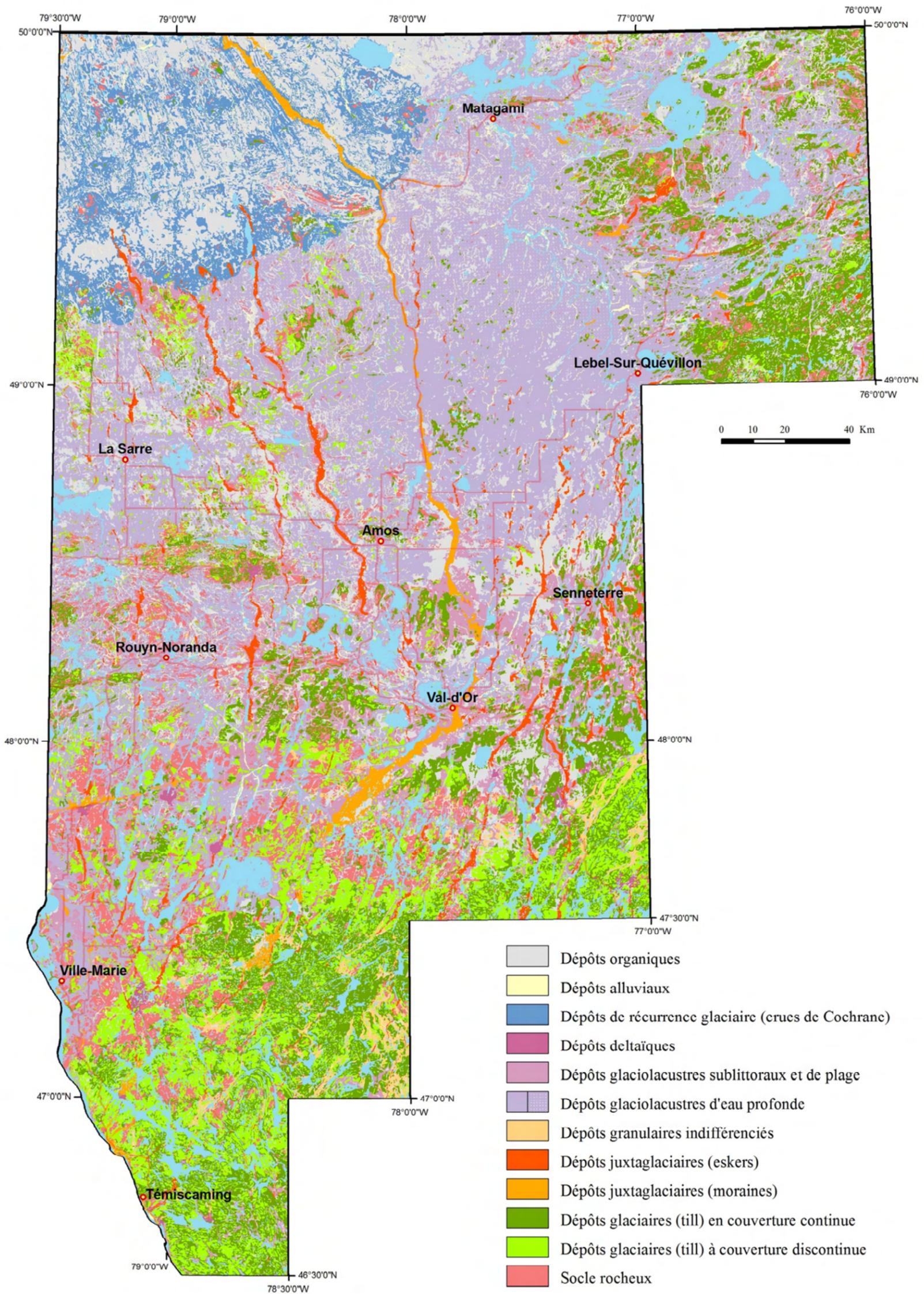


Figure 1.7 Répartition des unités lithostratigraphiques quaternaires de la région étudiée selon les travaux récents de la Commission géologique du Canada. (voir la figure 1.2 pour la liste des différents auteurs)

1.5.3.1 Dépôts glaciaires (Till)

Les plus anciens dépôts qui affleurent en Abitibi-Témiscamingue sont des tills. Déposés en discordance sur le socle rocheux, les couches de tills résultent du transport par la glace des sédiments arrachés au substrat rocheux et de la reprise en charge de dépôts meubles anciens. Ils sont dispersés sur l'ensemble de l'Abitibi-Témiscamingue avec des épaisseurs variables allant de quelques centimètres à plusieurs mètres. Toutefois, le till affleure peu dans la partie à basse altitude du bassin glaciolacustre étant très souvent masqué par des sédiments fluvioglaciaires, glaciolacustres, éoliens et/ou organiques. Dans certains cas, le développement de grands tunnels fluvioglaciaires formés sous le glacier a érodé la presque totalité du till déposant des sédiments fluvioglaciaires en contact avec le socle (Bolduc *et al.*, 2005). Les dépôts glaciaires se présentent comme un sédiment hétérométrique à matrice sableuse. La granulométrie moyenne de sa matrice (taille inférieure à 2 mm) varie entre environ 60-70 % de sable, 20-25 % de limon et moins de 5 % d'argile. La forte dominance des sables résulte de la nature des roches locales principalement cristallines (Veillette, 1996).

