

obv Richelieu / Saint-Laurent

COVABAR



www.covabar.qc.ca

Plan directeur de l'eau

**Bassin versant de la rivière Richelieu et
de la zone Saint-Laurent**

Portrait

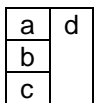
Coordination : Marcel Comiré, géographe
Chantale Chatelain, géographe, M. Env.

Recherche, rédaction

et cartographie : Anaïs Gasse, biologiste, M. Sc.
Céline Bourlette, stagiaire
César Largaespada, biologiste
Chantale Chatelain, géographe, M. Env.
Christine Dumouchel, biologiste, M. Env
Cynthia Corbeil, biologiste
Émilie Lapalme, biologiste
Émilie Lenormand, stagiaire
Fanny Bourassin, stagiaire
Isabelle Cognac, M.Sc. environnement et développement durable
Jean-Sylvain Brochu
Julien Belvisi, géographe
Laurent Savard, géographe
Marc-Olivier Lefebvre, géographe
Marie-Claude Duchesne, biologiste, M.Sc. biogéosciences de l'environnement
Maryline Corbion, stagiaire
Nicolas Detaille, bac en sciences de la santé, M. Env.
Nolween Etrillard, stagiaire, M-environnement-droit

Réviser interne : Michel Sainte-Marie, vice-président à la ressource eau

Photos de la page couverture



a Îles Jeannotte et aux Cerfs © Claude Duchaine, Air Imex
b Refuge faunique Pierre-Étienne Fortin © COVABAR
c Rivière Richelieu en hiver © COVABAR
d Rive du fleuve Saint-Laurent © COVABAR

Référence à citer :

COVABAR, 2015. Plan directeur de l'eau - Portrait du bassin versant de la Rivière Richelieu et de la zone Saint-Laurent, août 2015. Beloeil.

Table des matières

Acronymes.....	vi
A. Le territoire	1
A.1 Panorama général du territoire.....	1
A.1.1 Contexte régional.....	1
A.1.1.1 Bassin versant de la rivière Richelieu.....	2
A.1.1.2 Zone Saint-Laurent.....	2
A.2 Bassin versant de la rivière Richelieu.....	6
A.2.1 Aperçu de l'organisation spatiale du bassin versant.....	6
A.2.1.1 L'occupation du sol du bassin versant de la rivière Richelieu.....	6
A.2.1.2 L'organisation territoriale du bassin versant de la rivière Richelieu.....	8
A.2.2 Historique du peuplement.....	10
A.2.2.1 Les Amérindiens.....	10
A.2.2.2 L'arrivée des premiers Français.....	11
A.2.2.3 Les invasions britanniques et américaines.....	14
A.2.2.4 L'économie.....	16
A.2.2.4.1 L'agriculture.....	17
A.2.2.4.2 L'industrialisation.....	17
A.2.3 Milieu physique.....	18
A.2.3.1 Géologie du bassin versant de la rivière Richelieu.....	18
A.2.3.1.1 Les Montérégiennes.....	18
A.2.3.1.2 Topographie du bassin versant de la rivière Richelieu.....	20
A.2.3.2 Dépôts de surface du bassin versant de la rivière Richelieu.....	22
A.2.3.3 Les sols du bassin versant de la rivière Richelieu.....	24
A.2.4 Aperçu climatique.....	27
A.2.4.1 Climatologie régionale.....	27
A.2.4.2 Climatologie locale.....	27
A.2.5 Contexte socio-économique.....	28
A.2.5.1 Répartition de la population du bassin versant de la rivière Richelieu.....	28
A.2.5.2 Évolution de la population du bassin versant de la rivière Richelieu.....	30
A.2.6 La portion américaine du bassin versant de la rivière Richelieu.....	30
A.2.6.1 L'occupation du territoire.....	30
A.2.6.2 Le bassin du lac Champlain.....	32
A.3 Zone Saint-Laurent.....	34
A.3.1 Aperçu de l'organisation spatiale de la zone Saint-Laurent.....	34
A.3.1.1 L'occupation du sol de la zone Saint-Laurent.....	34
A.3.2 Milieu physique.....	35
A.3.2.1 Géologie.....	35
A.3.2.2 Topographie de la zone Saint-Laurent.....	35
A.3.3 Climatologie régionale.....	39
A.3.4 Répartition de la population de la zone Saint-Laurent.....	40
A.4 ANNEXES.....	42
Annexe A.1 Municipalités du bassin versant de la rivière Richelieu, population incluse dans le territoire et densité d'occupation du sol.....	42
B. L'eau.....	45
B.1 Hydrographie.....	45
B.1.1 Bassin versant de la rivière Richelieu.....	45
B.1.1.1 La rivière Richelieu et ses principaux tributaires.....	45
B.1.1.2 Les plans d'eau du bassin versant.....	48
B.2 Zone Saint-Laurent.....	49
B.2.1 Les plans d'eau.....	49
B.3 Aperçu hydrologique.....	52
B.4 Qualité des eaux de surface.....	52
B.4.1 Les facteurs qui influencent la qualité de l'eau sur le territoire.....	53
B.4.1.1 Source des contaminants.....	53

B.4.1.2 Types de pollution	53
B.4.2 Les données disponibles	55
B.4.2.1 L'indice de qualité biologique et physicochimique (IQBP)	57
B.4.3 Bassin versant de la rivière Richelieu	57
B.4.3.1 Résultats IQBP pour 2011-2013	57
B.4.3.2 Dépassements IQBP 2011-2013	58
B.4.3.3 Données historiques de l'IQBP (1988 à 1990).....	59
B.4.3.4 Retour sur les stations d'IQBP	60
B.4.4 Zone St-Laurent	61
B.4.5 Tendances IQBP de 2002 à 2011	61
B.4.6 Autres résultats	62
B.4.7 Produits pharmaceutiques et de soins personnels et hormones.....	67
B.4.8 Pesticides.....	68
B.5 Les cyanobactéries.....	71
B.6 Les eaux souterraines	72
B.6.1 Définition	72
B.6.2 État des connaissances	72
B.6.3 La contamination des eaux souterraines liée aux activités agricoles.....	76
B.6.4 Usage des ressources en eau souterraine	77
B.7 Annexes.....	79
Annexe B.1 Données relatives aux stations d'IQBP du bassin versant de la rivière Richelieu	79
Annexe B.2 Concentrations de pesticides dans la rivière L'Acadie en 2013 (µg/l).....	81
Annexe B.3 IQBP de la rivière aux Pins.....	82
C. Les usages.....	83
C.1 Les usages : notions	83
C.2 Affectation du territoire	83
C.3 Usage de l'eau potable.....	83
C.3.1 Stratégie québécoise d'économie d'eau potable.....	83
C.3.2 Approvisionnement en eau	86
C.3.2.1 Type d'approvisionnement.....	86
C.3.2.2 Réseaux de distribution.....	89
C.3.3 Consommation de l'eau potable sur le territoire	94
C.3.4 Pertes d'eau dues aux fuites	97
C.3.5 Qualité de l'eau potable	100
C.3.5.1 Réseaux de distribution.....	100
C.3.5.2 Puits individuels et réseaux alimentés par l'eau souterraine	102
C.4 Eaux usées.....	102
C.5 Les effluents urbains	106
C.5.1 Définition	106
C.5.2 Impact des eaux de ruissellement	107
C.5.3 Changements physiques des eaux réceptrices.....	107
C.5.3.1 Élévation de la température	107
C.5.3.2 Augmentation du débit d'eau	108
C.5.3.3 Contamination bactériologique et chlore.....	108
C.5.3.4 Dégradation de l'esthétisme.....	108
C.6 Loisirs et tourisme	108
C.6.1 Le manque d'accès publics à l'eau.....	108
C.6.2 La navigation de plaisance	111
C.6.2.1 Rivière Richelieu	111
C.6.2.2 Fleuve Saint-Laurent.....	111
C.6.3 Les conflits liés à la navigation de plaisance.....	112
C.6.4 La baignade (sites et qualité des eaux de baignade).....	114
C.6.5 La fermeture de plages.....	115
C.6.6 La plongée (archéologie sous-marine)	116
C.6.7 L'impact de la turbidité de l'eau sur certaines activités	116
C.6.8 Les campings.....	116
C.6.9 Les golfs.....	116
C.6.9.1 Bassin versant de la rivière Richelieu	116

C.6.9.2 Zone Saint-Laurent	117
C.6.10 Les pistes cyclables	117
C.6.11 Les sentiers de randonnées	117
C.6.12 Les sports d'hiver.....	120
C.6.13 L'agrotourisme	120
C.6.14 Lieux et événements culturels	120
C.7 La santé environnementale	122
C.7.1 Les répercussions de la pollution de l'eau sur la santé publique	122
C.8 La pêche et la chasse	123
C.8.1 La pêche	123
C.8.2 La pêche commerciale.....	123
C.8.3 La pêche sportive	123
C.8.4 La chasse.....	126
C.9 L'exploitation forestière	127
C.10 Les activités industrielles.....	127
C.10.1 Industries par MRC.....	128
C.10.2 Les rejets municipaux	129
C.10.3 Les rejets industriels	130
C.10.4 Inventaire national des rejets polluants (INRP)	133
C.10.5 Les sites contaminés par les industries	138
C.10.5.1 Sites des eaux souterraines contaminées	138
C.10.5.2 Site des sols contaminés	138
C.10.6 L'exploitation des gaz de schiste.....	138
C.10.7 L'exploitation des ressources minières.....	142
C.10.7.1 Sources potentielles de contamination de l'eau	142
C.10.8 Les barrages	144
C.11 Le transport	147
C.12 Site d'enfouissement	147
C.13 Annexe	148
Annexe C.1 Les usines de traitement des eaux.....	148
D. Les risques naturels	149
D.1 Les risques naturels : Inondations.....	149
D.1.1 Bassin versant de la rivière Richelieu.....	149
D.1.1.1 Historique des inondations.....	149
D.1.1.2 Portrait des inondations 2011	150
D.1.1.3 Les impacts de l'inondation 2011	153
D.1.2 Zone Saint-Laurent.....	157
D.1.2.1 Historique des inondations dans la zone Saint-Laurent	157
D.1.3 Zones à risque d'inondation.....	157
D.1.4 Mesures de prévention lors des inondations.....	159
D.2 Les glissements de terrain	160
E. Le milieu agricole	161
E.1 Le potentiel agricole	161
E.2 L'évolution des usages agricoles à travers le temps.....	161
E.3 La production agricole	162
E.3.1 La production végétale pour le territoire	162
E.3.2 La production animale dans le bassin versant de la rivière Richelieu et la zone Saint-Laurent	163
E.3.3 L'agriculture biologique	168
E.4 La gestion des fertilisants et des pesticides	169
E.4.1 Fertilisants et amendements.....	169
E.4.2 Pesticides.....	171
E.5 L'érosion des sols agraires.....	173
E.6 La cohabitation entre les territoires urbains et agricoles.....	176
E.6.1 Le mitage du territoire agricole par l'urbanisation.....	176
E.6.2 Les problèmes de cohabitation entre les gens du milieu agricole et du milieu urbain	176
E.7 Annexe.....	180
Annexe E.1 Superficies totales et agricoles des sous-bassins du bassin versant de la rivière Richelieu et des bassins de la zone Saint-Laurent	180

F. Le milieu biologique	184
F.1 Les milieux naturels du bassin versant de la rivière Richelieu	184
F.1.1 Description des principaux milieux naturels observés dans le bassin versant	184
F.1.2 La disparition des habitats naturels	184
F.1.2.1 Nature, localisation et ampleur	184
F.1.3 La situation dans le bassin versant.....	185
F.1.3.1 L'indice diatomées de l'est du Canada (IDEC).....	185
F.1.3.2 L'indice de santé du benthos (ISB)	189
F.1.3.2 Sensibilisation du public et des utilisateurs du milieu	190
F.1.3.3 Les aires protégées	190
F.2 La Flore.....	192
F.2.1 Aperçu général de la flore	192
F.2.2 Espèces floristiques menacées, vulnérables ou susceptibles d'être désignées menacées.....	193
F.3 La faune	197
F.3.1 Les mammifères.....	197
F.3.2 Les oiseaux	198
F.3.3 Les poissons	200
F.3.4 Herpétofaune.....	203
F.3.5 Les insectes	205
F.4 Actions entreprises	206
F.4.1 Passes à poissons	206
F.4.2 Plans de rétablissement.....	206
F.5 Les espèces exotiques envahissantes	207
F.5.1 Qu'est-ce qu'une espèce exotique envahissante ?	207
F.5.2 Les espèces exotiques envahissantes du bassin versant et de la zone St-Laurent	207
F.6 Méthodes de contrôle	212
F.7 Annexes.....	214
Annexe F.1. Espèces fauniques susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables dans le bassin versant de la rivière Richelieu et dans la zone Saint-Laurent. Le X représente la présence de l'espèce dans la zone.....	214
Annexe F.2. Listes des espèces floristiques du territoire susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables.	215
G. Les milieux humides	218
G.1 Les milieux humides : définition et rôles	218
G.2 État des connaissances sur les milieux humides.....	220
G.3 Les milieux humides du bassin versant de la rivière Richelieu.....	220
G.4 Disparition des milieux humides du bassin versant	223
G.5 Aperçu de certains sites du bassin versant	224
G.5.1 Rivière du Sud	224
G.5.2 Réserve écologique Marcel-Raymond	225
G.5.3 Pointe du Gouvernement.....	225
G.6 Zone Saint-Laurent	225
G.6.1 État des connaissances.....	225
G.6.2 Disparition des milieux humides de la zone Saint-Laurent	228
G.7 Protection et conservation des milieux humides.....	228
H. Les bandes riveraines	230
H.1 Les bandes riveraines : Définition	230
H.2 Les bandes riveraines : Rôles et fonctions	232
H.3 Les bandes riveraines du bassin versant de la rivière Richelieu	233
H.3.1 Milieu urbain.....	233
H.3.2 Milieu agricole.....	233
H.3.3 Disparition des bandes riveraines en milieu agricole	234
H.4 Privatisation et artificialisation des rives du bassin versant de la rivière Richelieu.....	236
H.5 Problèmes associés à l'érosion des rives du bassin versant de la rivière Richelieu	237
H.6 Actions entreprises sur le territoire.....	238
H.7 Les bandes riveraines de la zone Saint-Laurent.....	240
H.7.1 Secteurs ZIP Ville-Marie et ZIP Jacques-Cartier (municipalités de Brossard, Saint-Lambert, Longueuil et Boucherville)	240

H.7.2 ZIP des Seigneuries (municipalités de Varennes, Verchères, Contreccœur).....	241
H.7.3 Érosion des bandes riveraines	242
H.8 Annexe	245
Annexe H.1 Études de caractérisation de la bande riveraine réalisées en partenariat par le COVABAR dans le bassin versant de la rivière Richelieu.....	245
I. La forêt.....	247
I. 1 Les forêts du bassin versant de la rivière Richelieu	247
I.1.1 La fonction primordiale de la forêt.....	247
I.1.2 Le domaine de l'érablière à caryer	247
I.1.3 Typologie des forêts du bassin versant.....	248
I.1.4 Les écosystèmes forestiers exceptionnels.....	252
I.2 La forêt du bassin versant : un espace en péril	252
I.2.1 La disparition des espaces boisés	252
I.2.2 La diminution de la biodiversité.....	253
I.3 Les forêts de la zone Saint-Laurent.....	254
I.3.1. Le boisé de Verchères	254
I.3.2. Le boisé de Contreccœur.....	254
I.3.3. Le boisé du Tremblay.....	255
I.4 Les corridors forestiers	258
I.5 Annexe	261
Annexe I.1. Bilan des pertes de superficie forestière pour les MRC de la région administrative de la Montérégie entre 2004 et 2009	261
Médiagraphie	262

Acronymes

ACIA	Agence canadienne d'inspection des aliments
AFM	Agence forestière de la Montérégie
AMQ	Association maritime du Québec
ARLA	Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire
AZM	Azinphos-méthyl
BDCA	Base de données de culture assurée
BP	Before Present
BPC	Biphényle polychloré
BQMA	Banque de données sur la qualité du milieu aquatique
B.t.k.	<i>Bacillus thuringiensis Berliner var. kurstaki</i>
CaCl ₂	Chlorure de calcium
c.-à-d.	C'est-à-dire
CARTV	Conseil des appellations réservées et des termes valorisant
CCAE	Clubs-conseils en agroenvironnement
CDAQ	Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec
CDPNQ	Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec
CEHQ	Centre d'expertise hydrique du Québec
CF	Coliformes fécaux
CHLAT	Chlorophylle α totale
CIC	Canards Illimités Canada
CLD	Centres Locaux de Développement
CMI	Commission mixte internationale
CNC	Conservation de la Nature Canada
CNMSH	Centre de la Nature du Mont Saint-Hilaire
COSEPAC	Comité sur la situation des espèces en péril au Canada
COT	Carbone organique total
COV	Composés organiques volatils
COVABAR	Comité de concertation et de valorisation du bassin versant de la rivière Richelieu.
CPTAQ	Commission de protection du territoire agricole
CQEEE	Conseil québécois des espèces exotiques envahissantes
CRAAQ	Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec
CRÉ	Conseil régional de comté
CRRNT	Commission régionale sur les ressources naturelles et le territoire
DBO	Demande biologique en oxygène
DDT	Dichlorodiphényltrichloroéthane
EEE	Espèce exotique envahissante
EES	Évaluation environnementale stratégique
EFE	Écosystème forestier exceptionnel
ESDMV	Espèces floristiques et fauniques désignées menacées, vulnérables ou susceptibles de l'être
GIEBV	Gestion intégrée de l'eau par bassin versant
GIRE	Gestion intégrée des ressources en eau
ha	Hectare
hab./km ²	Habitants par kilomètre carré
HAP	Hydrocarbure aromatique polycyclique
ICI	Secteur des industries, des commerces et des institutions
IDEC	Indice diatomées pour l'est du Canada
INRP	Inventaire national des rejets polluants
IQBP	Indice de qualité biologique et physicochimique

IQBR	Indice de qualité des bandes riveraines
IQHP	Indice de qualité de l'habitat du poisson
ISB	Indice de santé du benthos
ISBg	Indice de santé du benthos pour les cours d'eau à substrat grossier
ISBm	Indice de santé du benthos pour les cours d'eau à substrat meuble
KCl	Chlorure de potassium
LCBP	<i>Lake Champlain Basin Program</i>
LHE	Ligne des hautes eaux
LQE	<i>Loi sur la qualité de l'environnement</i>
MAMOT	Ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire
MAMROT	Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire
MAPAQ	Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
MDDEFP	Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs
MDDELCC	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
MDDEP	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs
MDT	Matières dissoutes totales
MES	Matières en suspension
MFFP	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
MgCl ₂	Chlorure de magnésium
MRC	Municipalité régionale de comté
MRNF	Ministère des Ressources naturelles et de la Faune
MERN	Ministère des Énergie et des Ressources naturelles
MTQ	Ministère des Transports du Québec
NaCl	Chlorure de sodium
NH ₃	Azote ammoniacal
NO _x	Nitrites-nitrates
OBV	Organisme de bassin versant
OD	Objectif de débordement
P ₂ O ₅	Pentoxyde de phosphore
PACES	Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines du Québec
PAEF	Plan agroenvironnemental en fertilisation
PBDE	Polybromodiphényléther
PPRLPI	<i>Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables</i>
PPSP	Produits pharmaceutiques et de soins personnels
PRRI	Programme de réduction des rejets industriels
P _{Tot}	Phosphore total
PVC	Polychlorure de vinyle
REA	<i>Règlement sur les exploitations agricoles</i>
SAD	Schéma d'aménagement et de développement
SCMHQ	Société de conservation des milieux humides du Québec
u.a.	Unité animale
UFC	Unités formant des colonies
UICN	Union nationale pour la conservation de la nature
UPA	Union des producteurs agricoles
UV	Rayons ultraviolets
ZIS	Zone d'intervention spéciale

A. Le territoire

A.1 Panorama général du territoire

A.1.1 Contexte régional

Le bassin versant de la rivière Richelieu est l'un des 33 bassins versants prioritaires initialement désignés par le ministère de l'Environnement du Québec lors de la mise en place de la gestion intégrée de l'eau par bassin versant, conformément à la *Politique nationale de l'eau* adoptée en 2002 (gouvernement du Québec, 2002). En 2009, un redécoupage du Québec méridional a été effectué en 40 zones de gestion intégrée de l'eau, le bassin versant de la rivière Richelieu figurant parmi celles-ci (carte A.1) (MDDEP, 2009). Ce redécoupage découle du Plan d'intervention sur les algues bleu-vert 2007-2017 et a pour objectif de prendre en considération tous les bassins versants dans les processus de connaissance, de protection et de gouvernance de l'eau (MDDEP, 2009). L'enjeu est de promouvoir une amélioration des connaissances afin de mieux agir.



Embouchure de la rivière Richelieu à Sorel-Tracy

Suite à ce redécoupage, le COVABAR a vu son territoire augmenter. Au territoire initial du bassin versant de la rivière Richelieu vient s'ajouter la zone Saint-Laurent. Cette zone comprend la bande terrestre longeant le fleuve Saint-Laurent entre les villes de Brossard et Saint-Joseph-de-Sorel, comprise entre la limite du bassin versant de la rivière Richelieu et le fleuve Saint-Laurent.

Carte A.1 Les 40 zones de gestion intégrée de l'eau du Québec méridional



A.1.1.1 Bassin versant de la rivière Richelieu

Le bassin versant de la rivière Richelieu est situé en Montérégie, à l'est de l'agglomération de Montréal, sur la Rive-Sud du fleuve Saint-Laurent. D'une superficie de 2 546 km², ce bassin correspond au territoire drainé par la rivière Richelieu entre l'exutoire du lac Champlain situé à la frontière américaine et son embouchure dans le fleuve Saint-Laurent. Le bassin de la rivière Yamaska et le bassin de la rivière Châteauguay constituent respectivement ses frontières est et ouest.

Ce territoire n'englobe en réalité qu'une partie (environ 10 %) de la totalité du bassin hydrographique de la rivière Richelieu (carte A.2). En effet, le bassin versant de la rivière Richelieu est un bassin binational qui s'étend sur près de 23 720 km principalement aux États-Unis (83 %) et constitue, de ce fait, le plus important tributaire de la Rive-Sud du fleuve Saint-Laurent. Le bassin hydrographique de la rivière Richelieu se divise en trois principaux secteurs. D'abord, le sous-bassin de la Baie Missisquoi qui couvre 1 315 km et draine les eaux des rivières Missisquoi, aux Brochets et de la Roche (OBV Baie Missisquoi). Ensuite, ces eaux s'écoulent dans le lac Champlain, lequel draine un territoire de 19 925 km localisé dans les États de New York et du Vermont (CEHQ, 2004). Enfin, la rivière Richelieu achemine les eaux du lac Champlain vers le fleuve Saint-Laurent sur près de 124 km.