1.5.3.2 Dépôts fluvioglaciaires

Les dépôts fluvioglaciaires sont des sédiments mis en place au contact ou à proximité du glacier par les eaux de fonte, au-dessus ou en dessous du niveau maximal atteint par les eaux glaciolacustres. L'esker est la forme fluvioglaciaire la plus commune de la région. Ce dépôt juxtaglaciaire est généralement très hétérométrique montrant des variations brusques de granulométrie autant horizontalement que verticalement. Compte tenu des objectifs de notre travail, nous présentons de façon plus détaillée, les caractéristiques des eskers abitibiens dans une section distincte (section 1.6).

Outre les eskers, quelques vallées contiennent des sables d'épandage déposés par les eaux de fonte à proximité du glacier et à quelques kilomètres en aval. On les retrouve dans les zones supra-aquatiques (donc en position subaérienne), et ils se confondent souvent avec les sables glaciolacustres peu profonds. Ces sédiments, généralement constitués de sables et petits graviers, présentent un granoclassement montrant la perte de compétence des eaux avec

l'éloignement de la marge glaciaire. Les sables d'épandages subaquatiques sont aussi associés aux eskers créant une succession de « fans » marquant des positions de la marge glaciaire (figure 1.8). Cependant, en Abitibi-Témiscamingue, localement des dépôts glaciolacustres d'eau profonde et/ou d'exondation peuvent empêcher leur identification. Cette particularité est présentée plus en détail dans la section 1.6.3.

1.5.3.3 Dépôts glaciolacustres sublittoraux, de plage et deltaïques

Les sédiments sublittoraux et les sédiments de plage sont liés au retrait progressif des eaux glaciolacustres. Ils résultent souvent du remaniement des dépôts fluvioglaciaires et témoignent d'un environnement d'eau peu profonde. L'épaisseur générale de ces dépôts varie entre 1 et 20 m et ils sont principalement constitués de sables, sables limoneux et graviers. Ils présentent généralement une disposition en lits planaires. En Abitibi-Témiscamingue, ils se retrouvent souvent sur le flanc des eskers et en discordance sur les sédiments d'eau profonde.

Les sédiments deltaïques se retrouvent principalement dans les deltas d'esker. Ils sont constitués de sables et de graviers et occupent la zone de transition entre les dépôts fluvioglaciaires et lacustres. Les deltas d'esker présentent des épaisseurs atteignant par endroits 50 m et sont souvent marqués par des lignes de rivage sur leurs flancs témoignant du retrait progressif des eaux glaciolacustres.

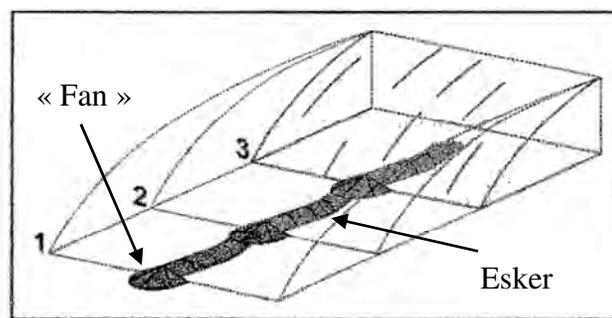


Figure 1.8 Mise en place des « fans » marquant la position de la marge glaciaire. Tirée de Burke (2008).

1.5.3.4 Dépôts glaciolacustres d'eau profonde

Les sédiments d'eau profonde ont été mis en place sous une tranche d'eau variant de 30 à 50 m d'épaisseur dans les eaux glaciolacustres (Veillette, 1983). Ce sont des sédiments à grains fins formant des rythmites d'argiles et de limons (varves). Ils peuvent atteindre plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, camouflant ainsi une grande partie du substrat rocheux et des sédiments plus anciens. Ils forment une plaine argileuse qui atténue les accidents du socle rocheux. L'altitude maximale de ces dépôts à grain fin dans la région excède rarement 320 m.

1.5.3.5 Dépôts alluviaux

Les dépôts alluviaux se composent majoritairement de sables limoneux, limons argileux, sables et graviers mis en place dans les plaines alluviales. Ils atteignent au plus quelques mètres d'épaisseur et occupent les plaines inondables de rivières et de ruisseaux.

1.5.3.6 Dépôts éoliens

Les sédiments éoliens se localisent principalement sur le flanc est des formations fluvioglaciaires. Ils forment des dunes paraboliques de quelques mètres de hauteur et leur granulométrie (sable moyen à fin) est très uniforme.

1.5.3.7 Dépôts organiques

Les dépôts organiques correspondent généralement aux tourbières et abondent sur les sédiments glaciolacustres à grains fins dans la partie nordique de la région. Les tourbières couvrent, plus particulièrement, de grandes superficies au voisinage des grands eskers et de la Moraine d'Harricana. L'épaisseur de ces dépôts organiques varie entre 3 et 5 m.