A.1.1.2 Zone Saint-Laurent

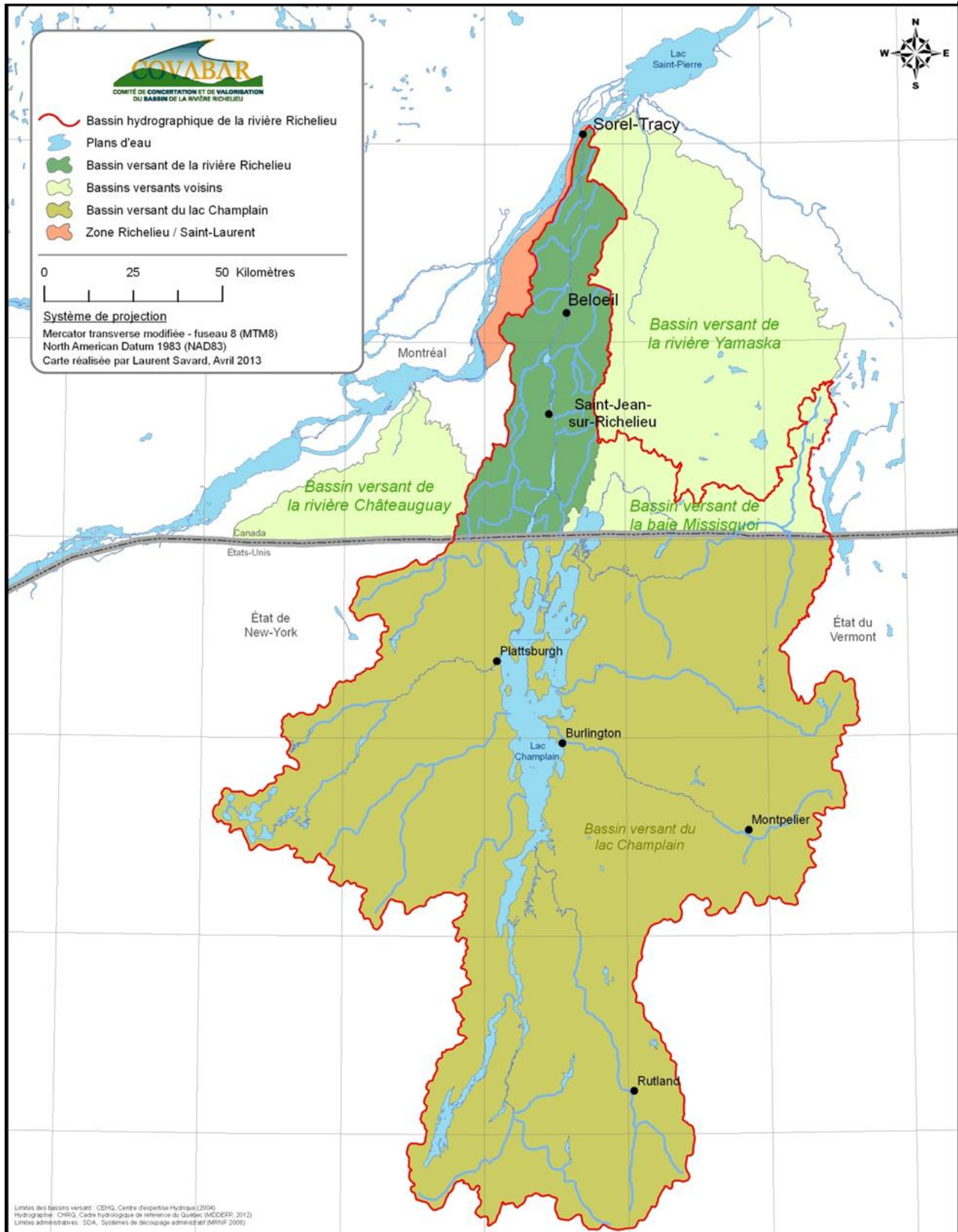
La zone Saint-Laurent est délimitée au nord par le confluent de la rivière Richelieu et du fleuve Saint-Laurent, à l'est par la limite du bassin versant de la rivière Richelieu, au sud par la limite du bassin versant de la rivière Saint-Jacques (traversant les municipalités de Brossard et Longueuil) et à l'ouest par la rive du fleuve Saint-Laurent (carte A.3). Cette zone a une superficie de 327 km². Lorsque les îles appartenant aux municipalités riveraines sont incluses, ce territoire augmente à 351 km.

Sur ce territoire, cinq bassins versants sont délimités par le Centre d'expertise hydrique du Québec (carte A.4) :

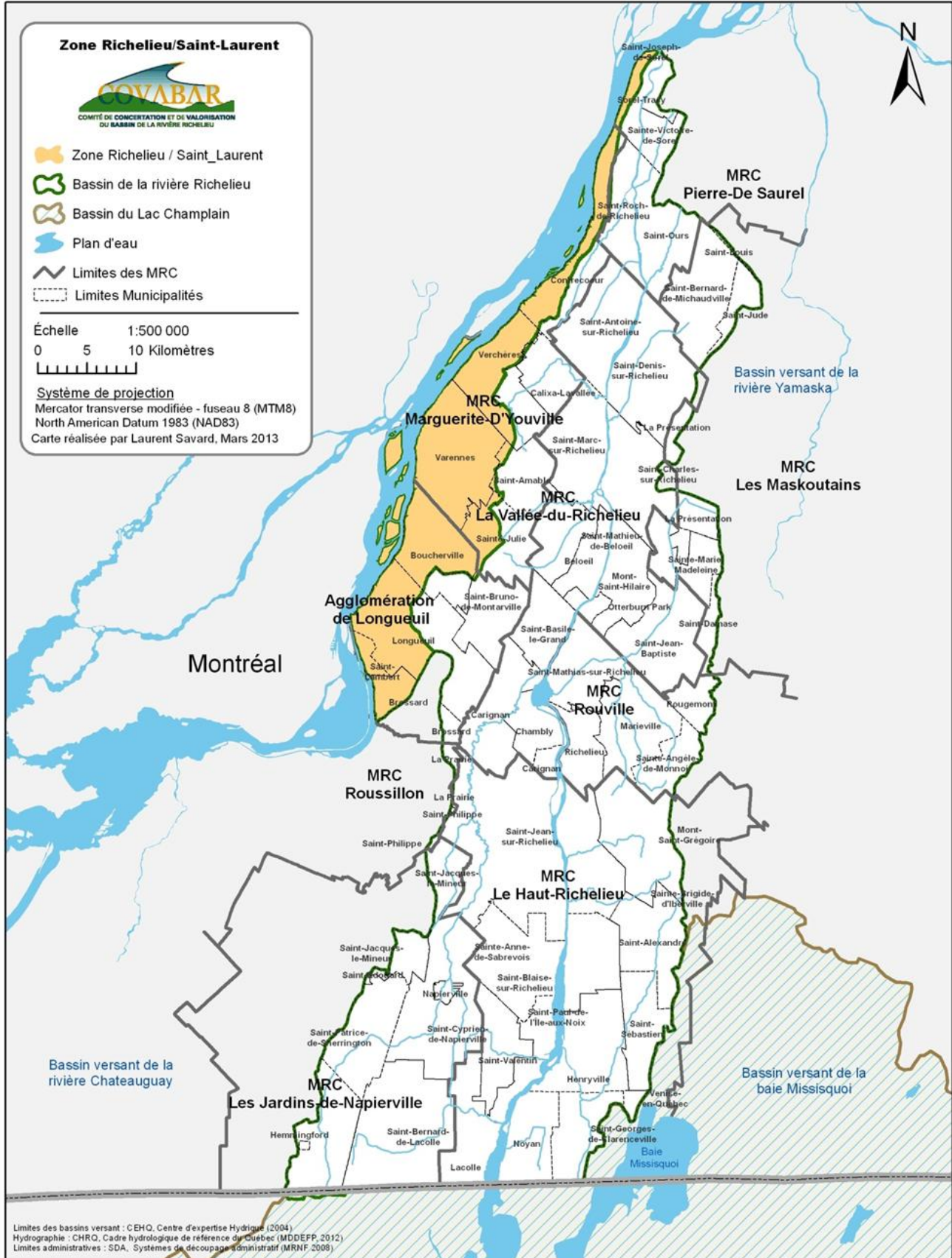
- Bassin versant de la rivière Sabrevois (21 km²)
- Bassin versant de la rivière aux Pins (19 km²)
- Bassin versant de la rivière Saint-Charles (88 km²)
- Bassin versant de la rivière Notre-Dame (21 km²)
- Bassin versant de la rivière Jarret (14 km²)

Deux zones résiduelles, c'est-à-dire dont les limites de bassin versant ne sont pas déterminées, sont également présentes. L'une, située au sud, se trouve en milieu urbain, alors que l'autre est située dans la partie nord de la zone Saint-Laurent et regroupe des terres agricoles, des milieux naturels et une section urbaine dans sa partie la plus septentrionale.

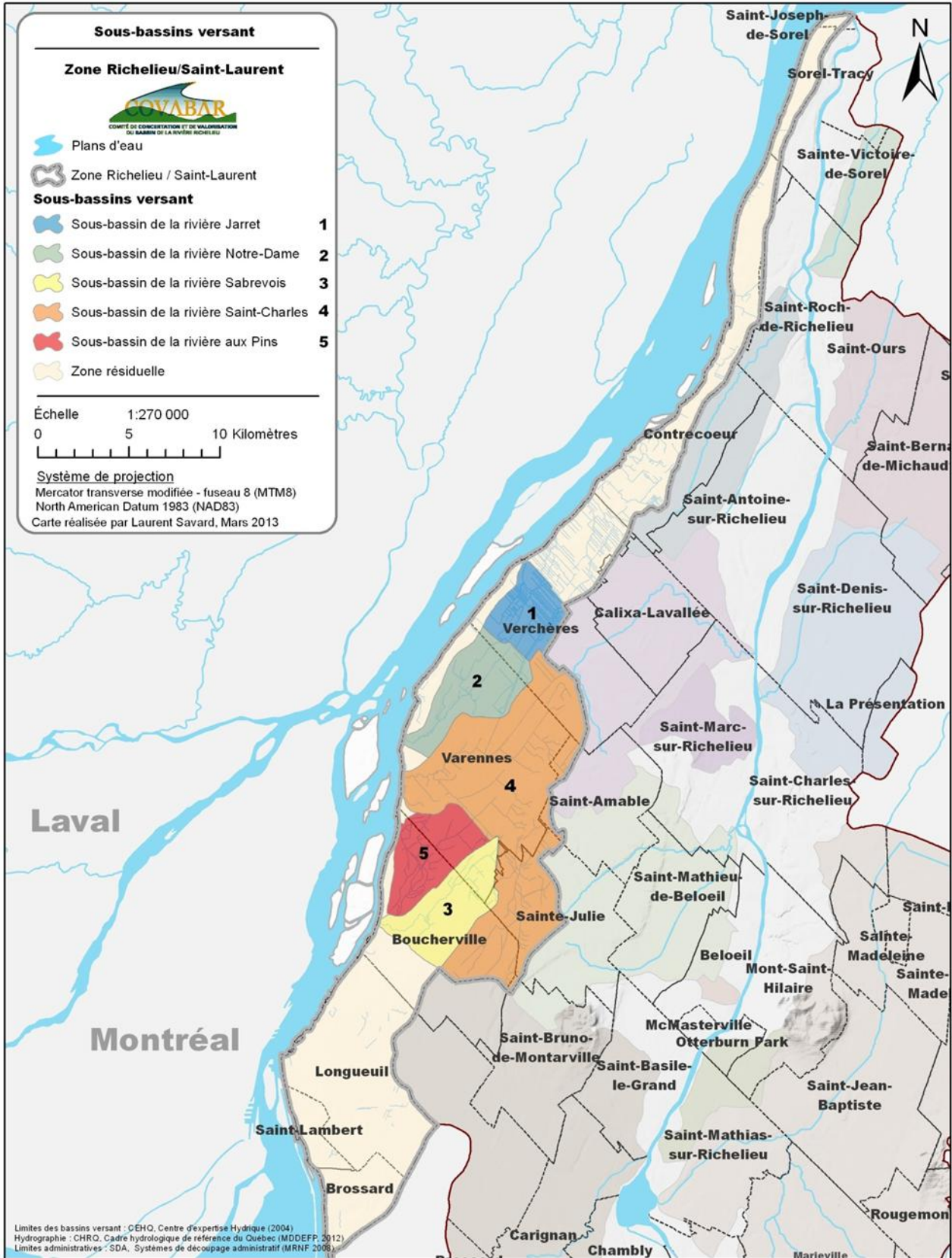
Carte A.2 Le bassin hydrographique de la rivière Richelieu



Carte A.3 Délimitations de la nouvelle zone Saint-Laurent



Carte A.4 Limites des bassins versants présents dans la nouvelle zone Saint-Laurent



A.2 Bassin versant de la rivière Richelieu

A.2.1 Aperçu de l'organisation spatiale du bassin versant

A.2.1.1 L'occupation du sol du bassin versant de la rivière Richelieu

Comme il est possible de le constater au tableau A.1, l'agriculture est prédominante dans le bassin versant et occupe près de 70 % du territoire. Le bassin versant soutient pourtant une population importante, majoritairement localisée le long de la rivière Richelieu et le long des routes 116 et 112. Cette population est concentrée autour de cinq pôles d'urbanisation principaux : Sorel-Tracy, Chambly, Saint-Jean-sur-Richelieu, Saint-Bruno-de-Montarville et la conurbation de Belœil, Otterburn Park, Mont-Saint-Hilaire et McMasterville. Le réseau routier s'étend de manière relativement homogène au sein du bassin versant. Notons que plusieurs axes routiers majeurs le traversent. Les autoroutes 10 et 20 et la route 116 dans un axe est-ouest, ainsi que les autoroutes 30 et 35 dans un axe nord-sud. Dispersées sur l'ensemble du territoire, les zones forestières en représentent moins de 16 %. Enfin, seulement 2,44 % du territoire est recouvert d'eau et 2,36 % de milieux humides.

Tableau A.1 Les principales composantes de l'occupation du territoire du bassin versant en 2012

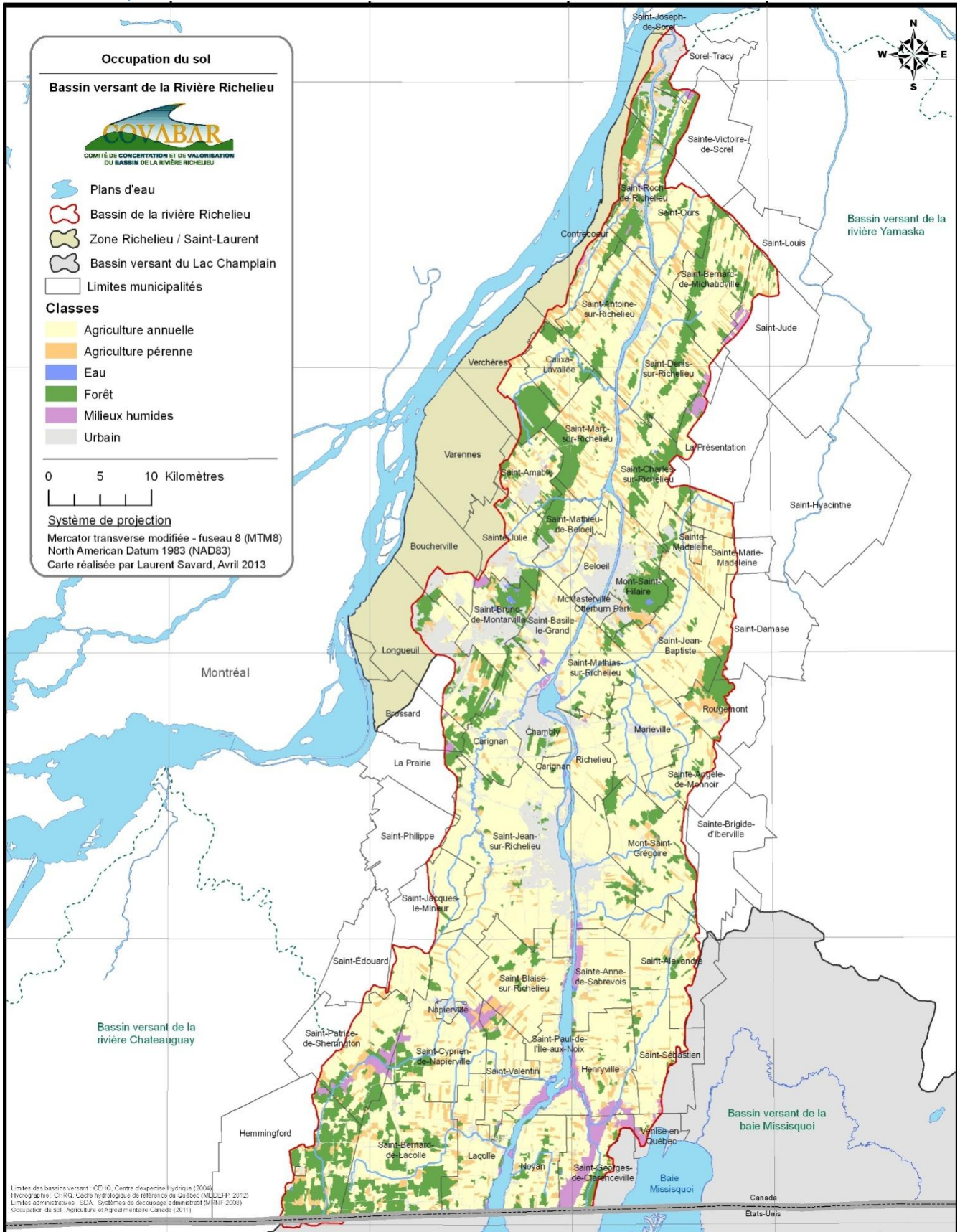
Types de milieux	Superficies (km)	Proportions du territoire
Urbain	263	10,3 %
Milieux humides	60	2,4 %
Forêt	387	15,2 %
Eau	62	2,4 %
Agriculture	1 774	69,6 %
Total	2546	100 %

Adapté d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2011



Paysage du bassin versant de la rivière Richelieu

Carte A.5 L'occupation du sol du bassin versant en 2012



A.2.1.2 L'organisation territoriale du bassin versant de la rivière Richelieu

Le bassin versant de la rivière Richelieu inclut en totalité ou partiellement huit municipalités régionales de comté (MRC) et des villes hors MRC. Un total de 65 municipalités sont incluses en partie ou en totalité dans le bassin versant (tableau A.2).

Tableau A.2 Superficie des MRC et des municipalités dans le bassin versant

MRC	Municipalités	Superficie (km)	Taux d'inclusion dans le bassin versant (%)	Superficie incluse dans le bassin versant (km)	Pourcentage de la superficie du bassin versant (%)
Des Maskoutains	La Présentation	94,7	25,35	24,01	0,94
	Saint-Bernard-de-Michaudville	65,84	97,63	64,28	2,53
	Saint-Damase	80,69	15,00	12,10	0,48
	Sainte-Madeleine	5,34	100,00	5,34	0,21
	Sainte-Marie-Madeleine	49,76	75,54	37,59	1,48
	Saint-Hyacinthe	191,28	0,10	0,19	0,01
	Saint-Jude	77,81	21,19	16,49	0,65
	Saint-Louis	48,4	2,75	1,33	0,05
La Vallée-du-Richelieu	Belœil	25,49	100,00	25,49	1,00
	Carignan	65,07	100,00	65,07	2,56
	Chambly	27,53	100,00	27,53	1,07
	McMasterville	3,38	100,00	3,38	0,13
	Mont-Saint-Hilaire	45,38	100,00	45,38	1,78
	Otterburn Park	5,7	100,00	5,7	0,22
	Saint-Antoine-sur-Richelieu	67,88	100,00	67,88	2,67
	Saint-Basile-le-Grand	36,84	100,00	36,84	1,45
	Saint-Charles-sur-Richelieu	66,54	92,95	61,72	2,42
	Saint-Denis-sur-Richelieu	86,28	96,22	82,98	3,26
	Saint-Jean-Baptiste	72,88	100,00	72,88	2,85
	Saint-Marc-sur-Richelieu	62,32	100,00	62,32	2,45
	Saint-Mathieu-de-Belœil	39,31	100,00	39,31	1,54
Le Haut-Richelieu	Henryville	69,28	100,00	69,28	2,72
	Lacolle	53,32	100,00	53,32	2,09
	Mont-Saint-Grégoire	81,16	94,87	77,00	3,02
	Noyan	49,76	100,00	49,76	1,95
	Saint-Alexandre	75,99	75,79	57,59	2,26
	Saint-Blaise-sur-Richelieu	71,98	100,00	71,98	2,83
	Sainte-Anne-de-Sabrevois	48,42	100,00	48,42	1,90
	Sainte-Brigide-d'Iberville	70,69	0,17	0,12	0,00
	Saint-Georges-de-Clarenceville	81,37	52,51	42,72	1,68
	Saint-Jean-sur-Richelieu	233,74	99,83	233,74	9,16
	Saint-Paul-de-l'île-aux-Noix	37,23	100,00	37,235	1,46
	Saint-Sébastien	63,72	66,41	42,33	1,66
	Saint-Valentin	39,36	100,00	39,36	1,55
	Venise-en-Québec	20,21	22,81	4,61	0,18

MRC	Municipalités	Superficie (km)	Taux d'inclusion dans le bassin versant (%)	Superficie incluse dans le bassin versant (km)	Pourcentage de la superficie du bassin versant (%)
Les Jardins-de-Napierville	Hemmingford village	0,91	100,00	0,91	0,04
	Hemmingford canton	157,48	37,57	59,85	2,32
	Napierville	4,49	100,01	4,49	0,18
	Saint-Édouard	52,51	3,74	1,96	0,08
	Saint-Bernard-de-Lacolle	113,42	100,00	113,42	4,45
	Saint-Cyprien-de-Napierville	97,91	99,99	97,91	3,85
	Saint-Jacques-le-Mineur	67,68	58,18	39,25	1,55
	Saint-Patrice-de-Sherrington	92,57	63,16	58,32	2,30
Marguerite-D'Youville	Calixa-Lavallée	32,72	98,84	32,34	1,27
	Contrecœur	87,63	24,02	21,04	0,83
	Saint-Amable	36,92	91,37	33,72	1,32
	Sainte-Julie	48,87	63,85	31,18	1,23
	Varenes	114,22	0,03	0,03	0,00
	Verchères	85,09	28,12	23,92	0,94
Pierre-De-Saurel	Sainte-Victoire-de-Sorel	76,29	23,83	18,23	0,72
	Saint-Joseph-de-Sorel	3,28	10,13	0,34	0,01
	Saint-Ours	60,96	89,21	54,32	2,13
	Saint-Roch-de-Richelieu	36,7	98,20	36,02	1,41
	Sorel-Tracy	66,64	34,52	22,98	0,90
Roussillon	La Prairie	54,66	7,36	4,02	0,16
	Saint-Philippe	61,89	2,59	1,60	0,06
Rouville	Marieville	62,71	100,00	62,71	2,46
	Richelieu	32,43	100,00	32,43	1,28
	Rougemont	44,39	43,22	19,08	0,75
	Sainte-Angèle-de-Monnoir	44,98	64,69	29,06	1,14
	Saint-Mathias-sur-Richelieu	50,01	100,00	50,01	1,97
Agglomération de Longueuil	Boucherville	80,92	16,97	13,73	0,54
	Brossard	51,12	12,15	6,32	0,25
	Longueuil	122,69	40,10	49,26	1,93
	Saint-Bruno-de-Montarville	43,18	99,30	42,87	1,68
Total		6009,10	-	2545,71	100

Adapté de CEHQ, 2004; SDA, 2008

A.2.2 Historique du peuplement

Jusqu'à la période industrielle et la construction d'un réseau de communication terrestre, la navigation était le moyen privilégié pour se déplacer dans le bassin versant. La position stratégique de la rivière Richelieu en a fait le second cours d'eau en importance de l'histoire du Québec, après le fleuve Saint-Laurent. Les premières populations du territoire du bassin versant de la rivière Richelieu se sont donc installées principalement sur les rives de celle-ci. Il est important, pour mieux comprendre la façon dont le bassin versant a progressivement été occupé par l'homme et ses activités, de bien saisir le rôle central de la rivière Richelieu au cours du temps (Filion *et coll.*, 2001).

A.2.2.1 Les Amérindiens

Le premier peuplement du bassin versant de la rivière Richelieu a eu lieu à la période de l'Archaïque laurentien (4 000 à 2 000 ans avant J.-C.). Cette période est caractérisée par une véritable occupation du territoire : camping saisonnier, construction de barrages pour la pêche, boucanage des peaux, confection d'outils, etc. La période suivante, l'Archaïque postlaurentien, chevauche celle de l'Archaïque laurentien. Même si elles se confondent sur 500 ans, il s'agit de deux traditions archéologiques bien distinctes.

Sites archéologiques amérindiens du bassin versant

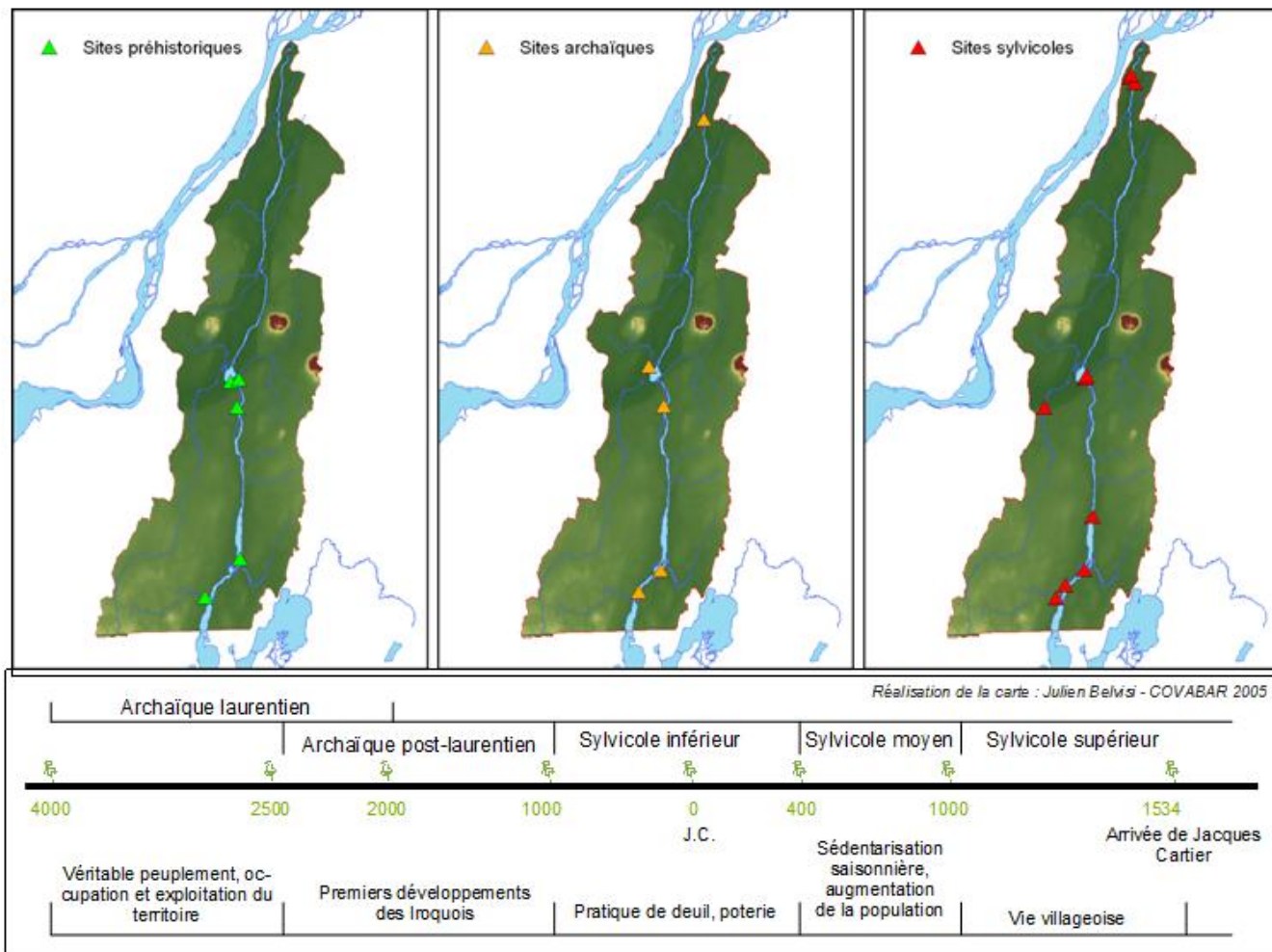
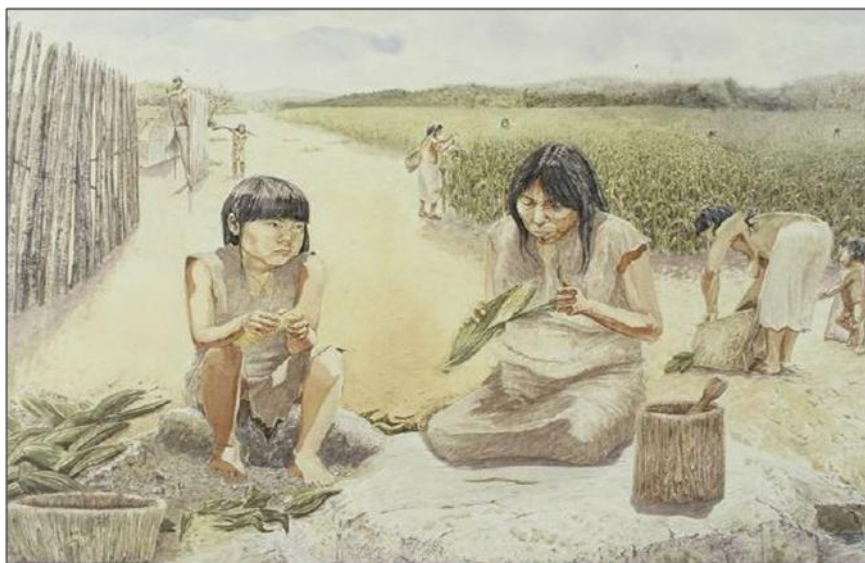


Figure adaptée de Filion *et coll.*, 2001

La période de l'Archaïque postlaurentien (2 500 ans à 1 000 ans avant J.-C.) est marquée par le développement préhistorique des populations aujourd'hui considérées comme les ancêtres des Iroquois. La chasse est le principal moyen de se nourrir et l'outillage de cette période est plus détaillé et plus stylisé que celui des Laurentiens. Jusqu'à vers l'an 1 000 après J.-C., les proto-Iroquois demeureront principalement des chasseurs de gibier, mais la pêche prendra graduellement une plus grande place.

Les Iroquois connaîtront entre l'an 1 000 avant J.-C. et 400 après J.-C. une période très dynamique connue comme le Sylvicole inférieur. Cette période est principalement marquée par l'intégration de la poterie, une forte croissance démographique et des conduites de deuils élaborées. La seconde tranche du Sylvicole, le Sylvicole moyen, connaît aussi de grandes transformations. Elle s'étend sur près de 15 siècles, de l'an 400 avant J.-C. à l'an 1 000 après J.-C. L'utilisation des mêmes endroits pour camper, l'innovation dans l'outillage (lithique et osseux) et des attitudes funéraires qui révèlent que la mort est devenue un voyage vers l'au-delà marquent cette longue période. Finalement, durant le Sylvicole supérieur, se manifestent les premières expériences agricoles, une sédentarisation plus importante, la présence de l'horticulture et la division des sexes dans le travail.

À cette époque, ce sont surtout les Iroquois qui peuplent les rives de la rivière Richelieu. Cependant, vers 1570, une guerre éclate entre les Iroquois et les Abénaquis. Les Iroquois furent forcés de s'établir plus au sud sur les rives du lac Champlain. À la suite de leur départ, les Abénaquis s'installèrent dans le bassin de la rivière Richelieu (Filion *et coll.*, 2001).



Culture du maïs par des Iroquois

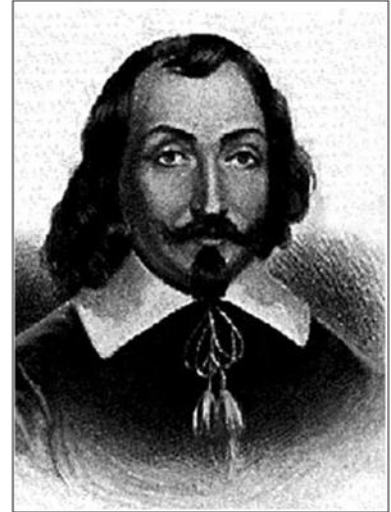
A.2.2.2 L'arrivée des premiers Français

Lors de ses voyages sur le fleuve Saint-Laurent (1534-1541), Jacques Cartier rencontre plusieurs villages iroquois aux emplacements des futures villes de Québec et de Montréal. Près de 70 ans plus tard, lorsque Samuel de Champlain explore la rivière Richelieu jusqu'aux rapides de Saint-Ours (1603), il n'y a plus aucune trace de vie humaine le long de la rivière Richelieu, probablement en raison des raids iroquois fréquents. À cette époque, la rivière avait d'ailleurs comme toponyme le nom de rivière des Iroquois (Filion *et coll.*, 2001). Au fil des ans et des cartographes, le Richelieu prendra également les noms de rivière de Sorel et de Chambly.

En 1609, Samuel de Champlain s'allie aux Montagnais, Hurons et Algonquins pour faire la guerre aux Iroquois. Ils remontent alors la rivière Richelieu jusqu'au lac Champlain (d'ailleurs, ce dernier sera le premier blanc à explorer). L'expédition est un succès, mais cette bataille est la première d'une guerre qui opposera les Iroquois et les Français jusqu'en 1701, menaçant ainsi la colonie et retardant son essor. Tout au long du 17^e siècle, les Iroquois poursuivront leurs incursions guerrières par la voie de la rivière Richelieu, mais en visant dorénavant les établissements français.

En 1635, le triangle circonscrit par les rives du Saint-Laurent, de Sorel à Montréal, et la rivière Richelieu jusqu'à Chambly, faisait partie d'une seule seigneurie appelée La Cité, laquelle était concédée à François de Lauzon de Liret. En 1665, pour protéger les colons français face à la menace iroquoise et pour assurer le commerce de la fourrure, le régiment Carignan-Salière est envoyé par Jean-Baptiste Colbert, ministre de Louis XIV. C'est grâce à ce régiment qu'aura lieu la construction de plusieurs forts le long du Richelieu (le fort Richelieu à Sorel-Tracy, le fort Saint-Louis à Chambly, le fort Sainte-Thérèse au nord de l'île du même nom, ainsi que les forts de Saint-Jean, à Saint-Jean-sur-Richelieu et de Sainte-Anne, sur l'île Lamothe [Vermont] à l'entrée du lac Champlain). Ce réseau de forts aménagés allait par la suite favoriser le transport de troupes et de marchandises sur la rivière (Filion *et coll.*, 2001).

En 1667, à la suite d'une expédition en territoire iroquois par le marquis de Tracy, un traité de paix est signé. Ce traité permettra à certains officiers et soldats de s'installer dans la région alors que les autres retournent en France. À partir de 1672, Louis XIV concède, par l'intermédiaire du premier intendant Jean Talon, des seigneuries relativement vastes, mais peu nombreuses, le long des rives du fleuve Saint-Laurent et de la rivière Richelieu. Ces terres (Sorel, Saint-Ours, Contrecoeur, Chambly), attribuées à d'anciens officiers du régiment de Carignan-Salière, sont découpées en immenses quadrilatères dont la base est perpendiculaire au fleuve Saint-Laurent. Il faudra attendre 1694 pour que six seigneuries supplémentaires (Saint-Denis, Saint-Charles, Rouville, Belœil, Cabanac et Cournoyer) soient concédées sur le cours d'eau de la rivière Richelieu entre Chambly et Saint-Ours (carte A.5).



Samuel de Champlain (1567-1635)

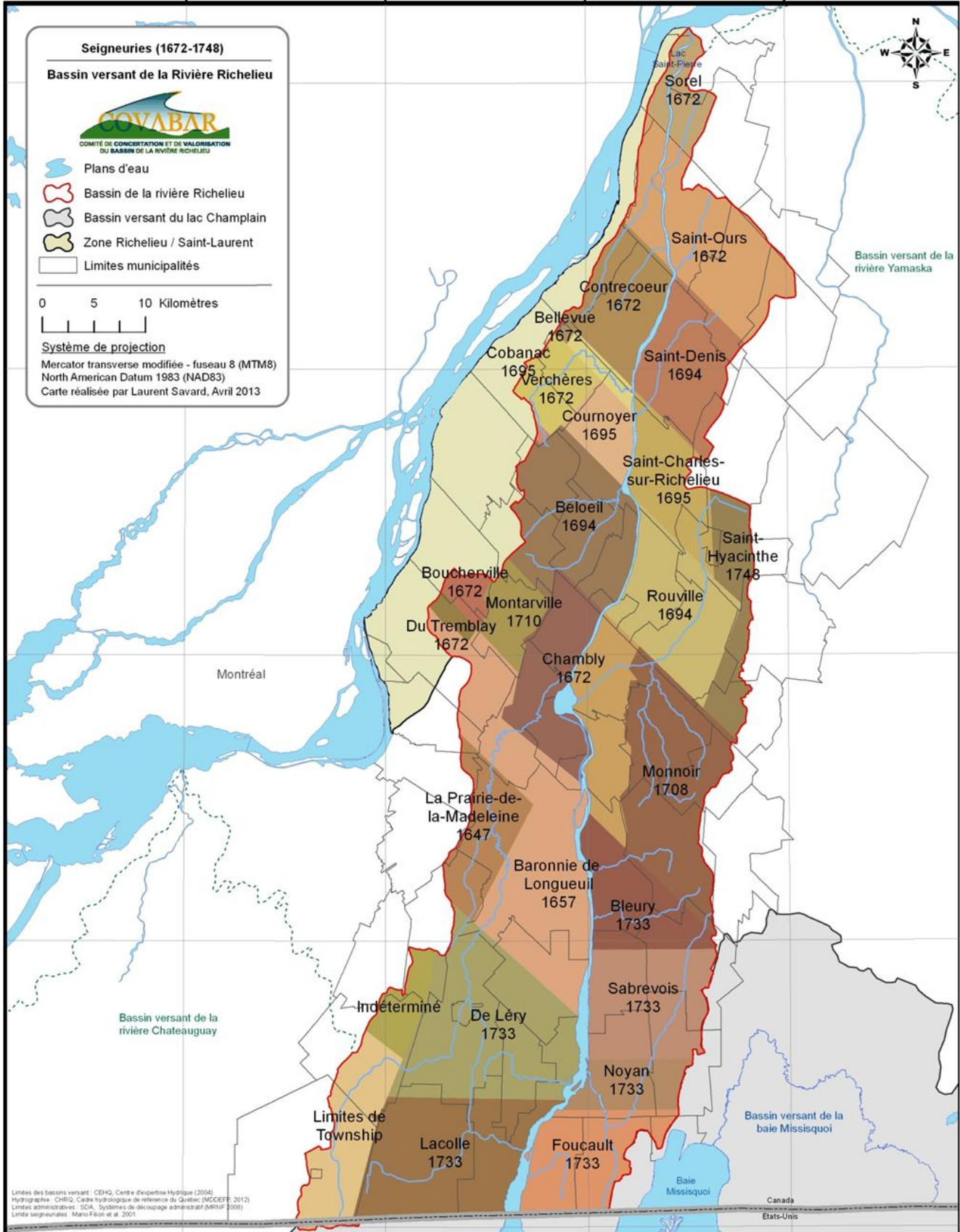
Source : Parcs Canada

Jusqu'à la fin de la suprématie française en Amérique, la rivière Richelieu prit de plus en plus d'importance. En effet, pour les Français, elle fut une route majeure pour l'accès à la Nouvelle-Angleterre et aux territoires iroquois. D'un autre côté, la rivière Richelieu joua un rôle important dans les stratégies militaires anglaises visant à envahir le Canada sur trois fronts, c'est-à-dire par le haut Saint-Laurent, le Richelieu et le golfe du Saint-Laurent.



Le fort de Chambly sur les rives de la rivière Richelieu

Carte A.5 Seigneuries le long de la rivière Richelieu (1672-1748)



A.2.2.3 Les invasions britanniques et américaines

Le règne de Louis XIV (1643-1715) sera empreint de nombreuses guerres européennes dans lesquelles l'Angleterre sera ennemie de la France, ce qui aura des répercussions importantes dans les colonies d'Amérique. L'année 1701 est marquée par le traité de paix définitif (La Grande Paix) avec les Iroquois et par le début de la guerre de succession d'Espagne. Cette guerre se termine par le traité d'Utrecht en 1713. Bien que la France y perde des territoires au profit de l'Angleterre (Acadie, Terre-Neuve et Baie d'Hudson), ce traité permettra une période de paix de 30 ans, durant laquelle la colonie poursuivra son développement. C'est à cette époque (de 1731 à 1748) que la rivière Richelieu et le lac Champlain se couvriront de seigneuries, environ une vingtaine, de Saint-Jean (baronnie de Longueuil) au lac Saint-Sacrement (George).

Les guerres de succession d'Autriche (1740-1748) et de Sept Ans (1756-1763) auront aussi des impacts en Amérique. Ces événements auront d'abord lieu dans la région du lac George, donnant ainsi une certaine sécurité aux colons français. Toutefois, en 1760, la Grande-Bretagne tentera avec succès d'envahir la Nouvelle-France, entraînant la capitulation de Montréal et la signature du traité de Paris en 1763. Par ce traité, qui mettait fin à la guerre de Sept Ans, la France cédait le Canada à la Grande-Bretagne. Avec ce nouveau régime, les colons d'origine française seront placés devant un choix pénible : prêter serment d'allégeance au Roi d'Angleterre ou partir pour la France. Certains d'entre eux choisiront la France.

La conquête britannique amènera une période relativement tranquille qui durera 15 ans pendant laquelle des Acadiens, dispersés en Nouvelle-Angleterre, recevront la permission de s'installer le long du Richelieu et où ils fonderont, entre autres, la « Petite Cadie » (aujourd'hui, un secteur de Saint-Jean-sur-Richelieu) et en l'honneur de qui sera nommé le principal affluent du Richelieu (rivière L'Acadie). Durant cette période, les seules embarcations à sillonner le Richelieu sont celles des habitants riverains qui font le transport de voyageurs et de vivres. Les Britanniques ne seront pas très présents dans le bassin versant jusqu'à la guerre d'indépendance des futurs États-Unis (1775-1783). Cette dernière fera fuir les loyalistes à la couronne anglaise vers le nord par le Haut-Richelieu. Les loyalistes s'installent alors sur le territoire en formant des « bourgs » et des « cantons » selon leur méthode de subdivision du territoire.

Enfin, la colonisation du bassin de la rivière Richelieu aura pris presque deux siècles (1603-1765). Ralentie par les rivalités entre nations, il ne suffira par la suite que d'un demi-siècle (1765-1790) pour que la population du bassin triple (Filion *et coll.*, 2001) (tableau A.3).