1.6 Les eskers

1.6.1 Description générale

L'esker est une accumulation linéaire de sables et de graviers, stratifiés, déposée dans un chenal confiné par la glace. Étant typique d'un paysage glaciaire, et essentiellement d'un glacier tempéré, on le retrouve en abondance, en Amérique du Nord au sud du 72^e parallèle (Banerjee et McDonald, 1975). L'esker typique présente une crête rectiligne ou sinueuse pouvant atteindre plusieurs mètres de hauteur et plusieurs dizaines, voire centaines, de kilomètres de longueur. Son orientation est généralement parallèle au sens d'écoulement de la glace. Lors de la fonte du glacier, l'eau s'infiltré et circule dans la glace (par les moulins et les crevasses) et s'achemine à l'intérieur de tunnels intraglaciers et sous-glaciaires jusqu'au front glaciaire. Cette eau prend en charge des dépôts anciens accumulés à la base du glacier et des sédiments arrachés à la glace avoisinante. La figure 1.9 montre la répartition des eskers au Canada. On note une forte concentration d'eskers sur le Bouclier canadien. La majorité d'entre eux se retrouve en milieu de pergélisol où l'occupation humaine est négligeable. Selon les travaux de Brennand (2000), les eskers du Bouclier canadien correspondent

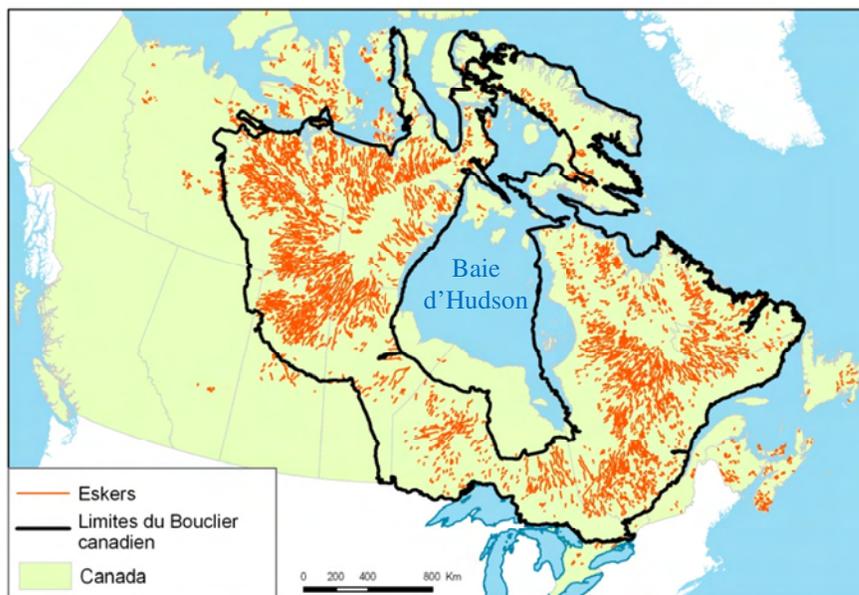


Figure 1.9 Distribution des eskers sur l'ensemble du territoire canadien et limites du Bouclier canadien. Adaptée de Fulton *et al.* (1995).

généralement à un système de drainage sous-glaciaire de type « R-channel » signifiant qu'ils incisent la partie basale de la glace et créent un réseau de drainage de type arborescent. Leur distribution est une combinaison complexe entre le drainage superficiel et intraglacière de l'eau de fonte, de la pente à la surface de la glace, de l'épaisseur de cette glace et de sa vitesse, ainsi que de la perméabilité, de la topographie et de la rigidité du lit rocheux. Ils se localiseraient ainsi davantage sur des socles rocheux rigides (roches cristallines du Bouclier canadien) puisqu'ils facilitent la décharge d'eau au contraire des bassins de roches sédimentaires déformables (Clark et Walder, 1994). La pression hydrostatique influence la vitesse d'écoulement de l'eau dans le tunnel et détermine la sédimentation des granulats. Cette sédimentation est donc tributaire de la perte de compétence du courant qui elle peut être liée à plusieurs facteurs : une surcharge sédimentaire des chenaux, une inclinaison du lit sous-glaciaire à contre-pente de l'écoulement de l'eau dans le conduit, la présence d'un plan d'eau stagnant sous la glace et à une diversion du chenal ou de son élargissement (Levasseur, 1995). La dynamique d'écoulement intraglacière et sous-glaciaire va influencer la structure interne des eskers. Cette dynamique est associée aux phénomènes glaciologiques étudiés par plusieurs chercheurs, dont Clark et Walder (1994), Clarke (2005) et Boulton *et al.* (2007a, 2007b, 2009). Quant à la structure des lithofaciès à l'intérieur des eskers, elle joue un rôle important dans la circulation de l'eau souterraine. Heinz *et al.* (2003) ont montré que les processus sédimentaires responsables de l'hétérogénéité de ces faciès affectent localement l'écoulement de l'eau souterraine.

Au Québec, peu d'études ont été réalisées sur les eskers dans une perspective régionale. Dubois (1972) s'est intéressé à la position et à l'orientation des eskers des Cantons de l'Est en lien avec l'écoulement glaciaire. Bolduc (1992) a étudié les indices morphologiques, stratigraphiques et lithologiques expliquant la formation des eskers du Labrador et évalué des distances de transport des débris rocheux. Levasseur (1993) a décrit les caractéristiques générales et la dispersion fluvioglaciaire clastique des éléments grossiers des eskers de la région de Chapais.