Tableau A.3 Évolution de la population dans le bassin de la rivière Richelieu

Localités	1681	1692	1698	1706	1713	1720	1726	1732	1739	1765	1790
Chambly	78	-	-	-	63	153	177	443	152	536	1 732
Île Sainte-Thérèse	54	68	87	-	111	-	-	-	-	-	-
Pointe-Olivier (Saint-Mathias)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	542	1 544
Saint-Antoine	-	-	-	-	-	-	1	-	-	300	1 285
Saint-Charles	-	-	-	-	-	-	-	15	-	494	1 324
Saint-Constant	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 259
Saint-Denis	-	-	-	-	-	1	-	-	20	310	1 694
Saint-Mathieu-de-Belœil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 702
Saint-Ours	87	57	79	77	213	70	-	195	-	786	1 606
Saint-Philippe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 686
Sorel	188	81	59	104	198	224	333	-	342	670	1 208
Total	407	206	225	181	585	448	511	653	514	3 638	15 040

Source : Filion *et coll.*, 2001

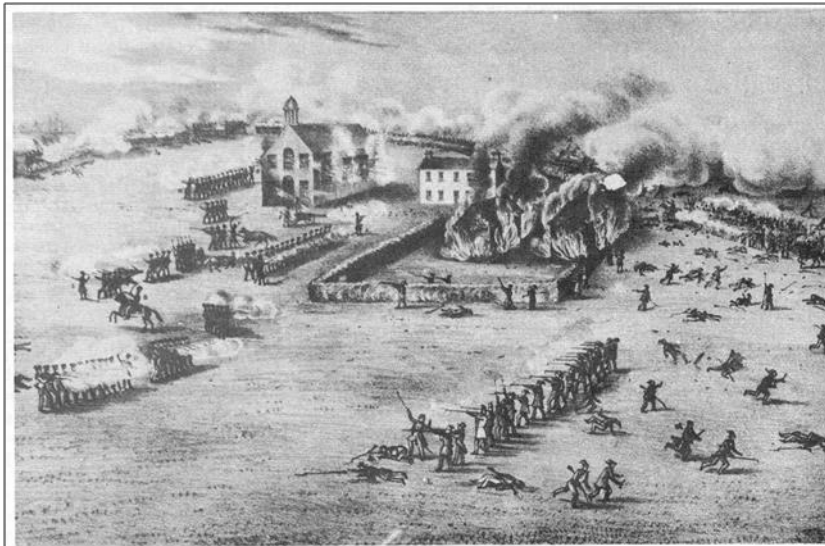
Le changement de régime amène aussi des changements dans la gestion des terres par les seigneurs. En plus de prélever des taxes aux censitaires, les seigneurs gèrent leurs terres comme des exploitants et des industriels, ce qui signifie que leurs propriétés doivent rapporter financièrement. Ceci favorisera la construction de villages, lesquels engendreront des revenus plus élevés pour les seigneurs. De ce fait, la population du bassin versant augmentera significativement. La sédentarisation de plusieurs coureurs des bois qui choisiront de se tourner vers la culture de la terre contribuera aussi à l'augmentation de la population. Cette croissance démographique s'est surtout produite dans la section aval du bassin versant (le Bas-Richelieu). Au début du 19^e siècle, alors que les terres se font plus rares, des colons vont émigrer vers le sud pour peupler la portion amont du bassin versant (le Haut-Richelieu).

Le 18 juin 1812, les États-Unis déclarent la guerre à la Grande-Bretagne en réaction à son pouvoir dans le contrôle du commerce maritime et son aide à la résistance amérindienne. Dans le bassin versant, les Britanniques érigent des blockhaus (Île-aux-Noix et rivière Lacolle) et des casernes (Chambly et Blairfindie, sur la rivière L'Acadie, à Saint-Luc) pour contenir les incursions américaines. Après quelques tentatives infructueuses et après avoir été repoussés par les troupes anglaises, canadiennes et amérindiennes, notamment au sud de l'Île-aux-Noix, les Américains abandonnent leur projet de conquête du Canada. Malgré la fin de la guerre en 1814, les Anglais et les Américains fortifient leurs frontières. De leur côté, les Américains construisent le fort Montgomery à Rouses Point (État de New York) alors que les Anglais construisent le fort Lennox sur l'Île-aux-Noix.



Le blockhaus de Lacolle dans les années 1930

Plusieurs événements de la rébellion des patriotes (1837-1838) ont eu lieu dans le bassin versant de la rivière Richelieu. Plusieurs rassemblements politiques se sont déroulés sur le territoire en 1837, entre autres à Saint-Ours, Chambly, Napierville, Saint-Athanase et Saint-Charles. Par la suite, la libération de deux notables à Saint-Jean marqua le début des conflits armés en 1837. Il s'ensuivit les batailles de Saint-Denis et de Saint-Charles contre les Britanniques. Ensuite, en 1838, la République du Bas-Canada est proclamée à Caldwell's Manor (Noyan) puis à Napierville. Enfin, la rébellion des patriotes se termina le 9 novembre 1838 devant l'église d'Odelltown (au sud du village de Lacolle) et par la prise de Napierville.



La bataille d'OdellTown en 1838

Source : Archives nationales du Canada dans Filion, 2001

A.2.2.4 L'économie

La présence de la rivière a nettement contribué au développement économique du bassin versant. En effet, les fournisseurs du roi pratiquaient le commerce du bois (vers le chantier naval de Québec). Au début du 18^e siècle, l'économie de la région s'est réorientée à la suite de l'importante crise du commerce de la fourrure et des guerres entre les Français et les Anglais. La baisse du commerce de la fourrure a laissé la place à l'essor de l'agriculture. De même, la forte présence militaire dans la région permet la construction d'une flotte fluviale dans le Haut-Richelieu et le ravitaillement des soldats devient un des principaux axes de croissance économique. Dans le Bas-Richelieu, l'économie locale est surtout axée vers le cabotage et l'agriculture qui doit fournir la nourriture nécessaire à la population militaire occupant les différentes fortifications.

Vers la fin du 18^e siècle, l'utilisation de la rivière Richelieu en tant que voie commerciale se confirme. Les exportations de foin, de blé et de bois sont acheminées par bateaux aux États-Unis en transitant par la rivière Richelieu. À l'époque, le transport naval est le moyen le plus économique pour expédier des marchandises. Sur la rivière, les ports de Saint-Ours, Saint-Mathias, Chambly et surtout Saint-Jean sont les plus importants et permettent le commerce ainsi que l'introduction de marchandises dans le bassin versant.

En 1826, le pont Jones (en bois et payant) reliant Saint-Jean et Iberville est construit, ce qui permet l'accès aux deux rives toute l'année. Dix ans plus tard, en 1836, les échanges économiques avec New York et Boston sont facilités par la construction de la voie ferrée entre Saint-Jean et La Prairie. Par la suite, dans les années 1840, Saint-Jean devient le plus important port intérieur de l'est du pays. En 1843, le canal de Chambly est ouvert et l'écluse de Saint-Ours le sera en 1849, permettant ainsi la navigation sur toute la longueur du Richelieu.

L'accroissement du transport maritime sur la rivière Richelieu se poursuit jusqu'au début du 20^e siècle (tableau A.4). Toutefois, la construction de nouvelles voies maritimes (canal Érié), ferroviaires et routières, permet aux marchands de diminuer leur dépendance envers la rivière.

En 1939, des travaux de dragage sont entrepris entre Saint-Jean et le lac Champlain. Ils seront suspendus en 1940 à cause de la Seconde Guerre mondiale. On constate alors que ces travaux s'avèrent moins utiles que prévu, puisque cette voie est vouée au déclin. Par la suite, dans les années 1970, les dernières barges empruntent le Richelieu, car le gouvernement fédéral classe le canal de Chambly en tant que lieu historique, donnant du même coup une vocation touristique au site (Filion *et coll.*, 2001).

Tableau A.4 Volume du transport par le canal de Chambly entre 1850 et 1971

Années	Volume en tonnes
1850	109 000
1860	217 000
1870	518 000
1880-90	200 000
1901	359 798
1909	750 000
1912	618 415
1921	180 280
1930	99 998
1933	27 000
1971	12 797

Source : Filion *et coll.*, 2001

A.2.2.4.1 L'agriculture

Dès les débuts de la colonisation du bassin versant, l'agriculture s'avère un des piliers de l'économie. Cette vocation agricole serait due à la qualité du sol, propice à l'agriculture, et au mode de vie des premiers colons. Suite au défrichement intensif du Bas-Richelieu au début du 18^e siècle, le sol est fin prêt pour la culture. Par contre, les colons doivent adapter leurs techniques à un sol et à un climat local très différents de ceux de la France. Ainsi, les terres argileuses et humides permettront la culture du blé, dominante jusqu'au 19^e siècle avec près de 60 % des terres cultivées, suivie par la culture des pois, laquelle occupera environ 15 % des terres.

Les mauvaises récoltes causées par l'appauvrissement du sol à la suite de la culture intensive du blé, jumelées à la concurrence des États-Unis et du Haut-Canada, amènent les agriculteurs de la région à réorienter leur production. Pour combler les importants besoins de foin pour les chevaux des habitants de la ville de New York et les besoins de l'industrie laitière de la région, plusieurs cultivateurs de la vallée du Richelieu s'orientent vers la culture des plantes fourragères, comme l'avoine. Plus tard, au milieu du 19^e siècle, les industries laitières et d'élevage deviennent les principales activités économiques de la région. Enfin, l'essor de l'agriculture, combiné au développement du réseau de transport des marchandises, sera un des moteurs de la croissance économique de la vallée du Richelieu.



Paysage agricole du bassin versant

A.2.2.4.2 L'industrialisation

L'industrialisation commence au début du 19^e siècle à Saint-Denis (poterie). Elle se déplace ensuite vers Chambly et Saint-Jean. La présence de nombreux ouvriers dans ces villes bien établies favorise cette industrialisation. Notons que la première industrie électrifiée du Canada voit le jour à Chambly en 1899. Le courant fort des rapides de Chambly permet à Samuel T. Willet d'y construire un barrage hydroélectrique pour alimenter ses usines. À partir de la Deuxième Guerre mondiale, la ville de Sorel-Tracy, avantagée par sa position géographique, est utilisée comme centre de ravitaillement entre Montréal et Québec.

Sorel-Tracy devient un centre de construction navale où 20 000 travailleurs œuvrent dans le domaine de l'armement durant la Deuxième Guerre mondiale. À Saint-Jean, la présence de deux compagnies importantes, la Moses Farrar-Isaac Newton Pottery et la St. Johns Stone Chinaware, fait en sorte que la fabrication de poterie et de céramique blanche devient une activité économique considérable. Parmi les autres villes du bassin versant, les activités artisanales telles que la chapellerie, la poterie ou la coutellerie constituent la base de l'économie.

A.2.3 Milieu physique

A.2.3.1 Géologie du bassin versant de la rivière Richelieu

Le bassin versant de la rivière Richelieu est situé sur la plate-forme du Saint-Laurent, aussi appelée Basses-Terres du Saint-Laurent, plate-forme qui se situe de part et d'autre du fleuve (figure A.1). Les Basses-Terres du Saint-Laurent sont caractérisées par un relief plutôt plat et une basse altitude (souvent moins de 100 m).

De son côté, le sous-sol date du Paléozoïque et est formé par des roches sédimentaires telles que des grès, des calcaires et des schistes. Structurellement, les Basses-Terres du Saint-Laurent sont enchâssées entre la province de Grenville au nord et les Appalaches au sud (Bourque, 2004).

Les roches sédimentaires du bassin versant de la rivière Richelieu sont de natures différentes (carte A.6) Ces différences sont observées selon un axe nord-sud. Les deux premiers tiers nord sont principalement composés de shales et de grès alors que le tiers sud est caractérisé par une dominance de calcaire (Bourque, 2004).

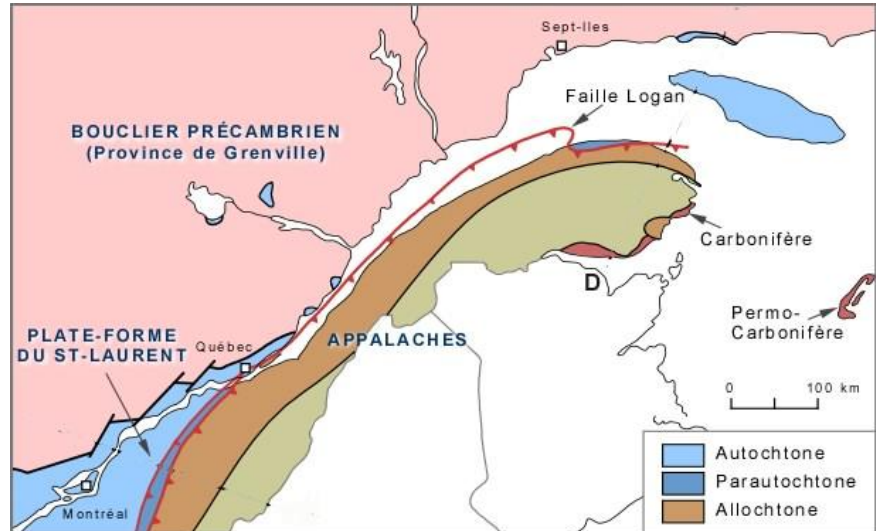


Figure A.1 Les provinces géologiques du sud du Québec

Adapté de Bourque, 2004

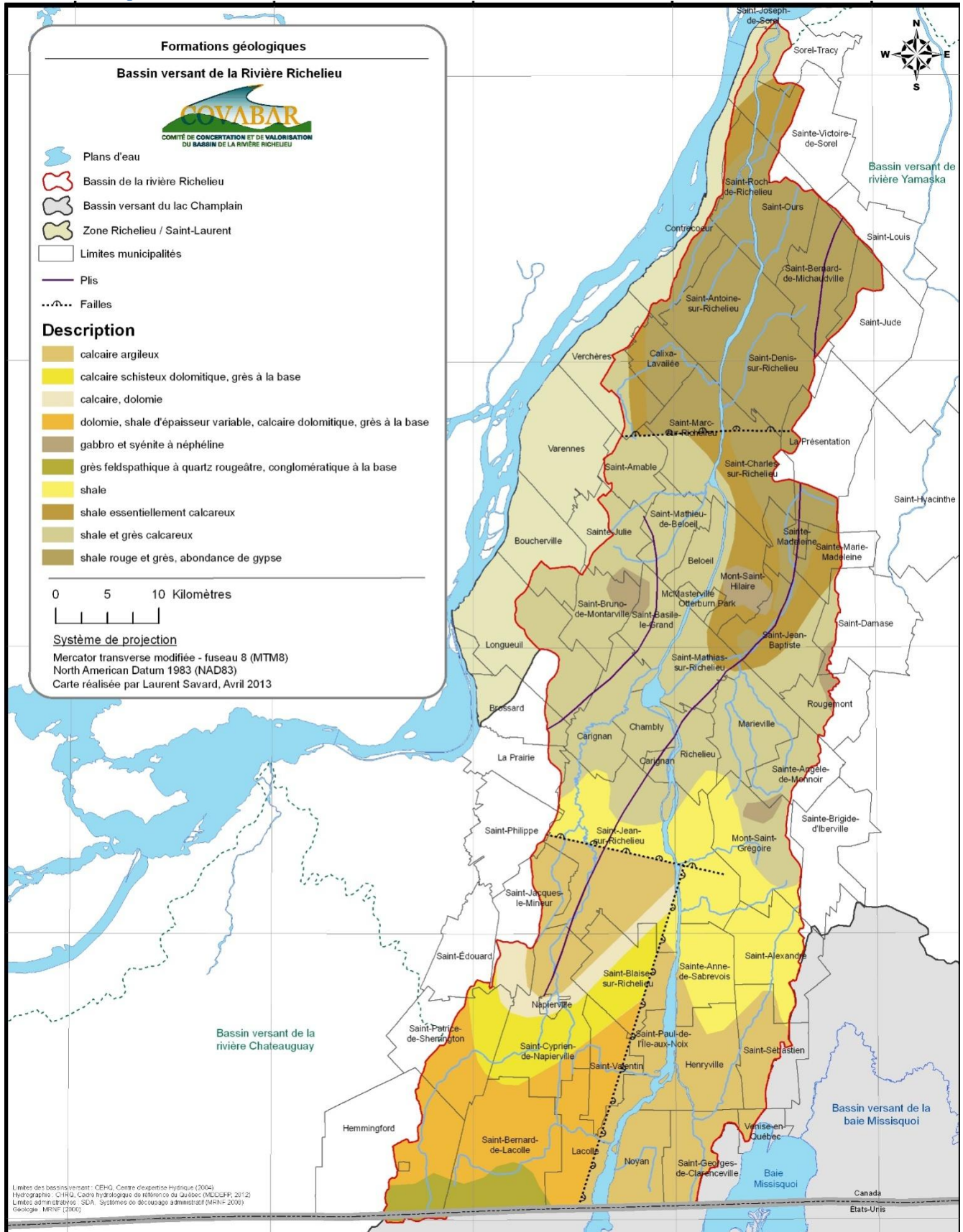
A.2.3.1.1 Les Montérégiennes

Les dépôts sédimentaires de l'ère secondaire sont peu connus puisqu'ils ont été détruits par les glaciers du Quaternaire. Seules les Montérégiennes constituent les derniers vestiges de cette ère (figure A.3). Celles-ci sont composées de neuf montagnes séparées d'une dizaine de kilomètres les unes des autres selon un axe est-ouest long de 90 km. Étant entourées de plages constituées de dépôts littoraux, ces collines de faible altitude sont un trait marquant du paysage du sud-ouest québécois. Le bassin versant de la rivière Richelieu comprend quatre de ces collines : le mont Saint-Hilaire (411 m), le mont Rougemont (381 m), le mont Saint-Grégoire (287 m) et le mont Saint-Bruno (218 m) (Bourque, 2004).



Figure A.2 Le mont Saint-Hilaire vu de la municipalité de Saint-Jean-Baptiste

Carte A.6 Géologie du bassin versant de la rivière Richelieu



Ces montagnes isolées ont une composition géologique similaire entre elles puisqu'elles seraient issues d'un même magma. Leur formation résulterait d'une intrusion magmatique dans les roches sédimentaires primaires. Ces poussées de magma qui n'atteignent pas la surface sont appelées laccolites. Il faut savoir que ces roches ignées intrusives, plus dures que les roches sédimentaires, ont résisté à l'érosion, laissant apparaître de gros monticules dans les plaines des Basses-Terres. Ainsi, contrairement à la croyance populaire, les Montérégiennes ne sont pas des volcans éteints, mais bien des intrusions de roches ignées dures ayant été mises à jour par érosion différentielle. Ce sont ainsi les plus jeunes roches du Québec. Théoriquement, leur disposition linéaire serait attribuable à une remontée de magma provenant d'un point chaud fixe alors que la plaque tectonique nord-américaine se déplace au-dessus vers l'ouest. Par contre, le manque de précision des datations des roches ne permet pas de confirmer cette théorie. Dans ces roches, on retrouve même des minéraux rares et uniques tels que la thaumasite, l'arsenic natif et la dawsonite.

On remarque aussi la présence de lacs sur certains sommets des Montérégiennes : le lac Hertel sur le mont Saint-Hilaire, ainsi que les lacs du Moulin, Seigneurial et des Bouleaux sur le mont Saint-Bruno. Leur présence a certainement pu contribuer à alimenter la croyance selon laquelle ces monts seraient des volcans éteints (Bourque, 2004).

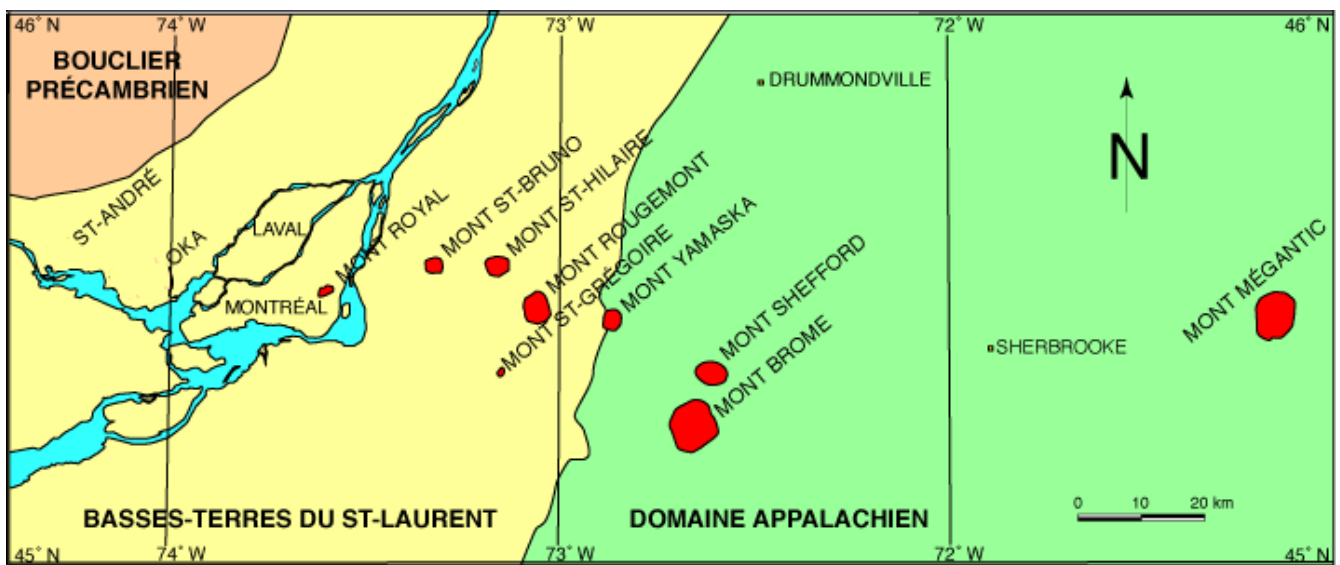


Figure A.3 Localisation des Montérégiennes au Québec

Adapté de Bédard (s.d.), UQAM

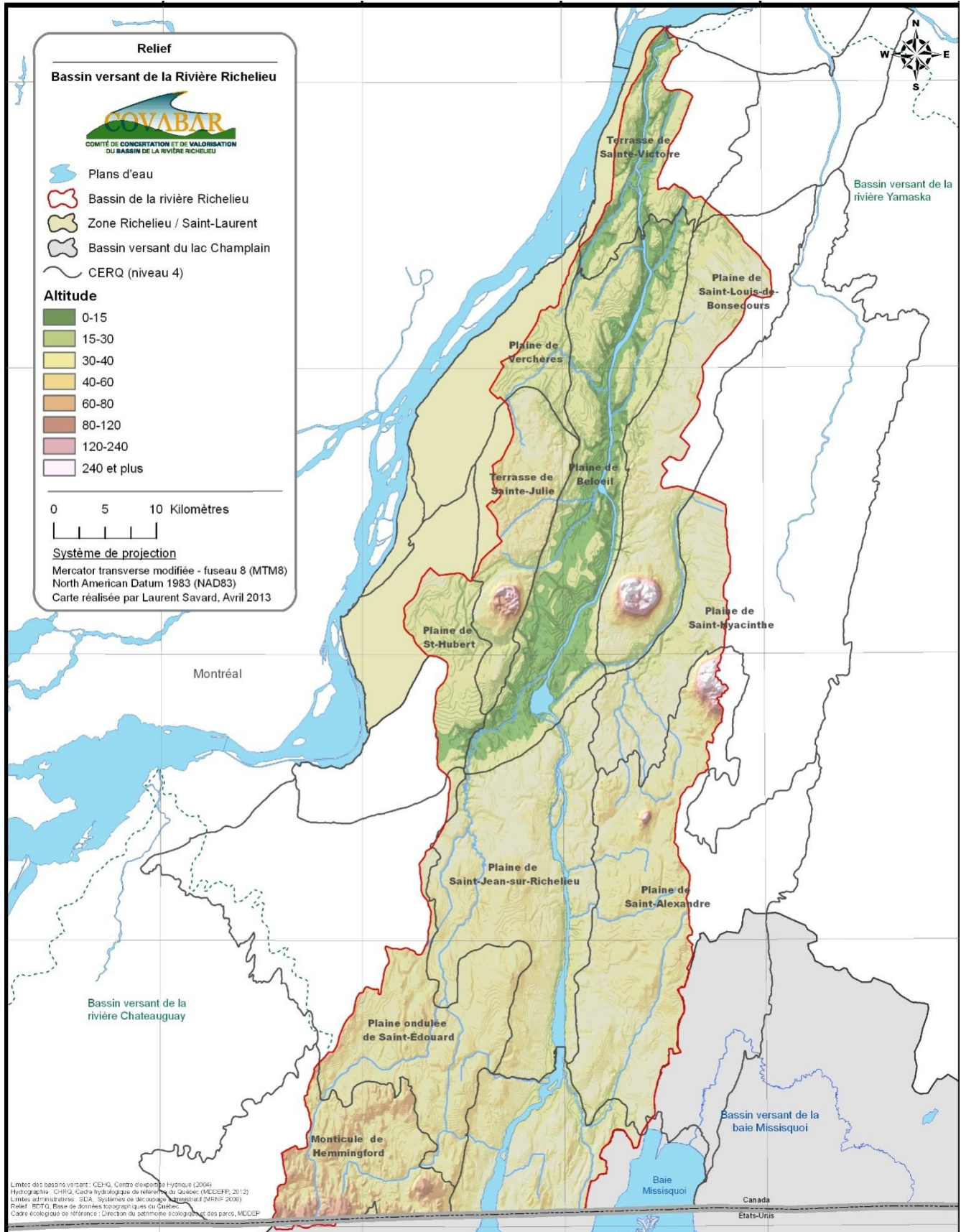
A.2.3.1.2 Topographie du bassin versant de la rivière Richelieu

À l'exception des collines Montérégiennes, qui viennent rompre la monotonie du relief, une très large proportion (94 %) du territoire du bassin versant est caractérisée par un relief aplani variant entre 0 et 60 m au-dessus du niveau de la mer (carte A.7). Seule la mince portion sud-ouest du territoire correspondant aux contreforts de la chaîne de montagnes des Adirondacks présente un relief plus marqué. D'ailleurs, la partie sud du bassin versant est plus vallonnée que celle du nord. De plus, le secteur ayant la plus faible altitude se retrouve le long de la partie nord de la rivière Richelieu.



Le relief plat du bassin versant. Au loin, le mont Saint-Grégoire

Carte A.7 Relief du bassin versant de la rivière Richelieu



A.2.3.2 Dépôts de surface du bassin versant de la rivière Richelieu

Les dépôts de surface du Québec sont originaires du Quaternaire, période faisant partie de l'ère *cénozoïque* qui a commencé il y a 1,65 million d'années. Cette période a été dominée par des perturbations climatiques majeures, lesquelles ont favorisé la croissance d'imposantes calottes glaciaires (les inlandsis) qui ont recouvert la totalité du Québec. Il y a 18 000 ans, la province géologique des Appalaches croulait sous une épaisseur de glace de plus de 2 km. La dernière calotte glaciaire qui recouvrait le tiers du continent nord-américain s'est retirée de façon significative vers 13 000 ans avant aujourd'hui (BP), ce qui a permis la formation de la mer de Champlain (vers 12 500 ans BP) par engouffrement des eaux de l'Atlantique dans l'estuaire du Saint-Laurent. Vers 9 600 ans BP, à la suite du retrait définitif de la calotte glaciaire, la mer se referme par réajustement isostatique du continent. La mer se vidange et le réseau fluvial se creuse en formant le Saint-Laurent puis, entre autres, la rivière Richelieu.

Les dépôts de surface du bassin versant sont hérités de cette période. Ceux-ci correspondent au matériel meuble au-dessus du socle rocheux. C'est à partir de ce matériel, qui est de composition et d'épaisseur variables, que se sont mis en place les sols du bassin versant. En absence de dépôts de surface, c'est la roche qui affleure. Le bassin versant est recouvert majoritairement de dépôts argileux (46 %) postglaciaires hérités de la mer de Champlain et composés d'argile sur quelques dizaines de mètres d'épaisseur dans les parties initialement les plus profondes (figure A.4 et carte A.8). En périphérie des territoires jadis immergés, par exemple autour des Montérégiennes, on trouve des plages qui se composent généralement de sable et de gravier.

Les dépôts glaciaires sous forme de till viennent au deuxième rang quant à la superficie couverte (11 %). Le till est généralement un matériau hétérogène dont les éléments sont de toutes dimensions (des blocs aux argiles) sans aucune organisation spatiale. Dans certains cas, cependant, il pourra être à prédominance de sable et présenter une certaine stratification.

On retrouve aussi des dépôts fluviatiles sous forme de loam (7 %) qui tapissent sporadiquement le fond de la vallée de la rivière Richelieu et de certains de ses tributaires.

Les dépôts organiques couvrent 6 % du territoire et devaient initialement être occupés par des milieux humides aujourd'hui en grande partie drainés artificiellement. Les 9 % restants du bassin représentent un ensemble de zones urbaines, d'affleurements rocheux, d'étendues d'eau et de dépôts non différenciés.

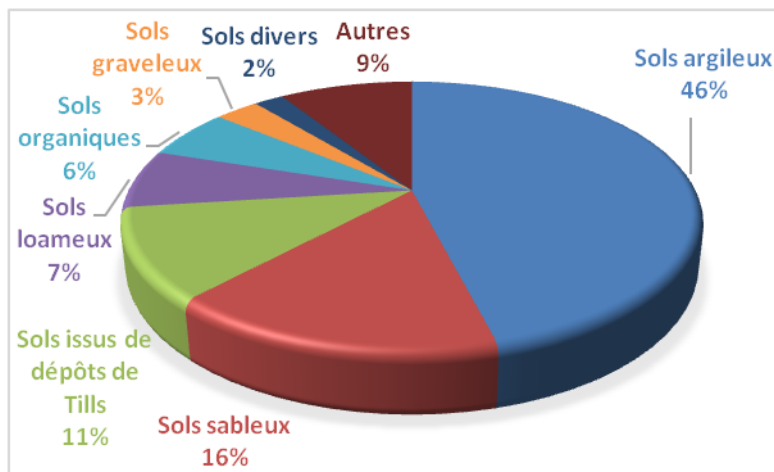
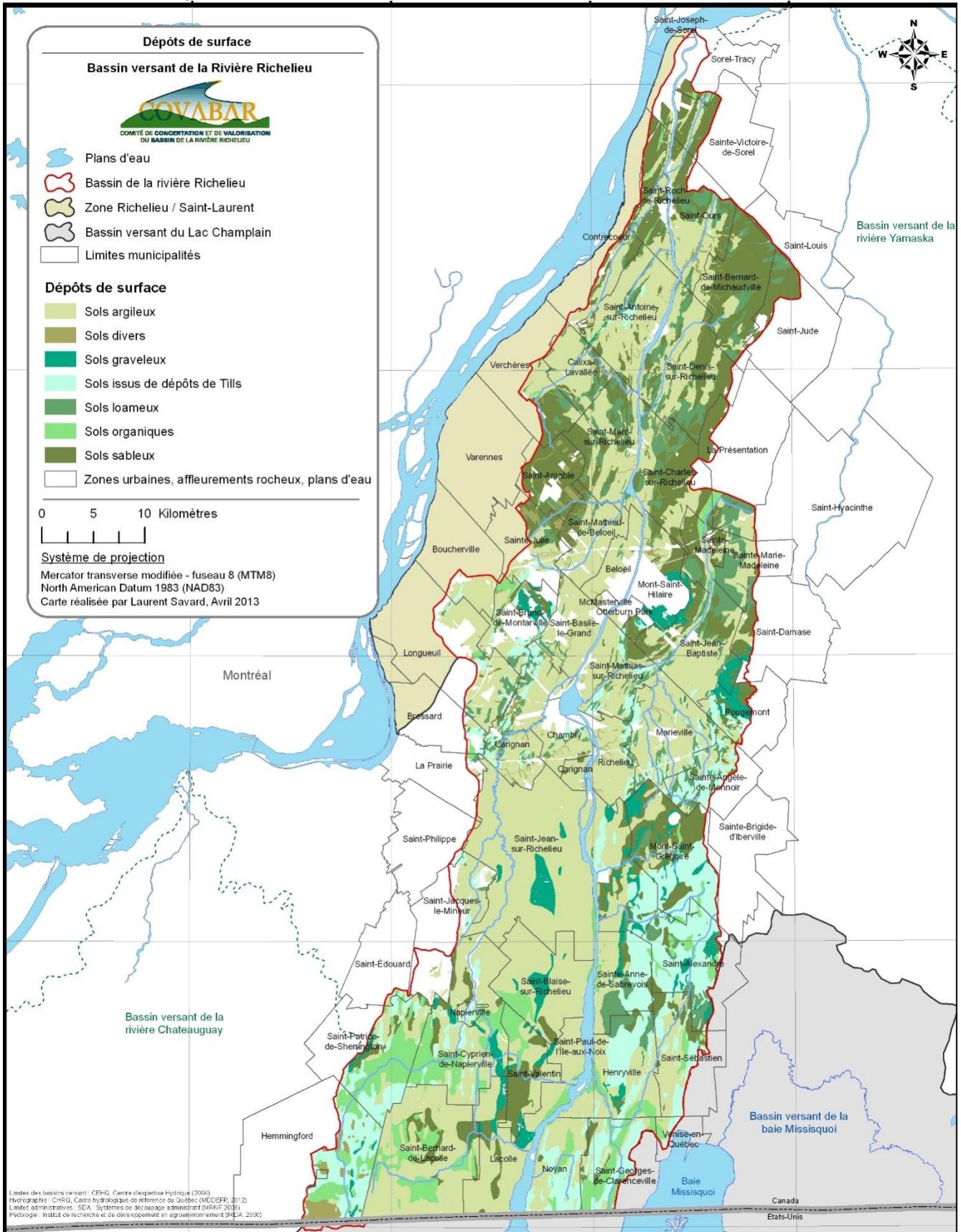


Figure A.4 Proportions des dépôts de surface dans le bassin versant

Carte A.8 Nature des dépôts de surface du bassin versant de la rivière Richelieu



A.2.3.3 Les sols du bassin versant de la rivière Richelieu

Actuellement, le sol est défini en termes généraux par les pédologues comme un matériau minéral ou organique, non consolidé, qui existe de façon naturelle à la surface de la Terre et qui permet la croissance des plantes (Comité d'experts sur la prospection pédologique d'Agriculture Canada, 1987).

Au cours des derniers milliers d'années, les sols du bassin versant se sont formés à partir des sédiments originels du Quaternaire, par l'activité biochimique de l'eau et des végétaux. À la suite du dépôt des végétaux morts, l'activité biologique qui en résulte transforme la matière organique en humus puis en minéraux, lesquels, en s'infiltrant dans le sous-sol, viennent à en modifier la composition chimique.

Les sols issus des dépôts marins se retrouvent sur la plus grande portion du bassin versant et sont caractérisés par une topographie aplanie ainsi que par une faible pierrosité (peu de fragments de roche dans le sol). Ces dépôts, constituant des sols meubles très fertiles, représentent habituellement un milieu favorable à l'agriculture. Par contre, les dépôts marins à texture fine (argile ou limon) entraînent des problèmes de drainage. Ils comportent des limitations qui restreignent quelque peu le type de culture et/ou demandent des pratiques modérées de conservation. À l'opposé, les dépôts marins à texture grossière (sables ou graviers) sont beaucoup moins fertiles, mais fournissent un bon drainage pour les cultures.

Le système canadien de classification des sols (Comité d'experts sur la prospection pédologique d'Agriculture Canada, 1987) propose un regroupement des sols en classes taxonomiques qui mettent en avant les aptitudes qu'ont les sols pour divers usages et définissent notamment des groupes de fertilité. L'emploi de cette classification permet d'apporter des éléments de compréhension intéressants quant aux usages actuels du territoire, en particulier en ce qui a trait à l'agriculture.

Le bassin versant de la rivière Richelieu regroupe quatre grandes classes taxonomiques : les gleysols, les brunisols, les podzols et les sols organiques (carte A.9 et figure A.5 à A.8). Bien qu'approximative, la carte A.9 permet de mettre en évidence la prépondérance des gleysols qui recouvrent plus de 60 % du bassin versant. Les gleysols sont des sols minéraux dont les caractéristiques dénotent une saturation en eau et des conditions intenses d'oxydoréduction de façon périodique ou prolongée et sont, à l'origine, peu propices pour l'agriculture si leur drainage n'est pas amélioré. Comme nous le verrons plus en détail par la suite, cette propriété affectant la plus grande partie des terres agricoles du bassin a amené les agriculteurs à effectuer des travaux de drainage d'envergure durant plusieurs décennies afin d'améliorer leur perméabilité. Les gleysols se retrouvent essentiellement dans des terrains plats ou dépressionnaires et sont le plus souvent liés à des textures argileuses.

Les brunisols, qui occupent environ 13 % du territoire, se retrouvent essentiellement au sud du bassin versant (carte A.9). Ce sont des sols relativement bien drainés. Ils contiennent aussi beaucoup de matières organiques, ce qui fait présumer que ces sols étaient d'anciennes terres à forêt de feuillus. Cependant, dans d'autres régions, ils peuvent être le résultat du dépôt de loess (dépôts sédimentaires par érosion éolienne). Le bon drainage de ces sols et leur fertilité en font de bons supports pour l'agriculture.

Au nord du bassin versant se trouvent des podzols pour une grande part mélangés à des gleysols sur près de 16 % du territoire. Les podzols sont formés sur des matériaux originels acides,

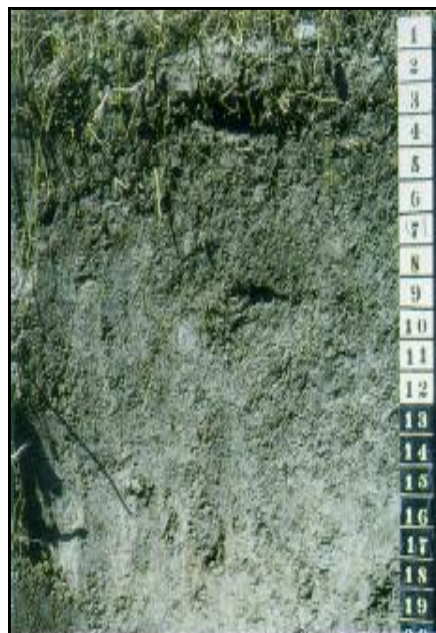


Figure A.5 Gleysol

Source : Comité d'experts sur la prospection pédologique d'Agriculture Canada, 1987



Figure A.6 Brunisol

Source : Comité d'experts sur la prospection pédologique d'Agriculture Canada, 1987

grossiers (sables et tills) et riches en aluminium et en fer. C'est un héritage géologique dû à l'érosion des chaînes granitiques comme les Laurentides. Les podzols sont souvent situés sur des plateaux ou des buttes pouvant résulter de remaniements par les cours d'eau comme c'est le cas dans le bassin versant. En effet, les podzols humo-ferriques coïncident avec des sédiments sableux correspondant à d'anciennes plages marines (Saint-Louis) ou d'anciennes berges de chenaux de rivières (Saint-Amable). Ce sont des sols qui nécessitent des travaux assez conséquents afin de les rendre plus aptes à la diversité, ce qui explique vraisemblablement le fait qu'ils nourrissent parfois encore de grands massifs forestiers mixtes ou de résineux et non des cultures.

Les sols organiques occupent 8,7 % du territoire et sont regroupés dans le sud du bassin versant, principalement dans le sous-bassin versant de la rivière L'Acadie. Ce sont des terres noires et des tourbes (quantités de matières organiques supérieures à 17 %) saturées en eau, mal drainées et situées dans des terrains dépressionnaires. Ces terres sont connues pour le maraîchage ou pour la fabrication de terreau (Comité d'experts sur la prospection pédologique d'Agriculture Canada, 1987).



Figure A.7 Podzol humo-ferrique

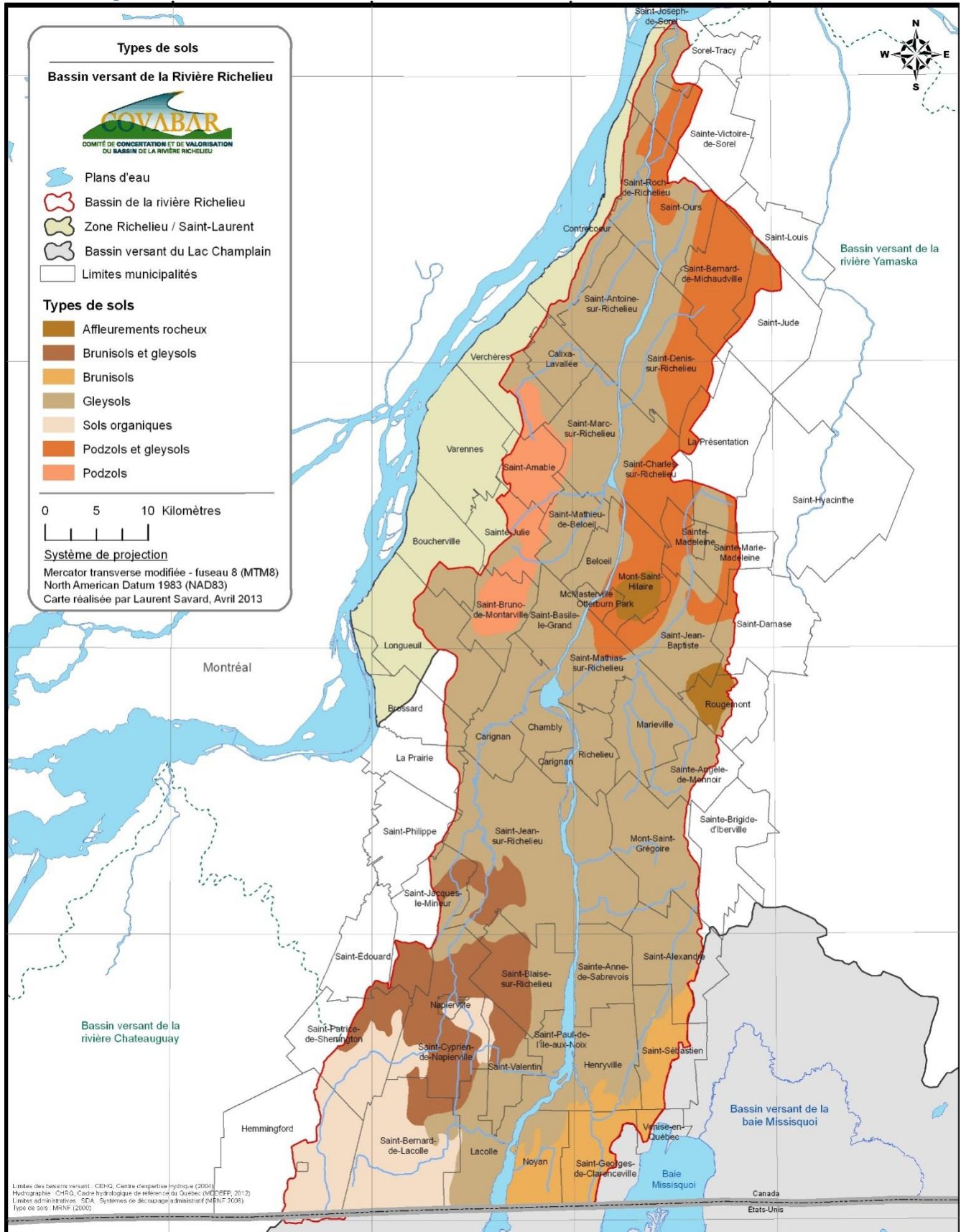
Source : Comité d'experts sur la prospection pédologique d'Agriculture Canada, 1987



Figure A.8 Sol organique cultivé

Source : Comité d'experts sur la prospection pédologique d'Agriculture Canada, 1987

Carte A.9 Les grandes classes de sols du bassin versant de la rivière Richelieu



A.2.4 Aperçu climatique

A.2.4.1 Climatologie régionale

Le bassin versant de la rivière Richelieu est situé dans la région méridionale du Québec qui est l'une des plus chaudes et des plus humides de la province. La moyenne des températures annuelles est comprise entre 5,6 °C et 6,7 °C (tableau A.5). L'amplitude thermique y atteint malgré tout plus de 60 °C.

Le climat tempéré dont jouit le territoire est propice aux précipitations qui, annuellement, représentent en moyenne de 893 à 1 277 mm selon l'endroit dans le bassin versant. Réparties sur 125 à 130 jours, ces précipitations tombent à 20 % sous forme de neige. De par sa faible altitude et sa situation à l'extrême sud du Québec, l'hiver y dure moins longtemps que dans le reste du Québec (15 à 30 jours de moins) et le territoire se réchauffe plus vite en été. Selon la classification de Litynski qui divise le climat mondial en 15 classes (au Québec, ce nombre est diminué à 12 classes), le bassin versant est situé dans la région climatique qui correspond à un climat continental modéré subhumide à hiver froid, à été chaud et à longues saisons de croissance végétative (180 à 209 jours).

Tableau A.5 Le climat du bassin versant en comparaison avec celui de la Montérégie et de la province du Québec pour la période de 1971 à 2000

Régions	T° moyenne en juillet (°C)	T° moyenne en janvier (°C)	T° moyenne annuelle (°C)	Précipit. pluie/an (mm)	Précipit. neige/an (mm)	Précipit. totale/an (mm)	Nb. Jrs avec T° max. > 0°
Le bassin versant*	20,8	-8,9	6,2	817,5	192,4	1 011,3	282,9
La Montérégie	20,3	-10,2	6,0	825,1	213,5	1 037,4	285
Le Québec	19	-12,0	4,0	881,3	337,0	1 207,7	265

*Les stations prises en compte dans les moyennes sont celles d'Iberville, de Sorel, de Saint-Bernard-de-Lacolle et de Marieville.

Source : adapté d'Environnement Canada, 2004

A.2.4.2 Climatologie locale

En raison de sa position géographique, le bassin versant de la rivière Richelieu bénéficie de conditions climatiques parmi les plus clémentes au Québec. Sa température moyenne établie à partir des relevés de sept stations météorologiques d'Environnement Canada situés dans le bassin versant est de - 8,9 °C en janvier et de 20,8 °C en juillet. La partie sud du bassin, située près de la frontière américaine, voit son climat influencé par la présence du lac Champlain.

Dans le sud du bassin versant, la saison de croissance végétale débute le 15 avril et se termine vers le 31 octobre, avec une période sans gel qui oscille entre 120 et 140 jours. En comparaison, le début de la saison de croissance de la végétation de la région de Montréal commence le 20 avril et se termine le 26 octobre, tandis que celle de la région des Laurentides débute le 30 avril et se termine le 16 octobre. De manière générale, les conditions climatiques du bassin versant favorisent le développement de l'agriculture sur le territoire.