1.6.2 Description des eskers de la région d'étude

La présence d'eskers en Abitibi-Témiscamingue est connue depuis le début du siècle dernier. Toutefois, les travaux concernant ces eskers sont très rares et se retrouvent généralement à l'intérieur d'études régionales. Tanton (1920) note la présence d'eskers entre Amos et La Sarre. Bell et Bell (1933) décrivent brièvement des crêtes graveleuses dans la région de Senneterre qu'ils identifient comme étant des eskers. Wilson (1938) effectue la première description détaillée des plus imposants eskers de la région, il fournit notamment les premières descriptions de la Moraine d'Harricana. Ce n'est qu'avec les travaux de LaSalle et Warren (1968), qui présentent une carte de la distribution des eskers effectuée dans le cadre d'une campagne de prospection minérale alluvionnaire, que la répartition des eskers est montrée à l'échelle de l'Abitibi. Tremblay (1974) décrit l'ensemble des formations superficielles que l'on retrouve pour une partie de l'Abitibi. Il présente la répartition des eskers et expose quelques éléments de leur sédimentologie. Allard (1973) a classifié les eskers abitibiens de l'interfluve Bell-Harricana (voir figure 1.4) selon leurs caractéristiques morphologiques. Il a proposé six types morphologiques d'eskers associables aux différents segments : soit le type « sand plain », « De Geer », « rétrogressif », « court et indéterminable », « structuraux » et « Strandmark ». Des descriptions générales de l'ensemble des eskers sont présentées ainsi que des éléments sur la sédimentologie et la granulométrie des eskers. Veillette (1986c et 1996) décrit les différents types d'eskers susceptibles de se retrouver au Témiscamingue en fonction de leur milieu de mise en place et de leur morphologie. Il adapte au contexte abitibien un modèle de mise en place élaboré pour la Finlande par Sauramo (1929). C'est ainsi qu'il distingue trois groupes; le premier comprend les eskers mis en place dans la zone supra-aquatique (au-dessus du niveau maximal atteint par les eaux du lac Barlow-Ojibway). Ces eskers sont généralement petits, se retrouvent dans les vallées de certains points hauts et présentent une morphologie montrant une crête sinueuse et des flancs à pente raide. Le deuxième groupe inclut les eskers mis en place en milieu glaciolacustre (sous le niveau maximal atteint par le lac Barlow-Ojibway mais au-dessus du niveau de la plaine argileuse; il s'agit d'un niveau intermédiaire). Ils sont beaucoup plus imposants et présentent une morphologie modifiée par l'action des vagues des eaux glaciolacustres. Le troisième groupe comprend les eskers partiellement ou totalement

enfouis sous la couverture de sédiments à grains fins. Leur taille réelle est partiellement masquée par ces dépôts. Ils montrent également des sommets aplanis par l'action des vagues. Brennand et Shaw (1996) présentent la genèse du complexe fluvioglaciaire Harricana (Moraine d'Harricana) et son implication dans le régime d'écoulement et la dynamique glaciaire. Brazeau (2001 a,b,c,d et 2007 a,b), Brazeau *et al.* (1987) et Lessard *et al.* (1994) ont produit des documents d'inventaire des ressources en granulats pour plusieurs régions de l'Abitibi. Ces ressources granulaires se localisent généralement dans les formations fluvioglaciaires et plus particulièrement dans les eskers. En 2004, une classification des eskers et de la Moraine d'Harricana de la MRC d'Abitibi en fonction du milieu de mise en place a été proposée dans le cadre d'un projet d'étude des eaux souterraines dans la MRC d'Abitibi (Veillette *et al.*, 2004). Puisque nous utilisons cette classification dans la présente étude, nous la présentons plus en détail à la section suivante. Enfin, Riverin (2006) a étudié le potentiel aquifère d'un segment de l'esker Saint-Mathieu-Berry afin de documenter le lien entre la dynamique d'écoulement des eaux et la gestion de la ressource.

1.6.3 Classification des types d'esker de l'Abitibi-Témiscamingue en fonction de leur milieu de mise en place

On observe quatre différents milieux de mise en place pour les eskers de l'Abitibi-Témiscamingue (figure 1.10). Ces différents milieux de mise en place peuvent être tous présents le long du même esker. Dans le cas illustré à la figure 1.10, en A l'esker a été mis en place au-dessus du niveau maximal de la submersion. Il présente la morphologie typique d'un esker sans remaniement important. Il est généralement de petite taille et est uniquement constitué de sédiments juxtaglaciaires. En B, l'esker se situait sous le niveau maximal du lac, mais au-dessus du plus haut niveau atteint par les sédiments à grains fins. Le sommet a été quelque peu remanié et aplani par la présence du lac proglaciaire. Des sables d'exondations associés au retrait du lac tapissent les flancs de l'esker. En C, l'esker a été mis en place sous le plus haut niveau atteint par les sédiments à grains fins. Les flancs d'esker sont partiellement enfouis par ces sédiments et lors de l'exondation du lac, des sables provenant du remaniement des sommets ont été redistribués sur les flancs couvrant par endroits ces sédiments à grains fins (voir section 1.6.4). Ce type d'esker présente généralement le plus haut potentiel aquifère. En D, l'esker a été complètement recouvert par les sédiments à grains

fins. Par endroits, il est difficile de distinguer sa présence; des kettles (dépressions formées par la fonte tardive de blocs de glace) et des lacs de kettles révèlent généralement l'axe central de l'esker.