A.2.5 Contexte socio-économique

A.2.5.1 Répartition de la population du bassin versant de la rivière Richelieu

Avec 469 113 habitants (adapté de MAMROT, 2014), le bassin versant possède une densité humaine moyenne de 184 hab./km². Cette densité de population est supérieure à celle de la Montérégie qui est de 134,9 hab./km² (Institut de la statistique du Québec, 2013). À titre de comparaison, signalons que, en 2013, la densité de population de la région de Montréal atteignait 3 935,7 hab./km² alors que celle de la région de Lanaudière était de seulement 39,7 hab./km² (Institut de la statistique du Québec, 2013).

La densité de population est très variable entre les municipalités du bassin versant (annexe A.1). Les municipalités les plus densément peuplées sont Longueuil (1 964 hab./km), McMasterville (1 674 hab./km), Otterburn Park (1 489 hab./km) et Brossard (1 627 hab./km) alors que les moins densément peuplées sont Saint-Bernard-de-Michauville (8 hab./km), Saint-Sébastien, Hemmingford Canton et Saint-Valentin (11 ou 12 hab./km) (MAMROT, 2014).

Dans le bassin versant, la majorité des municipalités à forte densité humaine sont essentiellement localisées aux abords de la rivière Richelieu, le long des deux principaux axes routiers (routes 116 et 112), ainsi que dans la portion ouest du territoire, soit à proximité du fleuve Saint-Laurent et de Montréal. Les municipalités à faible densité sont réparties sur tout le reste du territoire (carte A.10), ces dernières étant majoritaires. Ce contraste illustre la fragmentation existante au sein du bassin versant entre les municipalités à vocation urbaine et les municipalités à vocation rurale. En termes de répartition de la population, une grande majorité (64,62 %) des municipalités du bassin versant comptent moins de 5 000 habitants chacune et seules huit municipalités ont plus de 20 000 habitants (figure A.9). Dans les faits, près de 72 % de la population du bassin versant se concentre dans neuf municipalités : Sorel-Tracy, Longueuil, Saint-Jean-sur-Richelieu, Chambly, Belœil, Sainte-Julie, Mont-Saint-Hilaire, Saint-Bruno-de-Montarville et Saint-Basile-le-Grand (MAMROT, 2014).

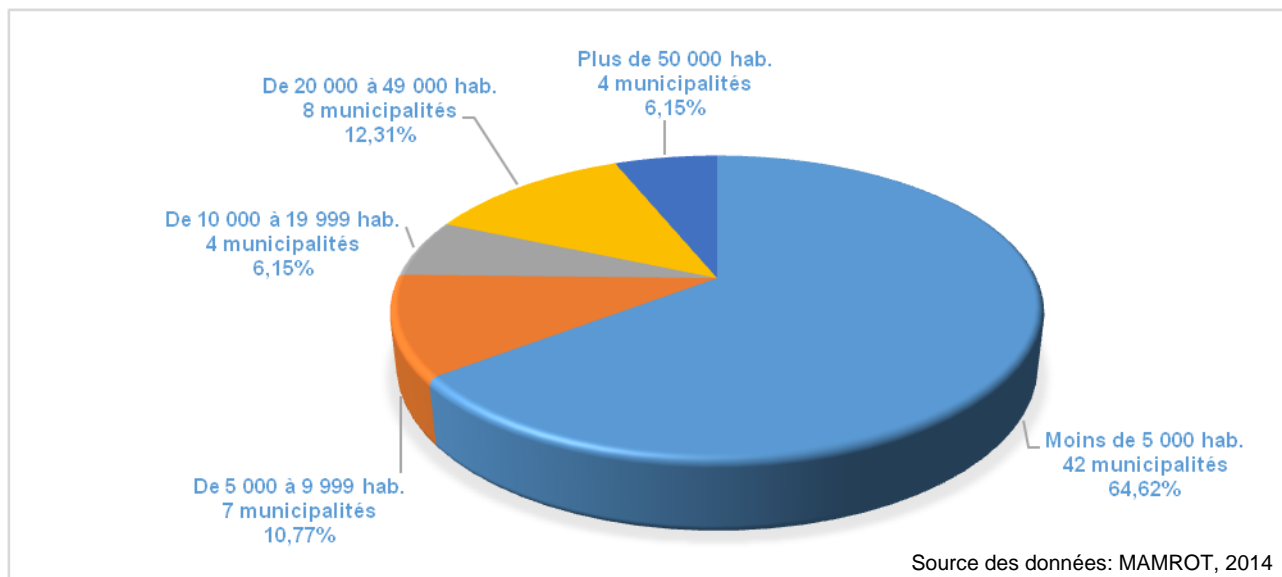
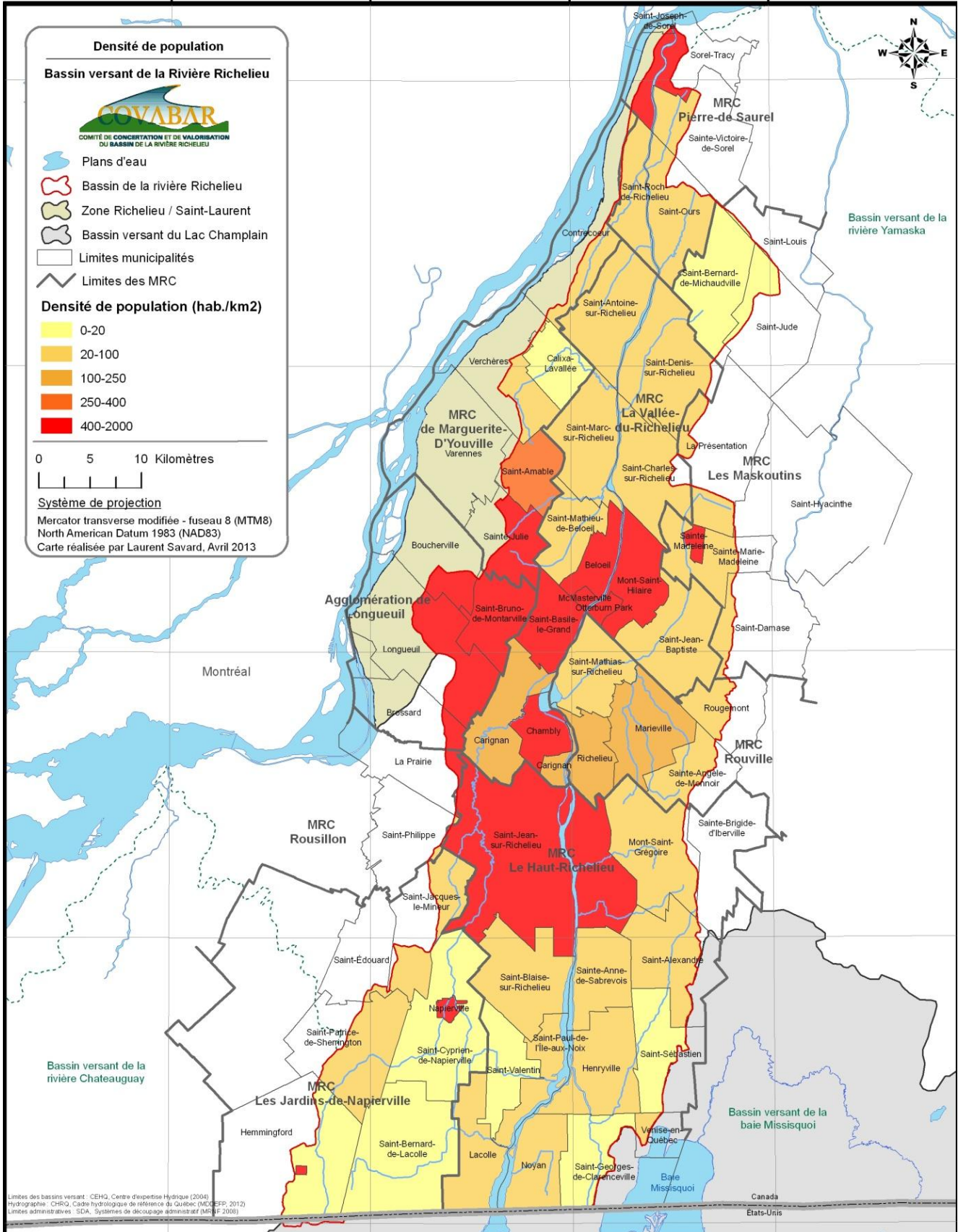


Figure A.9 Répartition des municipalités selon leur population

Carte A.10 Les municipalités selon la densité de leur population



A.2.5.2 Évolution de la population du bassin versant de la rivière Richelieu

Depuis le recensement de 1986, la population du bassin versant est passée de 271 988 habitants (SDA, 2008) à 469 113 habitants en 2014 (adapté de MAMROT, 2014), soit une augmentation de plus de 71,5 %. Il s'agit d'un taux largement supérieur à celui du Québec (+21,5 %) et à celui de la Montérégie (+33,6 %) (Institut de la statistique du Québec, 2015). Cet écart de croissance entre les moyennes montérégienne et provinciale s'explique principalement par la conjugaison d'un mouvement massif de population de l'agglomération montréalaise vers les banlieues et par le phénomène non négligeable de régionalisation des immigrants internationaux. Par exemple, l'accroissement total de la population des MRC du bassin versant entre 1986 et 2001 s'élevait à 35 352 habitants dont près de 50 % (16 791 habitants) provenait d'un accroissement migratoire (Statistique Canada, 2001).

Cette croissance démographique n'est pas uniforme au sein du bassin versant. Les municipalités dont l'augmentation de population est la plus importante sont essentiellement regroupées au centre du bassin versant. Elles correspondent à des municipalités de la banlieue immédiate de Montréal. Les plus fortes augmentations de population parmi les municipalités du bassin versant entre 1986 et 2013 ont été enregistrées dans les municipalités de Longueuil, Saint-Jean-sur-Richelieu, Sorel-Tracy et Sainte-Julie (carte A.11). En termes de taux de croissance, la municipalité de Saint-Amable a obtenu une progression de 29,4 % pour la période 2006 – 2011 (Statistique Canada, 2001; 2012).

A.2.6 La portion américaine du bassin versant de la rivière Richelieu

A.2.6.1 L'occupation du territoire

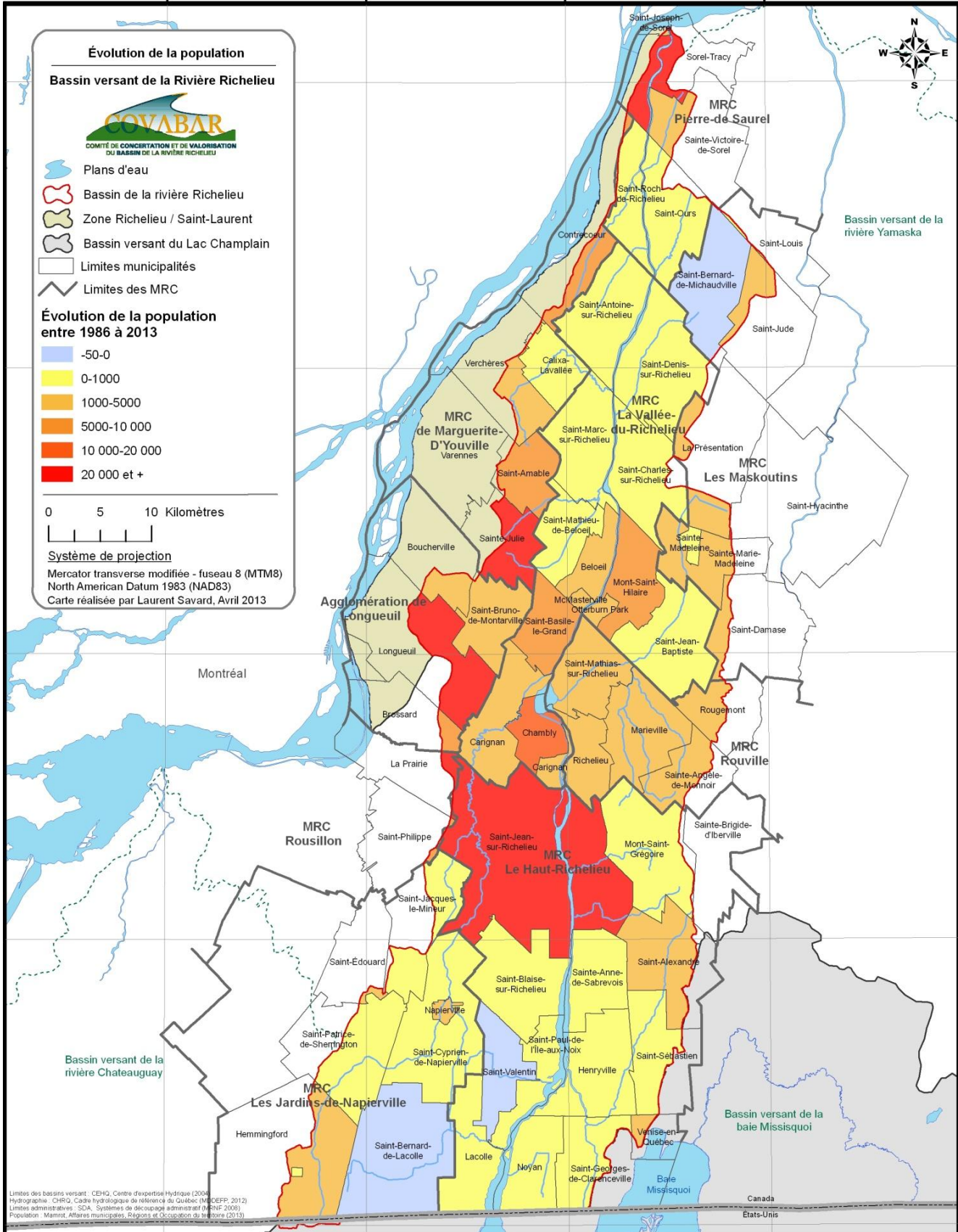
La portion américaine du bassin versant correspond à la quasi-totalité (83 %) du bassin hydrographique de la rivière Richelieu, soit un territoire de 19 743 km² chevauchant les États du Vermont et de New York (carte A.13). Aux États-Unis, le bassin versant est bordé à l'ouest par la chaîne de montagnes des Adirondack et à l'est par les montagnes Vertes, alors que le centre du bassin est occupé par la vallée du lac Champlain. Ce lac est d'une longueur de 201 km, d'une largeur maximale de 21 km et d'une profondeur maximale de 122 m. Il constitue ainsi le quatrième plus grand lac d'eau douce des États-Unis, en excluant les Grands Lacs.

En 2000, ce territoire comptait 541 000 habitants permanents (72 % dans le Vermont et 28 % dans l'État de New York) établis principalement dans les villes de Burlington (38 889 hab.), Queenbury (25 441 hab.), Plattsburgh (18 186 hab.), Essex Town (18 626 hab.) et Rutland (17 292 hab.) (carte A.12). À cette population s'ajoute chaque année plus d'un million de visiteurs (Lake Champlain Basin Program, 2006). La densité de population de la portion américaine du bassin versant est de 24 hab./km². Cependant, cette densité double et peut même tripler dans les villes près des berges du lac Champlain.

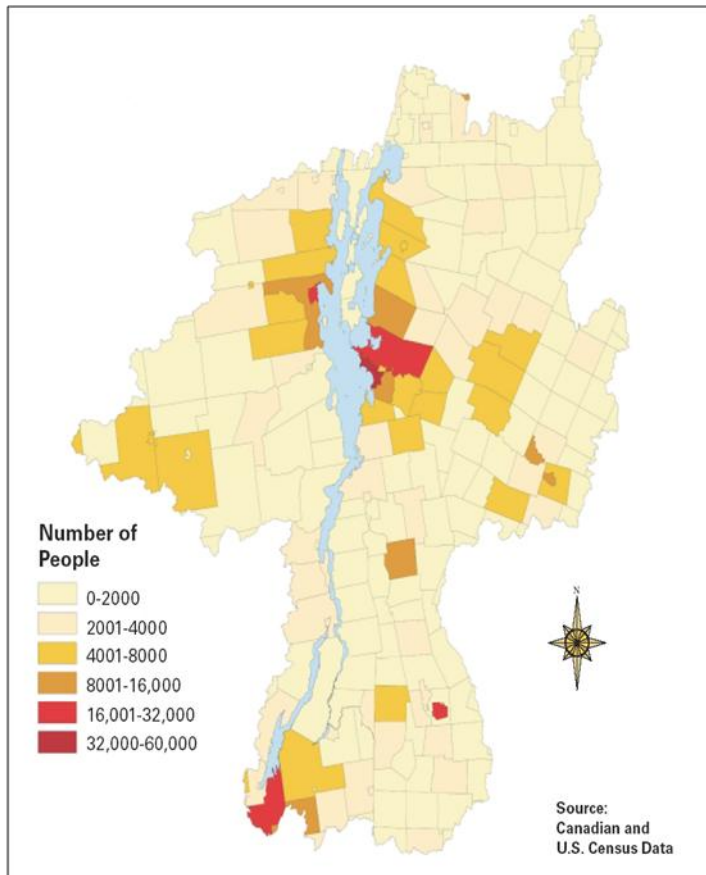
Le lac Champlain constitue une source d'eau potable pour près de 200 000 habitants, soit près de 35 % des résidents. Les eaux usées de la population sont traitées par 99 stations d'épuration.

Le territoire est essentiellement occupé par la forêt (64 %) et les zones agricoles (16 %) tandis que le réseau hydrographique (lacs et rivières) s'étend sur 10 % du bassin (Lake Champlain Basin Program, 2006). Enfin, les milieux humides (4 %) et les zones urbaines (6 %) n'occupent qu'une faible portion du territoire.

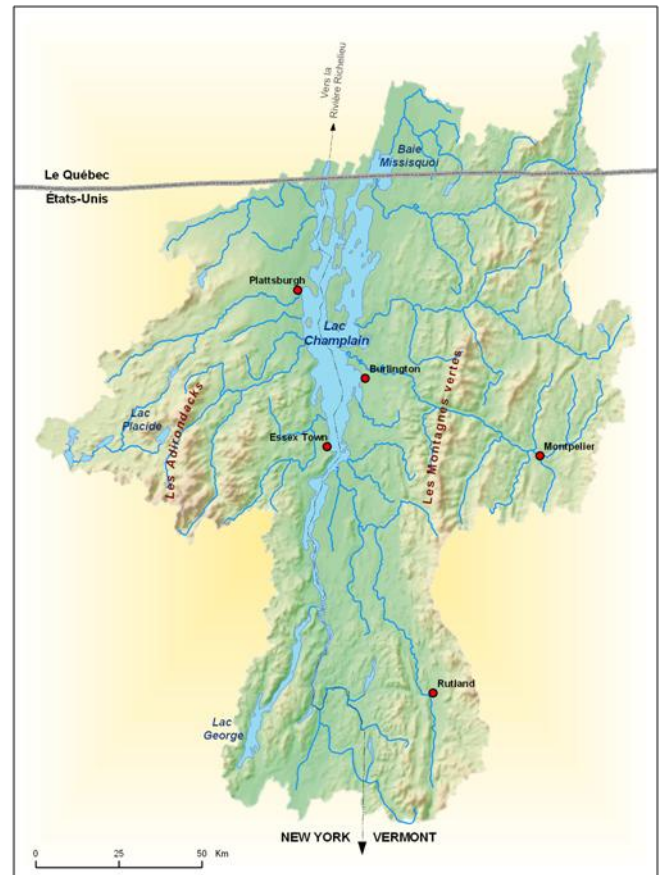
Carte A.11 Variation de la population des municipalités du bassin versant entre 1986 et 2013



Carte A.12 Répartition démographique de la population dans la portion américaine du bassin versant



Carte A.13 Portion américaine du bassin versant



A.2.6.2 Le bassin du lac Champlain

Le lac Champlain ne fait pas exception en ce qui concerne l'impact négatif des nombreuses pressions liées aux activités humaines qu'il subit. Bien que l'agriculture ne soit pas prédominante, elle contribue à la plus grande partie (56 %) des apports en phosphore au lac et à une part importante de la pollution diffuse (ex. : substances nutritives et matières en suspension) (ministère de l'Environnement et de la Faune, 1995). Du côté industriel, les rejets de sept usines se déversent directement dans le lac. Ces industries détiennent un permis leur conférant le droit de rejeter certaines concentrations de substances toxiques dans le milieu aquatique. Par ailleurs, le bassin versant comprend aussi 96 sites d'enfouissement et 34 sites de déchets dangereux. Des teneurs élevées de BPC (biphényle polychloré), HAP (hydrocarbure aromatique polycyclique), cuivre et zinc ont été relevées dans la baie de Cumberland, alors que les sédiments de la baie Outer Malletts contiennent de fortes concentrations de métaux lourds et d'HAP (McIntosh *et coll.*, 1997).

Créée en 1912 dans le cadre du Traité des eaux limitrophes de 1909, la Commission mixte internationale (CMI) est un organisme intergouvernemental canado-américain qui vise à régler la répartition, la conservation et l'exploitation des ressources hydrauliques le long de la frontière entre les deux pays. Reconnaisant la nécessité d'agir de façon concertée pour protéger ce lac exceptionnel, c'est-à-dire pour réduire la pollution, pour lutter contre les espèces nuisibles et pour restaurer ses écosystèmes, le gouvernement du Québec signait en 1988, avec les États de New York et du Vermont, une première entente de coopération relative à la gestion du lac Champlain, bassin transfrontalier. Cette entente fut renouvelée en 1992, en 1996 et en 2000. Par ailleurs, le Québec et le Vermont ont signé en 2002 une entente complémentaire visant la réduction des charges de phosphore dans la Baie Missisquoi d'ici 2016.

Le Congrès des États-Unis adoptait, en 1990, le *Lake Champlain Special Designation Act*. Cette loi donnait accès à un financement fédéral versé dans le *Lake Champlain Basin Program* (LCBP) fondé en 1991. Dans le

cadre du LCBP, un plan d'action (*Opportunities for Action: An Evolving Plan for the Future for the Lake Champlain Basin*) fut développé et adopté en 1996 par le Comité directeur du lac Champlain (*Lake Champlain Steering Committee*), présidé par les gouvernements du Québec, du Vermont et de l'État de New York. Sur ce comité siègent également des représentants du gouvernement fédéral américain, des communautés riveraines ainsi que le comité de bassin de la Corporation du bassin versant de la Baie Missisquoi du côté québécois.