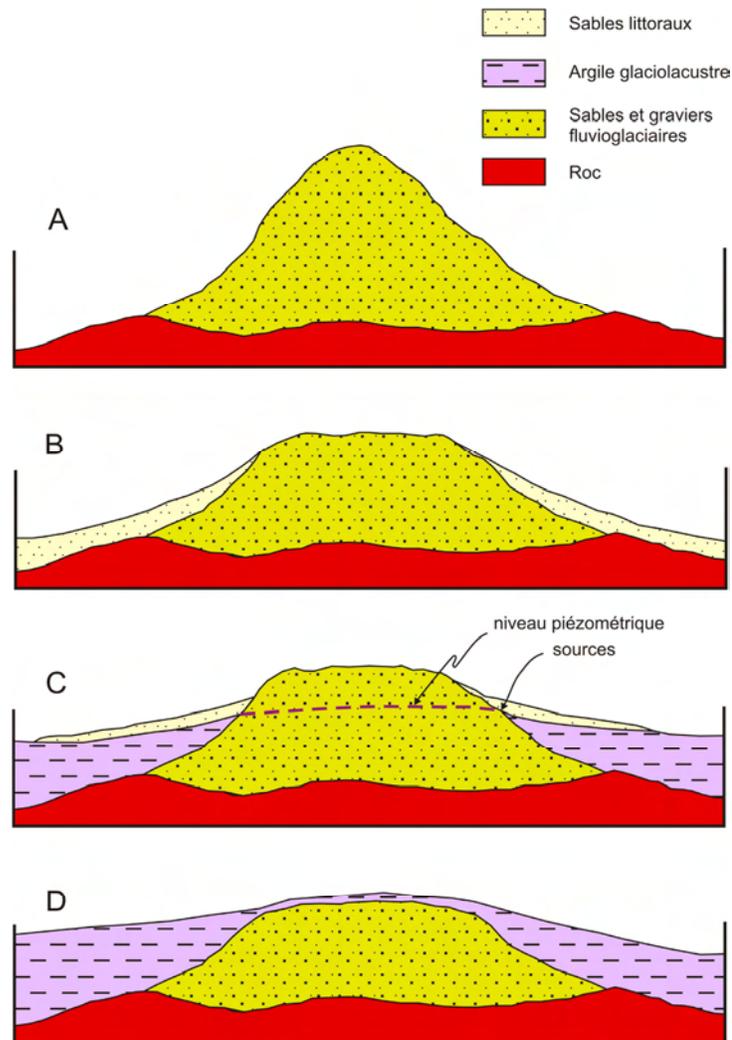


Figure 1.10 Classification des types d'esker en fonction des milieux de mise en place des eskers de l'Abitibi-Témiscamingue. Tirée de Veillette *et al.* (2004).

1.6.4 Modèle conceptuel de la sédimentation et de l'évolution des eskers abitibiens en milieu sous-aquatique.

La connaissance du mode de mise en place et de l'évolution des eskers de l'Abitibi-Témiscamingue est essentielle pour comprendre leur rôle hydrogéologique. La morphologie et la stratigraphie des eskers résultent de ce mode de mise en place et seront déterminantes pour identifier le potentiel aquifère des eskers. Se fondant sur l'histoire glaciaire de la région et sur de nombreuses observations de terrain obtenues de gravières et sablières excavées dans des eskers et de forages, un modèle conceptuel de mise en place des eskers en milieu sous-aquatique est proposé (figure 1.11; Veillette et Nadeau, inédit). Lors de la formation des eskers mis en place au contact du lac Barlow-Ojibway, l'embouchure des tunnels sous-glaciaires était submergée entraînant une diminution drastique de la compétence des eaux de fonte confinées par la glace. Ce changement dans l'environnement de sédimentation a permis l'épandage de sables subaquatiques sur des centaines de mètres à l'aval et sur les flancs d'un noyau central constitué de dépôts grossiers (figure 1.11A). Il en résulte, suite au retrait progressif du front glaciaire, un mode de mise en place donnant naissance à des nappes de dépôts granulaires emboîtées les unes dans les autres et s'affinant vers l'aval (Rust, 1977). Des icebergs, dus au vêlage du glacier, ont dérivé dans les eaux glaciolacustres. Quelques blocs de glace, arrachés au glacier par les eaux fluvioglaciaires de contact, se sont retrouvés prisonniers dans les sédiments de l'esker (figure 1.11B). Dans une eau calme et de profondeur suffisante, avec un front glaciaire situé loin au nord, des sédiments à grains fins (argiles) ont recouvert les sédiments fluvioglaciaires masquant certaines irrégularités du relief et une partie du volume granulaire. Les blocs de glaces maintenues dans l'esker fondaient progressivement (figure 1.11C). Lors de la baisse du niveau du lac suite au relèvement isostatique, de son retrait vers le nord et éventuellement lors de sa vidange, les vagues ont remanié les crêtes d'eskers émergentes; elles ont été aplanies et redistribuées sur les flancs en sables littoraux et en sédiments de plage de chaque côté formant ainsi des terrasses d'érosion. La fonte tardive des blocs de glace forme une chaîne de dépressions semi-circulaires : une chaîne de kettles (figure 1.11D). Mis à nu lors de l'exondation totale du plan d'eau, les sables sublittoraux ont été pris en charge par l'action du vent de façon à former des