Le LCBP a désigné quatre (4) objectifs comme étant prioritaires : 1) réduire les apports en phosphore dans le lac Champlain afin de favoriser une approche écosystémique de la ressource, 2) préserver la santé des gens et de l'écosystème en réduisant la contamination par des substances toxiques, 3) assurer une meilleure gestion des espèces indigènes afin de protéger l'écosystème et 4) réduire les risques de problèmes de santé occasionnés par les dangers potentiels associés à l'eau. Il est à noter que ce programme est en constante évolution.



Vue panoramique du lac Champlain

A.3 Zone Saint-Laurent

A.3.1 Aperçu de l'organisation spatiale de la zone Saint-Laurent

A.3.1.1 L'occupation du sol de la zone Saint-Laurent

La zone Saint-Laurent représente un lieu dynamique où se côtoient des gens provenant de différents horizons. L'agriculture est la composante qui occupe la plus grande superficie (42,67 %) de la zone Saint-Laurent (tableau A.6). Le milieu urbain (incluant les quartiers résidentiels et les diverses zones industrielles) est également très présent, touchant un peu plus de 42 % du territoire. La zone forestière est d'environ 14 %. Les milieux humides sont dispersés sur environ 1 % de la zone, ce qui est très peu.

En observant la carte A.15, il est possible de constater certaines structures concernant l'occupation du territoire. Les municipalités de Brossard, Saint-Lambert, Longueuil, Boucherville, Sorel-Tracy et Saint-Joseph-de-Sorel jouissent d'une forte urbanisation. Elles représentent également les municipalités les plus peuplées de la zone. Il est également possible d'observer des noyaux urbains dans les autres municipalités du territoire situées à proximité du fleuve Saint-Laurent.

Des zones boisées sont dispersées dans les municipalités de Longueuil, Boucherville, Sainte-Julie, Varennes, Verchères, Contrecoeur et Sorel-Tracy. Les boisés sont cependant concentrés en îlots, contrairement aux massifs forestiers qui s'étendent sur de grandes superficies. Trois de ces îlots touchent également au territoire du bassin versant de la rivière Richelieu puisqu'ils chevauchent la limite territoriale de la zone Saint-Laurent. La zone agricole s'étend dans les municipalités de Boucherville, Sainte-Julie, Varennes, Verchères et Contrecoeur, soit la partie centrale de la zone.

Tableau A.6 Les principales composantes de l'occupation du territoire de la zone Saint-Laurent

Type de milieu	Superficie (km ²)	Proportion du territoire (%)
Zone urbaine	137,8	42,1
Zone agricole	139,8	42,7
Zone forestière	44,3	13,5
Milieux humides	4,1	1,3
Eau	1,2	0,4
Total	327,5	100

Adapté d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2011

Tableau A.7 Les principales composantes de l'occupation du territoire pour les bassins versants de la zone Saint-Laurent

Bassin versant	Superficie totale (km ²)	Agriculture		Eau		Forêt		Milieux humides		Urbain	
		km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Rivière Sabrevois	20,9	10,4	49,6	0,1	0,3	2,1	10,2	0	0	8,3	39,9
Rivière aux Pins	18,8	12,8	68,4	0	0	0,4	2,4	0,1	0,6	5,4	28,7
Rivière Saint-Charles	87,8	52,5	59,7	0,2	0,2	19,4	22,0	0,8	0,9	15,0	17,1
Rivière Notre-Dame	21,4	17,5	82,0	0	0	0,3	1,5	0	0	3,5	16,5
Rivière Jarret	14,0	12,2	86,9	0	0	0,1	0,5	0	0	1,8	12,6
Zone résiduelle Nord	75,0	31,9	42,5	0,6	0,8	19,0	25,4	3,1	4,1	20,1	26,8
Zone résiduelle Sud	89,6	2,5	2,8	0,3	0,4	3,0	3,3	0,1	0,1	83,6	93,3

Adapté d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2011

Tableau A.8 Municipalités de la zone Saint-Laurent

Municipalités	Pourcentage de superficie terrestre incluse dans la zone	Pourcentage de la superficie des municipalités dans la zone	Pourcentage de la superficie inclus dans la zone et le bassin versant*	Population incluse dans la zone	Superficie incluse dans la zone	Superficie totale
	%	%	%	Habitants	km ²	
Boucherville	83,0	14,8	100	34 429	67,19	80,82
Brossard	29,1	4,6	41,4	24 731	15,20	52,12
Calixa-Lavallée	1,2	0,1	100	6	0,39	32,72
Contrecoeur	76,0	11,4	100	5 497	37,59	88,24
Longueuil	45,1	16,9	90,9	108 767	55,38	122,69
Saint-Amable	8,7	1,0	100	1047	3,20	36,92
Saint-Bruno-de-Montarville	0,7	0,1	100	193	0,30	43,17
Saint-Joseph-de-Sorel	89,6	0,3	100	1 429	1,06	1,42
Saint-Lambert	100	2,2	100	21 894	7,28	7,28
Saint-Roch-de-Richelieu	1,9	0,2	100	41	0,66	36,68
Sainte-Julie	36,2	5,4	100	10 958	17,66	48,84
Sorel-Tracy	13,0	2,4	51,6	4 546	7,75	59,54
Varenes	99,9	26,6	100	21 460	87,08	87,08
Verchères	71,9	13,9	100	4 193	45,64	69,68
Zone Saint-Laurent	100	100	100	238 700	327,5	758,8

* Bassin versant de la rivière Richelieu

Adapté de Géomont, 2009, COVABAR, 2009, MAMOT, 2014

A.3.2 Milieu physique

A.3.2.1 Géologie

La zone Saint-Laurent est située sur la plate-forme du Saint-Laurent (carte A.14), aussi appelée Basses-Terres du Saint-Laurent. Les Basses-Terres du Saint-Laurent sont caractérisées par un relief plutôt plat et par une basse altitude (souvent moins de 100 m.). Le sous-sol date du Paléozoïque et est formé par des roches sédimentaires telles que des grès, des calcaires et des schistes. Structurellement, les Basses-Terres du Saint-Laurent sont enchâssées entre les provinces de Grenville au nord et les Appalaches au sud (Bourque, 2004; COVABAR, 2009).

Dans la partie plus au nord du territoire, les roches sédimentaires sont principalement composées de shales et de grès, alors que pour la partie plus au sud, elles sont caractérisées par une dominance de calcaire (carte A.16).

A.3.2.2 Topographie de la zone Saint-Laurent

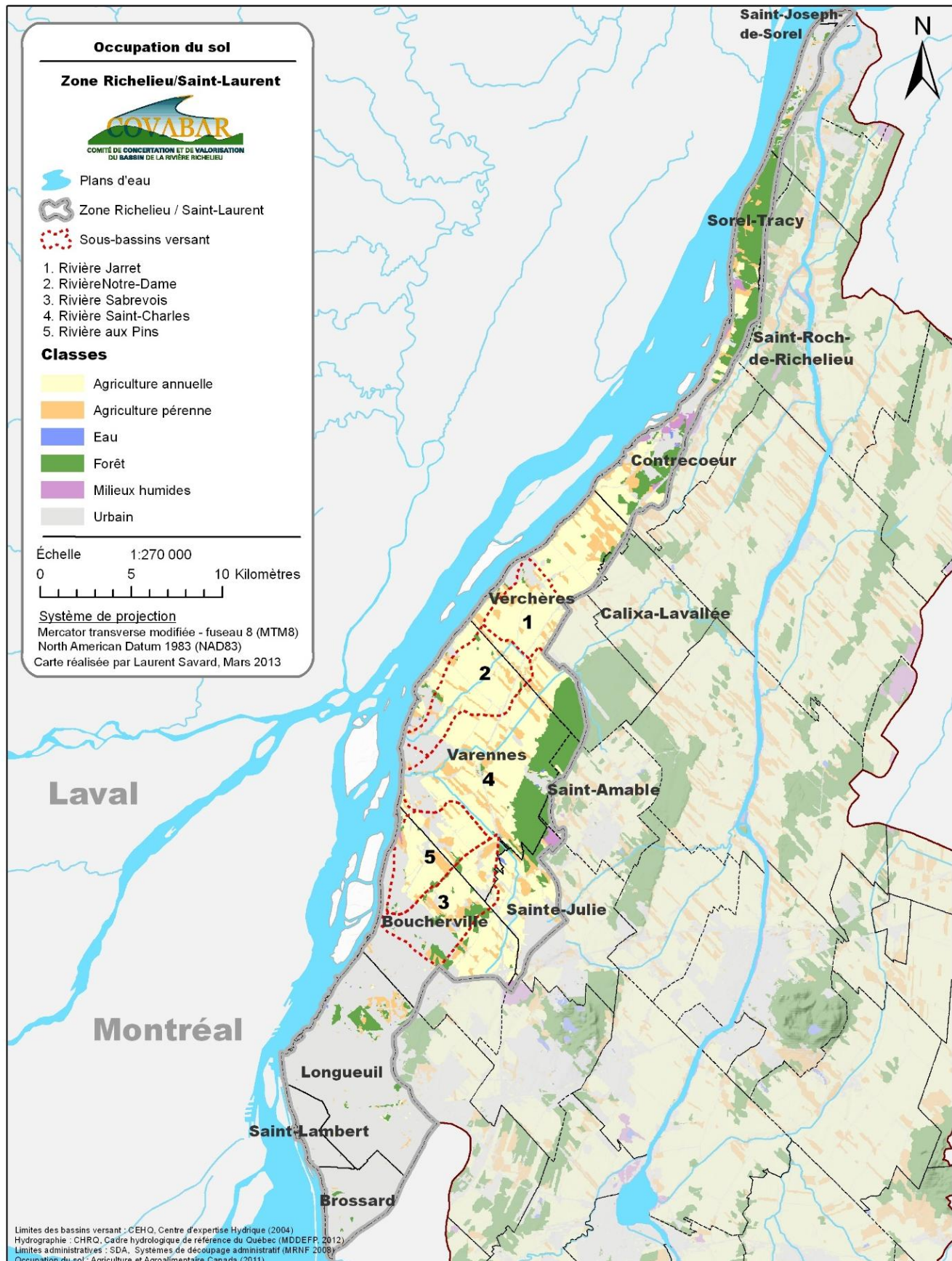
Le paysage de la zone (carte A.17) est caractérisé par un relief aplani variant de 0 à 50 mètres au-dessus du niveau de la mer. Il est cependant possible de remarquer une augmentation de l'altitude plus on s'éloigne du fleuve Saint-Laurent.

Carte A.14 Les provinces géologiques du Québec et du Labrador

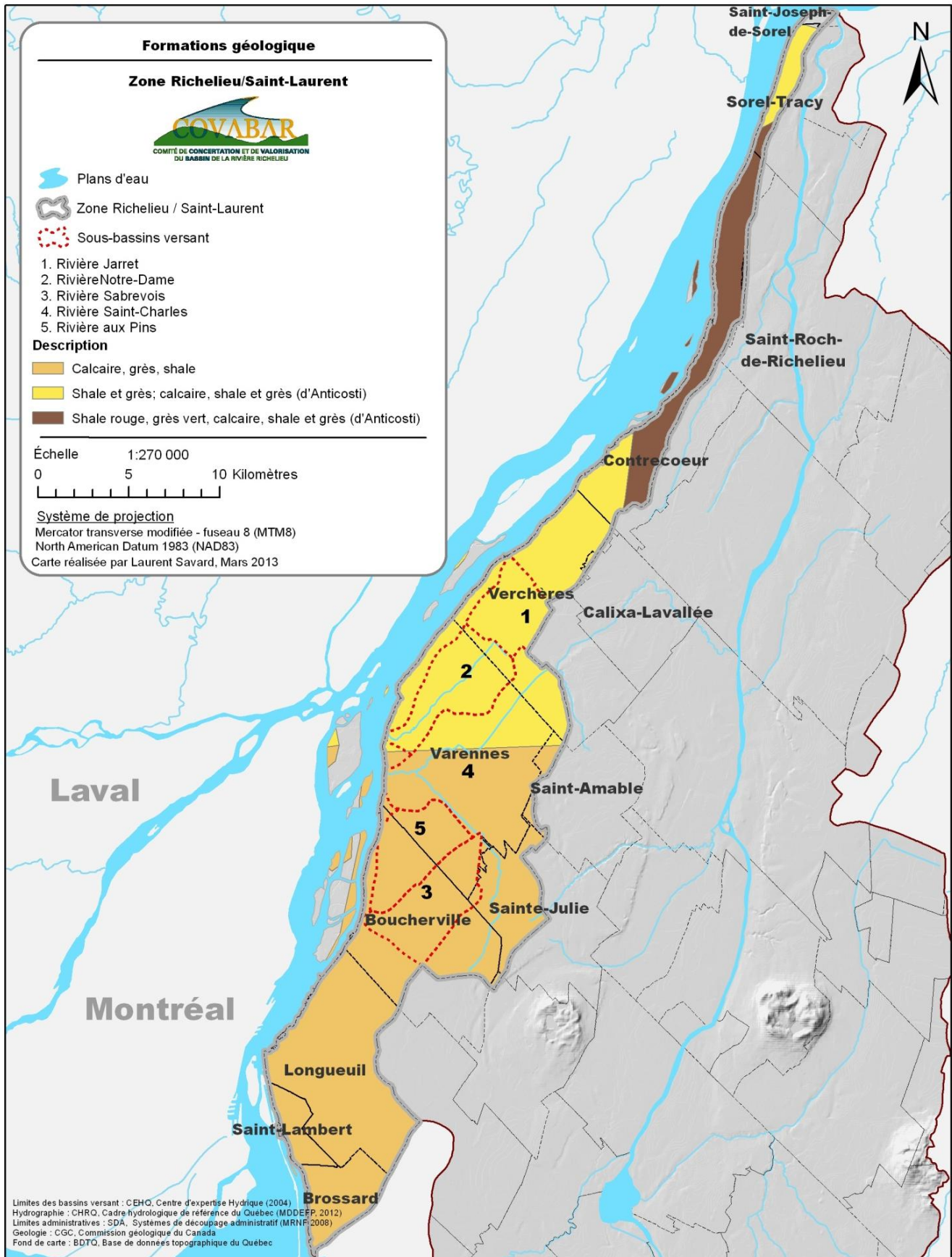


Source : Bourque . 2004

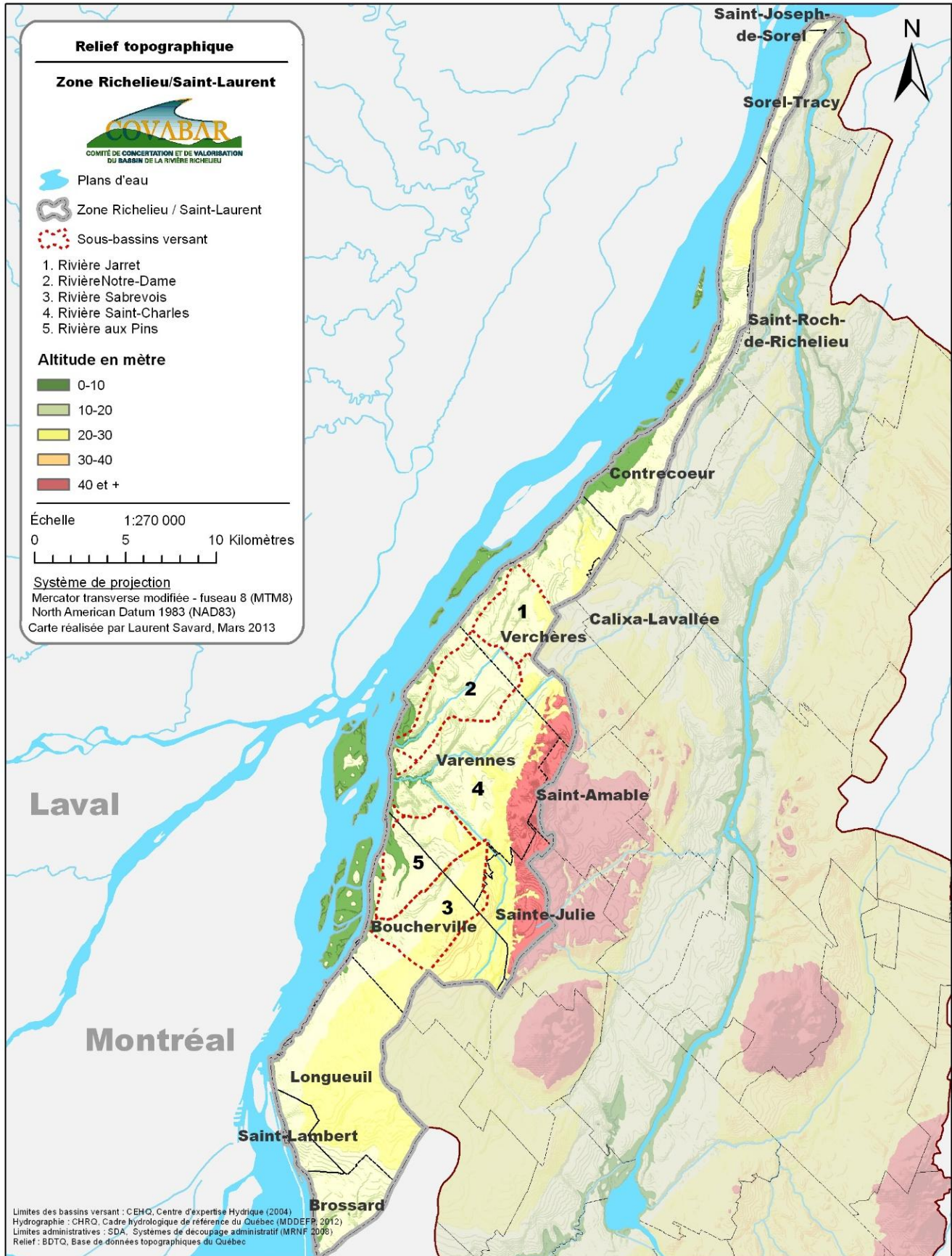
Carte A.15 Occupation du sol de la zone Saint-Laurent



Carte A.14 Géologie de la zone Saint-Laurent



Carte A.15 Relief de la zone Saint-Laurent



A.3.3 Climatologie régionale

La zone Saint-Laurent est située dans la région méridionale du Québec qui est l'une des plus chaudes et des plus humides de la province. En raison de sa position géographique, la zone Saint-Laurent bénéficie des conditions climatiques parmi les plus clémentes au Québec. La température moyenne a pu être établie à partir des relevés de trois stations météorologiques d'Environnement Canada (Montréal/Saint-Hubert, Verchères et Sorel). Elle est de -10,7 °C en janvier et de 20,9 °C en juillet. Les précipitations moyennes annuelles enregistrées correspondent à 801,8 mm de pluie et à 209 cm de neige pour un total de précipitation de 1010,8 mm par an (tableau A.9 et figure A.10).

Selon la classification de Litynski qui divise le climat mondial en 15 classes (au Québec ce nombre est diminué à 12 classes), la zone Saint-Laurent est située dans la région climatique qui correspond à un climat continental modéré subhumide à hiver froid, à été chaud et à de longues saisons de croissance végétative (180 à 209 jours).

Tableau A.9 Le climat de la zone Saint-Laurent

Région	T° moyenne en juillet (°C)	T° moyenne en janvier (°C)	T° moyenne annuelle (°C)	Précipit. pluie/an (mm)	Précipit. neige/an (cm)	Précipit. total/an (mm)	Nb jrs avec T° max. > 0°
Zone Saint-Laurent*	20,9	-10,7	6,0	801,8	209,0	1010,8	283,9
La Montérégie	20,3	-10,2	6,0	825,1	213,5	1038,6	285,0
Le Québec	19,0	-12,0	4,0	881,3	337,0	1218,3	265,0

*Les stations prises en compte sont Montréal/Saint-Hubert, Verchères et Sorel.
Adapté de COVABAR, 2009 ; Archives nationales d'information et de données climatologiques, 2009

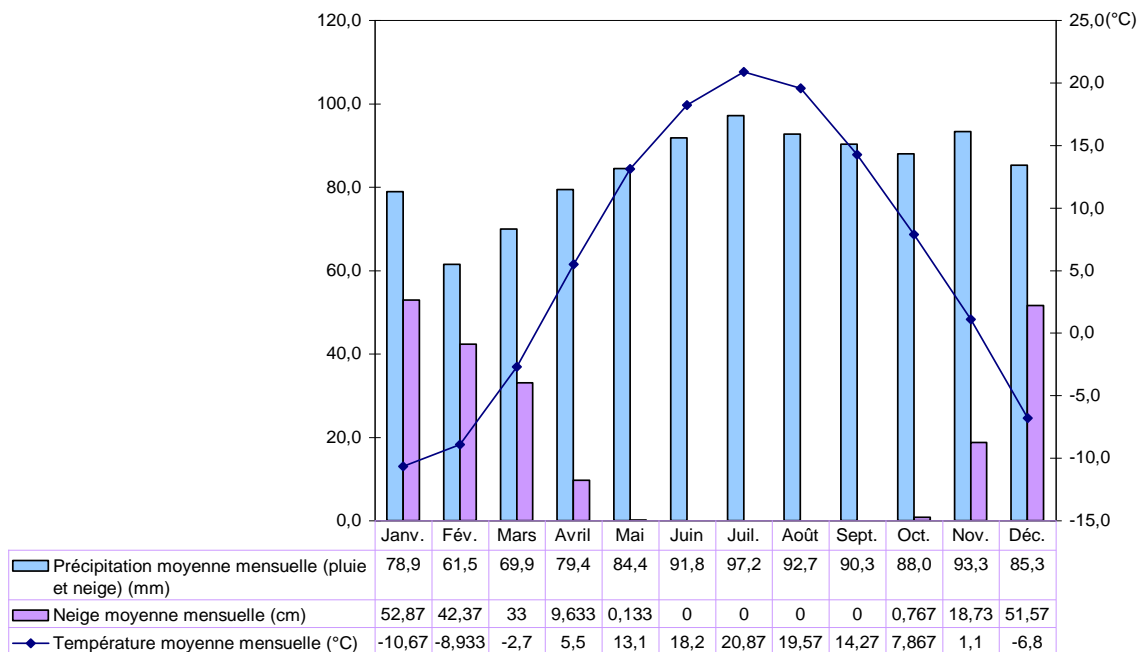


Figure A.10 Températures et précipitations moyennes mensuelles de la zone Saint-Laurent

Adapté des Archives nationales d'information et de données climatologiques, 2009

A.3.4 Répartition de la population de la zone Saint-Laurent

Avec une population de 238 700 habitants, la zone Saint-Laurent possède une densité humaine moyenne de 680 hab./km². Par contre, il existe une grande inégalité entre les municipalités dans la répartition de la densité humaine sur le territoire (carte A.18). Ainsi, les municipalités de Brossard, Saint-Lambert et Longueuil ont les densités de population les plus élevées de la zone. Cette forte densité de population peut s'expliquer par leur proximité de Montréal et de nombreux axes de transport¹.