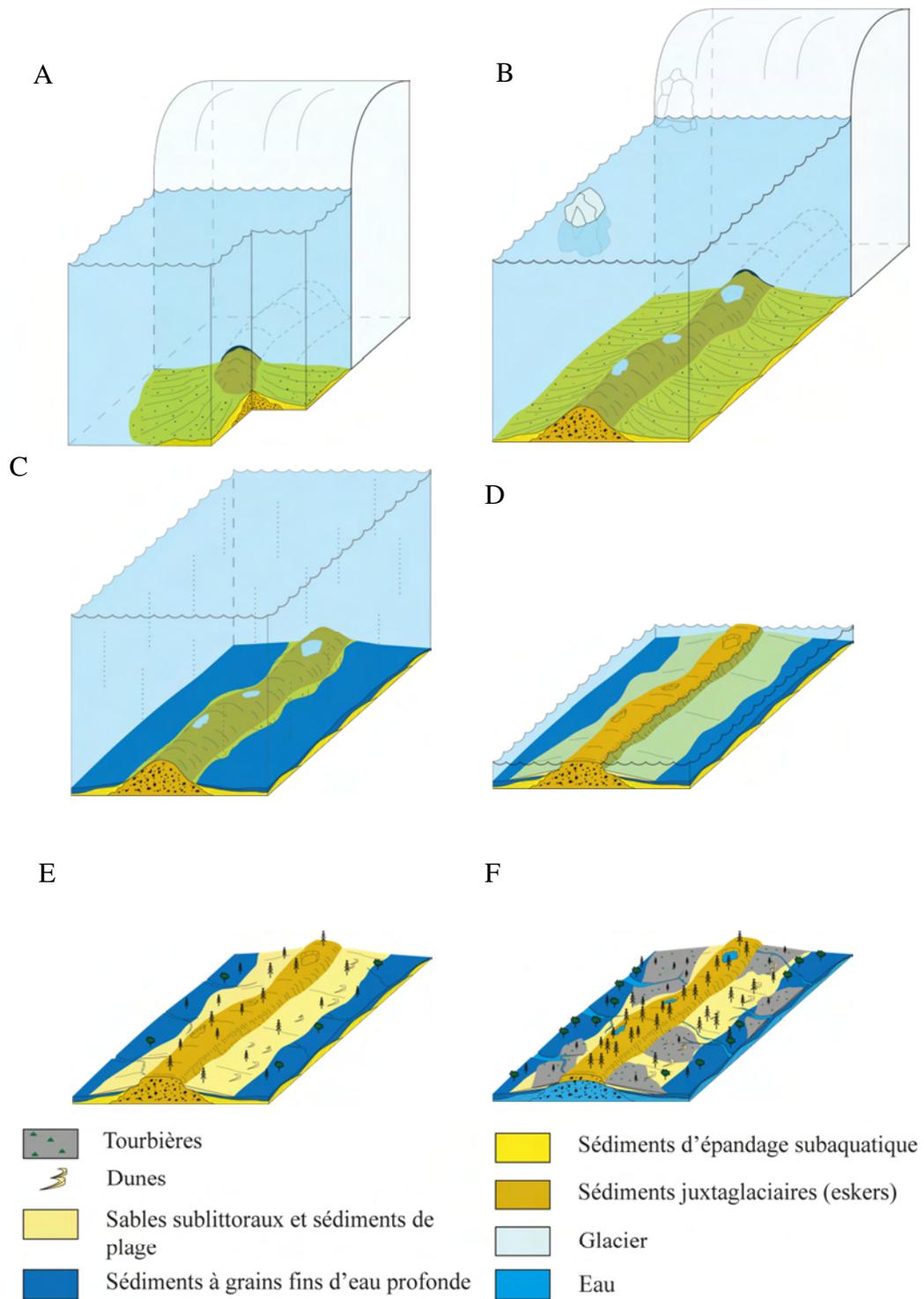


Figure 1.11 Modèle conceptuel de l'évolution d'un esker abitibien formé en milieu glaciolacustre. Source : Veillette et Nadeau (inédit).

champs de dunes généralement du côté est à l'aval des vents dominants de l'époque dirigés vers l'est et le sud-est. Un début d'érosion fluviale incise les sédiments glaciolacustres et une végétation commence à coloniser ces nouveaux sols (figure 1.11E). Enfin, sur les pentes douces, dans les milieux mal drainés et généralement sur le flanc des eskers, des tourbières, principalement alimentées par l'émergence diffuse d'eau provenant de l'esker, se sont développées. Des sources d'eau de plus fort débit, situées au contact entre l'esker et les dépôts à grains fins, participent à l'augmentation de l'érosion fluviale. La végétation se densifie et l'accumulation de matière organique (gyttja) scelle le fond des kettles favorisant la formation de lacs (figure 1.11F). La coupe transversale de la figure 1.12 montre la séquence sédimentaire résultante de la formation d'un esker abitibien en milieu glaciolacustre.

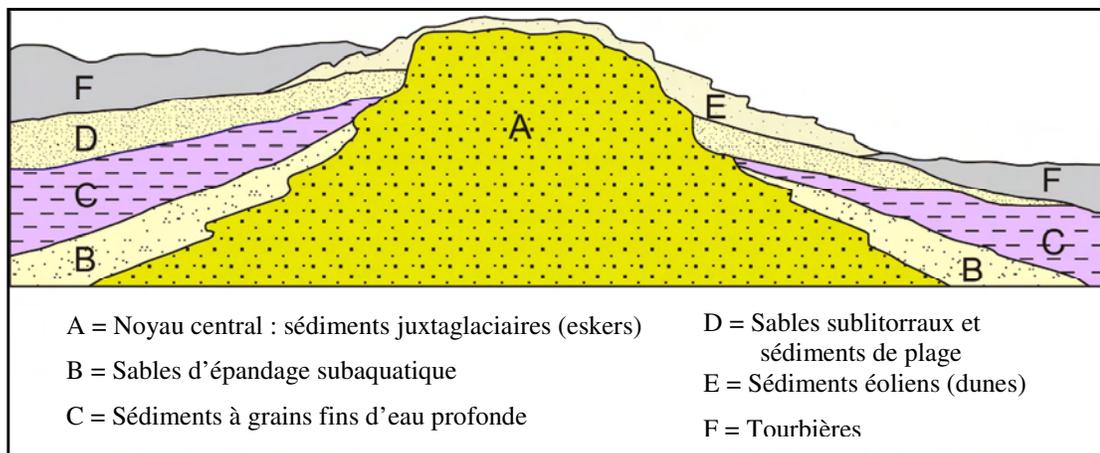


Figure 1.12 Modèle conceptuel en coupe transversale de l'esker formé en milieu glaciolacustre. Tirée de Veillette *et al.* (2004).

1.7 Travaux antérieurs

L'importance des dépôts quaternaires comme réservoirs d'eau souterraine et d'agrégats a fait l'objet de plusieurs études dans le but de mieux gérer le territoire. Dans plusieurs pays nordiques où les contextes géologiques et géomorphologiques sont semblables aux nôtres, ce type de recherche fait l'objet d'études depuis plusieurs années déjà. Dans les pays du nord-ouest de l'Europe, telles la Finlande et la Suède, de tels travaux sont indispensables à la bonne gestion du territoire. Les zones urbaines situées à proximité d'aquifères granulaires qui approvisionnent une grande partie de la population en eau potable ont forcé l'émergence de ce créneau de recherche. Au début des années 1990, les scientifiques scandinaves ont évalué de façon rigoureuse l'apport de la géologie glaciaire à la géologie économique de leurs pays et publié plusieurs articles dans un numéro spécial de la revue *Striae* en 1990. Königsson (1990) a démontré que les études de la géologie quaternaire sont très souvent négligées par rapport aux autres domaines de la géologie. Il a fait valoir les avantages économiques multiples des formations quaternaires pour le développement régional et l'aménagement territorial; notamment pour l'eau souterraine et l'industrie des agrégats. Korpela (1990) a exposé le besoin de recourir à des études sur les formations quaternaires en raison du mode de vie de la population actuelle. La demande croissante en matériaux granulaires due à la croissance de la consommation et à l'expansion urbaine et le besoin de les inventorier pour protéger les réserves en eau souterraine exigent la mise en place de projets multidisciplinaires dans l'étude des formations quaternaires (Lüttig, 1990). Dans cette optique, l'utilisation de matériaux granulaires pour les pays nordiques a été quantifiée par Neeb (1990) et plus spécifiquement pour la Finlande et la Suède par Kontturi (1990). L'inventaire de la ressource en dépôts granulaires a aussi été présenté pour l'ensemble de la Suède (Linden, 1990). Une classification des formations granulaires a été proposée pour l'ensemble de la Finlande par Britschgi et Gustafsson (1996); 7 141 segments associés à des formations granulaires ont été classés dans trois catégories selon leur utilisation pour l'approvisionnement en eau. Cette classification fait maintenant office de référence pour ce pays en ce qui concerne les plans de protection adoptés. En date de 2009, 6 200 sites d'aquifères étaient catégorisés : 2 200 étaient considérés comme des sites de grande importance pour l'approvisionnement en eau souterraine, 1 550 comme des sites propices à l'approvisionnement en eau souterraine et

2 450 comme des zones d'eau souterraine non déterminée (R. Britschgi, communication personnelle, 2010). Compte tenu du manque de connaissance de la sous-surface et surtout de la morphologie irrégulière du substrat rocheux, des études hydrogéologiques spécifiques ont été nécessaires pour comprendre l'écoulement souterrain dans des régions d'étude restreintes (Väisänen, 1997; Artimo *et al.*, 2003). Cette problématique est aussi observable en Abitibi-Témiscamingue; les irrégularités du roc sous-jacent aux eskers obligent la réalisation d'études spécifiques pour mieux comprendre les particularités à grandes échelles.

Dans une optique de gestion et de protection de la ressource, Eliasson (2000) a développé une méthode basée sur des simulations hydrogéologiques pour faciliter la compréhension de l'écoulement de l'eau souterraine et faciliter l'évaluation des impacts des activités anthropiques afin d'améliorer la prise de décision quant aux mesures de protection à adopter. Une petite section d'un esker du sud-est de la Suède a servi de région pilote pour l'application de la méthode. Une autre étude axée sur la recherche de compromis à adopter entre la protection des eaux souterraines et la demande en agrégats a été effectuée pour la région la plus peuplée de la Finlande, l'Uusimaa (Kinnunen *et al.*, 2006). Cette étude est associée à un projet gouvernemental, le projet Poski, qui a comme objectif la protection de la valeur environnementale des formations géologiques tout en conservant un approvisionnement en eaux souterraines et en agrégats pour la Finlande. Par le biais de ce projet, une estimation quantitative du volume aquifère et granulaire des régions a été réalisée. Le volume de sables et graviers est évalué à 1 770 millions de m³ où seulement 64 millions de m³ sont considérés comme exploitables. Étant fortement dominés par les sables, seulement 15 millions de m³ de ce volume ont une granulométrie équivalente ou supérieure au gravier. Ils ont estimé qu'au rythme de la consommation actuelle, il n'en restait que pour quatre ans. Une évaluation préliminaire des risques de contaminations des aquifères finlandais a montré que près de 25% des aquifères utilisés pour l'approvisionnement en eau potable étaient à risque (Gustafsson *et al.*, 2006). La source d'une contamination est, dans certains cas, très difficile à repérer. La protection des eaux souterraines se fait donc par la prévention et exige beaucoup de précautions. Pour les secteurs urbanisés, et dépendants de l'eau souterraine, de Turku et de Kaarina Rusko, en Finlande, une étude propose un plan de protection pour leurs eaux souterraines (Joronen, 2009).

La vulnérabilité des eaux souterraines de la Finlande est fonction des activités humaines ayant cours à la surface des eskers. C'est ainsi qu'il devient nécessaire d'effectuer des études sur les impacts des activités anthropiques sur la ressource en eau. L'extraction du gravier augmente les risques de contamination de l'eau souterraine et peut affecter le niveau piézométrique (Hatva, 1994). Les travaux de Seppälä (1999) ont montré que les infrastructures routières utilisent préférentiellement les formations fluvioglaciales étant donné leur bon drainage. Cette utilisation peut devenir dommageable pour les eaux souterraines sous-jacentes, notamment lors du salage pendant l'hiver. Une étude sur les effets du coupage de bois sur la quantité et la qualité des eaux souterraines a été effectuée pour le contexte finlandais (Rusanen *et al.*, 2004). Les résultats n'ont pas permis de constater des impacts significatifs dus à une coupe sur plusieurs des composantes hydrochimiques de l'eau. Toutes ces activités sont présentes sur les eskers abitibiens, justifiant ainsi l'importance de développer des activités de recherche sur ces milieux.

Au nord de l'Irlande, un inventaire des réserves en dépôts granulaires a été réalisé (Knight *et al.*, 1999). Dans cette région, les dépôts fluvioglaciers recouvrent entre 3 et 4 % du territoire et la réserve en sables et graviers se situerait entre 2 400 et 14 675 millions de tonnes. Cette étude a montré qu'il existe une grande variabilité dans le volume et dans les caractéristiques des matériaux extraits d'un esker par rapport à ceux d'un complexe deltaïque.

En Amérique du Nord, les études sur le sujet sont beaucoup moins avancées. Quelques-unes d'entre elles se sont intéressées à la quantité de la réserve granulaire pour une région donnée (Bliss, 1998; Sutphin, 2002). Dans ces études, on estime le volume en agrégats par l'entremise des systèmes d'informations géographiques. Toutefois, la superficie des zones étudiées est restreinte si on la compare à celle de l'Abitibi-Témiscamingue. Ces secteurs possèdent beaucoup de données de forages et de nombreux milieux habités, ce qui permet une meilleure connaissance de la profondeur du roc. En ce qui concerne l'hydrogéologie dans les formations granulaires, quelques études sur de petits secteurs ont été réalisées. Aux États-Unis, des études sur l'écoulement d'eau souterraine dans des aquifères granulaires ont été réalisées par des chercheurs de l'USGS (United States Geological Survey) dans le secteur de Grand Rapids au Minnesota (Jones, 2004) et à Marathon dans l'état de New York (Miller,

2000). Au Canada, un modèle géologique 3D de la Moraine de Oak ridge (Ontario) a démontré l'utilité de telles études pour les recherches en hydrogéologie (Sharpe *et al.*, 2007). La modélisation de l'architecture géologique d'un segment de l'esker Saint-Mathieu-Berry a aussi été réalisée pour modéliser l'écoulement de l'eau souterraine dans un esker abitibien (Bolduc *et al.*, 2005; Riverin, 2006). Toutefois, l'utilisation de ces études ne permet pas d'obtenir une idée régionale de la ressource. Au Québec, les études hydrogéologiques dans la MRC de Portneuf (Murat *et al.*, 2000) et dans le bassin versant de la rivière Châteauguay (Côté *et al.*, 2006) sont des exemples d'études réalisées à une échelle régionale.

Inspiré par les travaux déjà réalisés en Scandinavie, le présent projet vise à fournir les bases géoscientifiques nécessaires à une saine gestion des eskers et de l'eau souterraine en Abitibi-Témiscamingue.