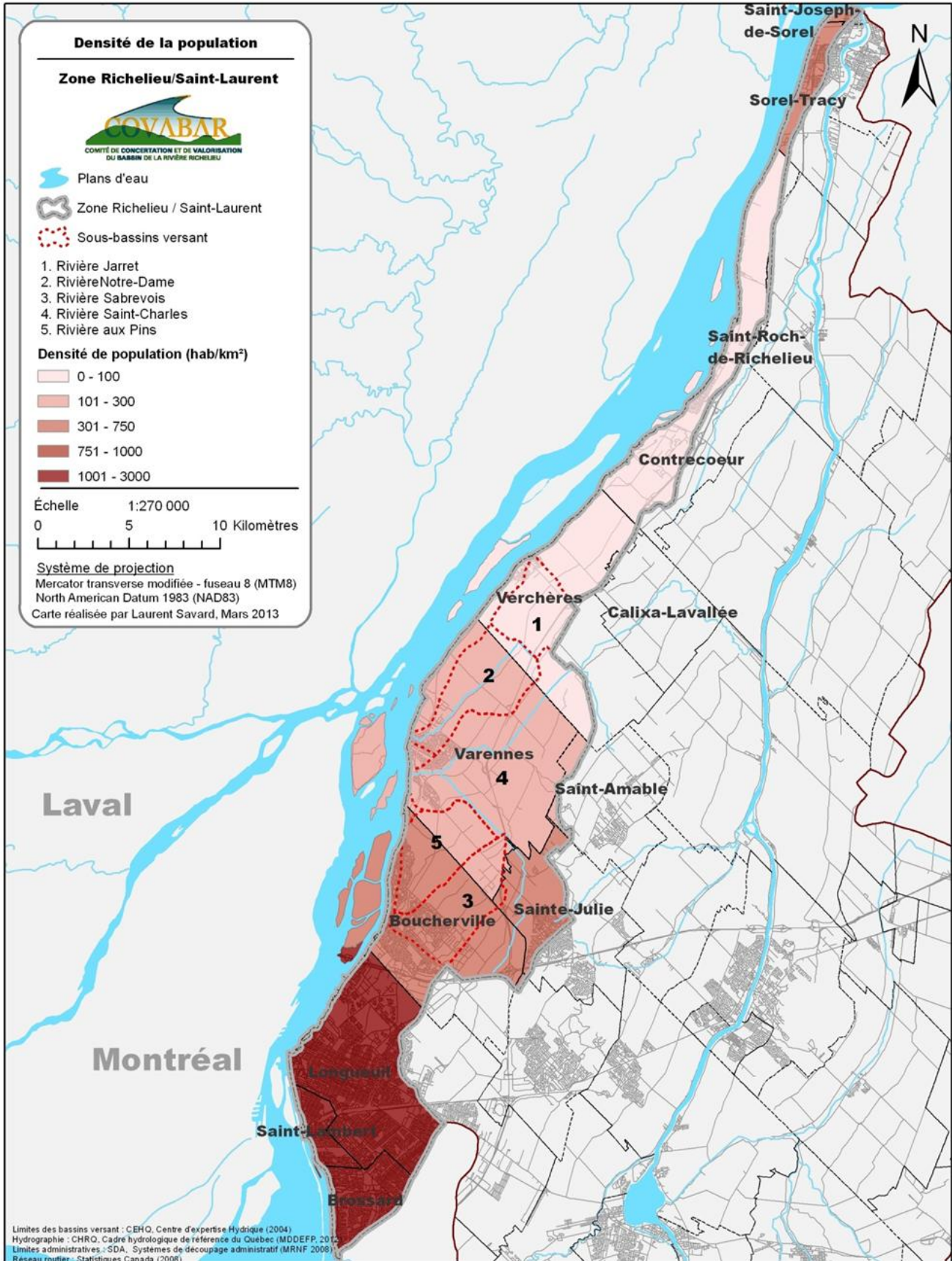
D'ailleurs, cette banlieue-dortoir a permis l'établissement de liens étroits avec Montréal, sur le plan de la démographie, mais également du marché du travail, des échanges commerciaux, de la culture et des loisirs (CRÉ de Longueuil, 2007).

Deux types d'occupation du sol, urbain et agricole, sont présents dans les villes de Boucherville et Sainte-Julie (carte A.14). Du côté des municipalités de Varennes, Saint-Amable, Verchères et Contrecoeur, qui ont les densités de population les plus faibles de la zone, l'agriculture est la plus présente. La zone urbaine de ces municipalités est localisée en un noyau. Enfin, les municipalités de Sorel-Tracy et de Saint-Joseph-de-Sorel ont une forte proportion urbaine dans les limites de la zone, d'où une densité de population élevée.

¹ Axes de transport présents dans l'agglomération de Longueuil :

- station de métro;
- axes routiers : pont Victoria, pont Jacques-Cartier, pont Champlain, tunnel Louis-Hippolyte-Lafontaine, route 132 et 116, autoroutes 10, 20 et 30;
- axe maritime : port de Montréal;
- axe ferroviaire.

Carte A.16 Les municipalités de la zone Saint-Laurent selon leur densité de population



A.4 ANNEXES

Annexe A.1 Municipalités du bassin versant de la rivière Richelieu, population incluse dans le territoire et densité d'occupation du sol

MRC	Municipalités	Population	Superficie (km ²)	Taux d'inclusion dans le bassin versant (%)	Superficie incluse dans le bassin versant (km ²)	Population incluse dans le bassin versant	Densité hab./km ²
La Vallée-du-Richelieu	Belœil	21 921	25,49	100	25,49	21 921	851
	Carignan	8 649	65,07	100	65,07	8 649	128
	Chambly	27 985	27,53	100	27,53	27 985	1 009
	McMasterville	5 657	3,38	100	3,38	5 657	1 700
	Mont-Saint-Hilaire	18 877	45,38	100	45,38	18 877	415
	Otterburn Park	8 485	5,70	100	5,70	8 485	1 486
	Saint-Antoine-sur-Richelieu	1 690	67,88	100	67,88	1 690	25
	Saint-Basile-le-Grand	17 032	36,84	100	36,84	17 032	463
	Saint-Charles-sur-Richelieu	1 643	66,54	92,76	61,72	1 524	25
	Saint-Denis-sur-Richelieu	2 311	86,28	96,18	82,98	2 223	27
	Saint-Jean-Baptiste	3 232	72,88	100	72,88	3 232	45
	Saint-Marc-sur-Richelieu	2 164	62,32	100	62,32	2 164	34
	Saint-Mathieu-de-Belœil	2 681	39,31	100	39,31	2 681	68
Marguerite-D'Youville	Calixa-Lavallée	496	32,72	98,84	32,34	490	16
	Contrecoeur	7 234	87,63	24,01	21,04	1 737	79
	Saint-Amable	12 078	36,92	91,33	33,72	11 031	321
	Sainte-Julie	30 270	48,87	63,80	31,18	19 312	621
	Varenes	21 466	114,22	0,03	0,03	6	186
	Verchères	5 832	85,09	28,11	23,92	1 639	69
Pierre-De-Saurel	Sainte-Victoire-de-Sorel	2 497	76,29	23,90	18,23	597	34
	Saint-Joseph-de-Sorel	1 594	3,28	10,37	0,34	165	509
	Saint-Ours	1 684	60,96	89,11	54,32	1 501	29
	Saint-Roch-de-Richelieu	2 192	36,70	98,15	36,02	2 151	61
	Sorel-Tracy	34 967	66,64	34,48	22,98	12 057	528
Le Haut-Richelieu	Henryville	1 445	69,28	100	69,28	1 445	21
	Lacolle	2 718	53,32	100	53,32	2 718	51
	Mont-Saint-Grégoire	3 140	81,16	94,87	77	32 979	39
	Noyan	1 310	49,76	100	49,76	1 310	27
	Saint-Alexandre	2 560	75,99	75,79	57,59	1 940	34

MRC	Municipalités	Population	Superficie (km ²)	Taux d'inclusion dans le bassin versant (%)	Superficie incluse dans le bassin versant (km ²)	Population incluse dans le bassin versant	Densité hab./km ²
Le Haut-Richelieu	Saint-Blaise-sur-Richelieu	1 878	71,98	100	71,98	1 878	25
	Sainte-Anne-de-Sabrevois	2 110	48,42	100	48,42	2 110	43
	Sainte-Brigide-d'Iberville	1 394	70,69	0,17	0,12	2	19
	Saint-Georges-de-Clarenceville	1 061	81,37	52,50	42,72	557	13
	Saint-Jean-sur-Richelieu	94 860	233,74	100	233,74	94 860	405
	Saint-Paul-de-l'île-aux-Noix	1 901	37,23	100	37,23	1 901	51
	Saint-Sébastien	759	63,72	66,43	42,33	504	12
	Saint-Valentin	461	39,36	100	39,36	461	12
	Venise-en-Québec	1 636	20,21	22,81	4,61	373	81
Les Jardins-de-Napierville	Hemmingford village	832	0,91	100	0,91	832	914
	Hemmingford canton	1 801	157,51	38	59,85	684	12
	Napierville	3 629	4,49	100	4,49	3 629	808
	Saint-Édouard	1 355	52,51	3,73	1,96	1 355	26
	Saint-Bernard-de-Lacolle	1 465	113,42	100	113,42	1 465	13
	Saint-Cyprien-de-Napierville	1 910	97,91	100	97,91	1 910	20
	Saint-Jacques-le-Mineur	1 578	67,68	58	39,25	915	24
	Saint-Patrice-de-Sherrington	1 953	92,57	63	58,32	1 230	22
Les Maskoutains	La Présentation	2 541	94,70	25,35	24,01	644	27
	Saint-Bernard-de-Michaudville	534	65,84	97,63	64,28	521	8
	Saint-Damase	2 524	80,69	15,00	12,1	379	31
	Sainte-Madeleine	2 375	5,34	100	5,34	2 375	453
	Sainte-Marie-Madeleine	2 952	49,76	75,54	37,59	2 230	60
	Saint-Hyacinthe	54 627	191,28	0,10	0,19	55	286
	Saint-Jude	1 279	77,81	21,19	16,49	271	16
	Saint-Louis	782	48,40	2,75	1,33	22	16
Villes hors MRC	Boucherville	41 466	80,92	16,97	13,73	7 037	512
	Brossard	84 813	52,12	12,13	6,32	10 288	1 600
	Longueuil	240 954	122,69	40,15	49,26	96 743	1 939
	Saint-Bruno-de-Montarville	26 851	43,18	99,28	42,87	26 658	616

MRC	Municipalités	Population	Superficie (km ²)	Taux d'inclusion dans le bassin versant (%)	Superficie incluse dans le bassin versant (km ²)	Population incluse dans le bassin versant	Densité hab./km ²
Roussillon	La Prairie	24 336	54,66	7,36	4,02	1 791	442
	Saint-Philippe	5 978	61,89	2,59	1,60	155	96
Rouville	Marieville	10 799	62,71	100	62,71	10 799	170
	Richelieu	5 469	32,43	100	32,43	5 469	170
	Rougemont	2 817	44,39	42,98	19,08	1 211	63
	Sainte-Angèle-de-Monnoir	1 902	44,98	64,61	29,06	1 229	42
	Saint-Mathias-sur-Richelieu	4 676	50,01	100	50,01	4 676	94
Totaux						469 113	

* À noter que seules les municipalités possédant au moins une superficie de 2 km² d'inclusion dans le bassin versant ont été retenues

** Sources : Répertoire des municipalités, MAMROT, 2014
Limites administratives : SDA, Système de découpage administratif.

B. L'eau

B.1 Hydrographie

B.1.1 Bassin versant de la rivière Richelieu

B.1.1.1 La rivière Richelieu et ses principaux tributaires

La rivière Richelieu, longue de 124 km, prend sa source dans le lac Champlain et se jette dans le fleuve Saint-Laurent près des îles de Sorel. Sur son trajet, elle draine les eaux de plus de 3 500 km de cours d'eau qui sillonnent son bassin versant.

Parmi les tributaires les plus importants de la rivière Richelieu (carte B.1), notons la rivière l'Acadie (530 km), la rivière des Hurons (334 km), la rivière du Sud (145 km) et la rivière Lacolle (126 km). Elle draine également d'importants ruisseaux tels que le ruisseau Laplante (112 km), le ruisseau Belcœil (103 km) et le ruisseau Amyot (94 km).

Comme l'indique la figure B.1, la rivière Richelieu présente une pente moyenne de 0,3 m/km de la source à son embouchure (tableau B.1), ce qui équivaut à une dénivellation totale de plus de 33 m. Très faible (0,3 m/km) sur le tronçon de 35 km qui s'étend de l'exutoire du lac Champlain à Saint-Jean-sur-Richelieu, la dénivellation augmente significativement au niveau des rapides de Chambly où elle atteint près de 25 m en 12 km (~2 m/km). Par la suite, la pente diminue à nouveau et, mis à part dans la section des rapides de Saint-Ours (3 m), aucun changement notable ne survient.

De leur côté, les principaux tributaires alimentant la rivière Richelieu ont une pente moyenne légèrement supérieure à celle de cette dernière (près de 1 m/km), à l'exception de la rivière Lacolle qui possède une pente un peu plus accentuée (1,5 m/km).

Dénivelé de la rivière Richelieu et de ses tributaires

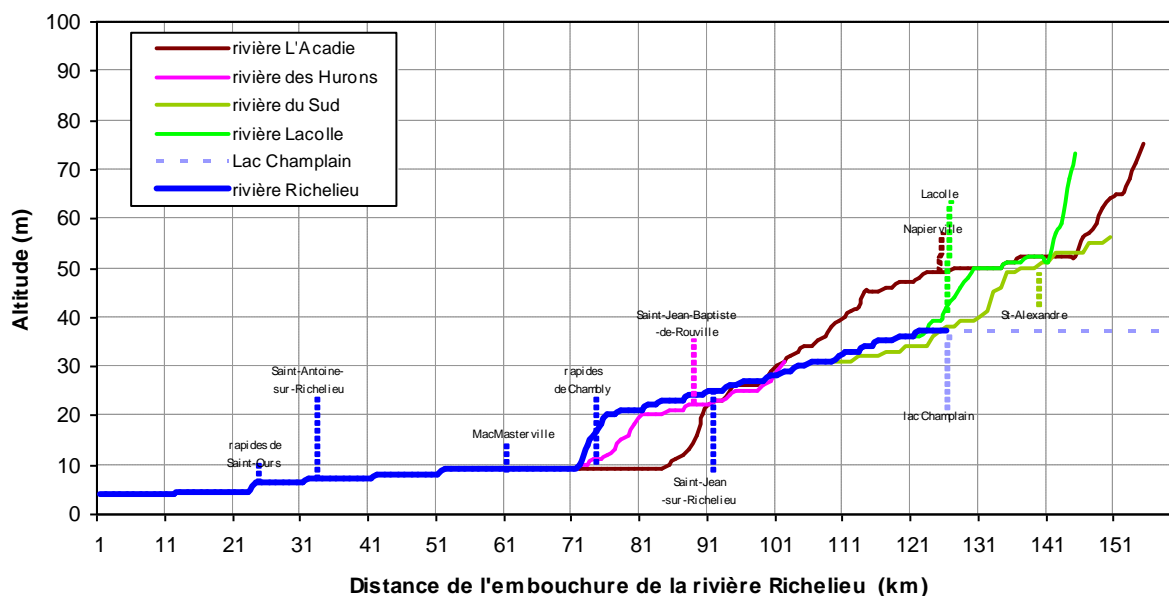


Figure B.1 Profil de la rivière Richelieu et de ses principaux tributaires

Carte B.1 Les principaux tributaires de la rivière Richelieu et leur bassin versant

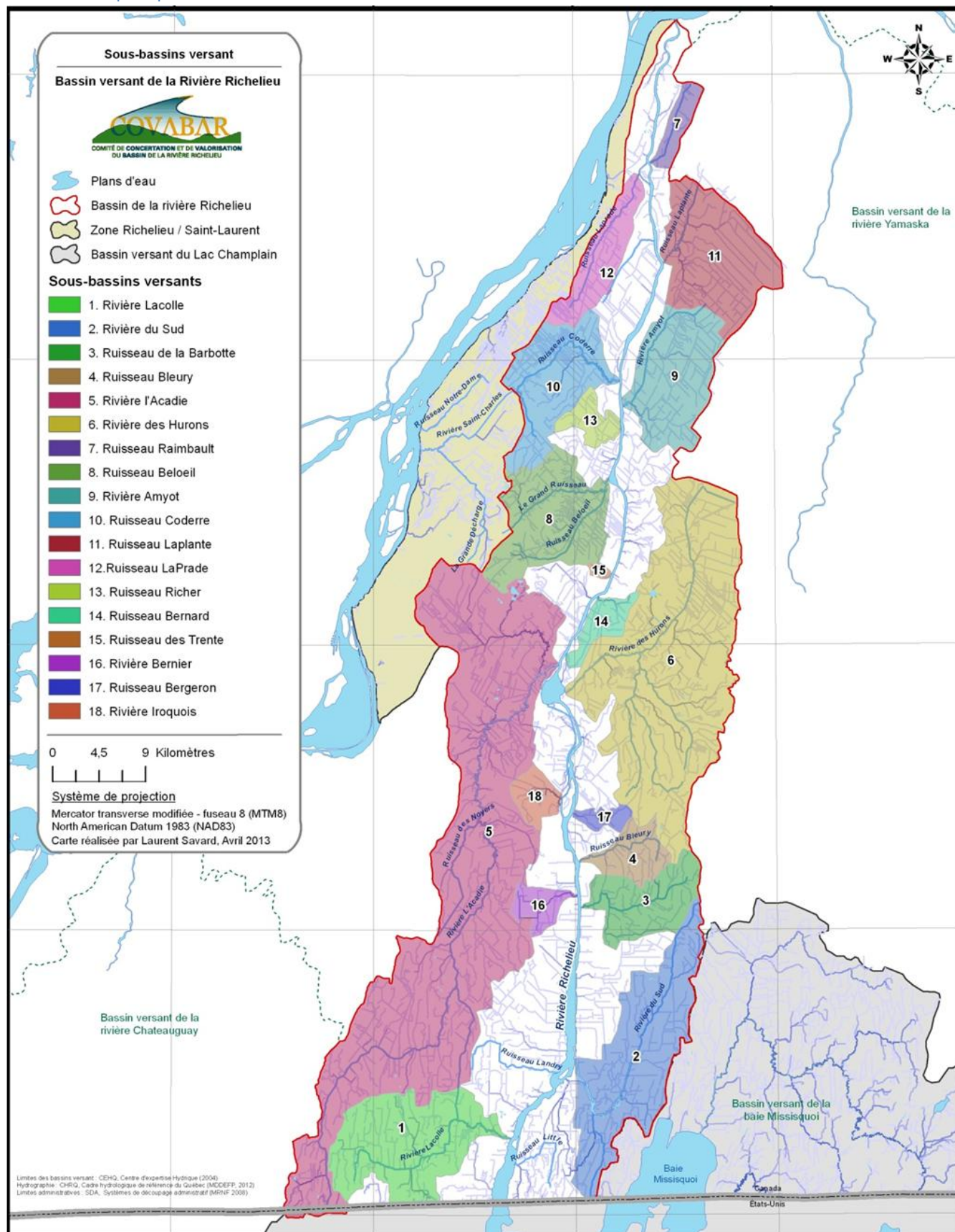


Tableau B.1 Caractéristiques hydrographiques de la rivière Richelieu et de ses principaux tributaires

	Longueur (km)	Superficie du bassin (km ²)	Dénivellation (m)	Pente moyenne (m/km)
Rivière Richelieu	124	2 546	33	0,3
Rivière l'Acadie	82	563	66	0,8
Rivière des Hurons	33	344	21	0,6
Rivière du Sud	34	154	24	0,7
Rivière Lacolle	24	126	36	1,5

Ce sont dans les premiers 25 km allant de la frontière américaine à quelques encablures en aval de l'Île-aux-Noix que la rivière atteint sa plus grande largeur (+ de 1,5 km). De Sabrevois jusqu'à son embouchure, la rivière se rétrécit considérablement pour atteindre une largeur moyenne n'excédant pas 300 m. Dans sa portion finale, la largeur diminue encore jusqu'à 150 m à la hauteur du pont Turcotte à Sorel-Tracy.

La profondeur maximum (9 m) est observée dans le chenal localisé au niveau de la zone portuaire de Sorel-Tracy, à l'embouchure de la rivière Richelieu. Ce chenal permet d'ailleurs les manœuvres et l'accostage de navires à fort tonnage dans le secteur. Tout au long de son cours, la configuration des fonds est relativement semblable, à savoir la présence d'un chenal, souvent étroit, dont la profondeur varie entre 4 et 8 m, bordé de part et d'autre de hauts-fonds d'une profondeur fréquemment inférieure à 1 m. Les profondeurs retrouvées dans la zone des rapides de Chambly sont très faibles (moins de 1 m) avec des endroits où les rochers affleurent la surface. Le bassin de Chambly est, quant à lui, caractérisé par des profondeurs faibles (1 m) dans toute sa périphérie et qui varient entre 2,5 et 6,5 m dans son centre.

Notons que les données bathymétriques utilisées plus haut sont issues de relevés effectués au début des années 1980 par le Service hydrologique du Canada. Or, nous pouvons supposer qu'en plus de 20 ans, des modifications importantes des fonds se sont produites et en bénéficiant de nouveaux relevés, une étude pourrait être entreprise pour évaluer le phénomène d'envasement dans la rivière, en particulier au niveau du bassin de Chambly. Ce dernier est en effet soumis à un processus d'envasement vraisemblablement plus rapide qu'ailleurs du fait de sa forme élargie qui amène une diminution du courant, entraînant un processus de décantation des matières en suspension provenant des zones en amont de la rivière Richelieu et de la rivière des Hurons. D'ailleurs, cette dernière a une teneur en matières en suspension problématique (voir la section B.4 sur la qualité des eaux de surface du bassin versant). Une étude est d'autant plus pertinente suite aux inondations du printemps 2011. Dans le refuge faunique Pierre-Étienne-Fortin, des agents de sensibilisation ont d'ailleurs observé de nombreux changements (COVABAR, 2014)



Au premier plan : les rapides de Saint-Jean. En arrière-plan : le pont de la voie de chemin de fer (CP) et le pont Guin

B.1.1.2 Les plans d'eau du bassin versant

À l'échelle du bassin versant, 864 plans d'eau ont été identifiés représentant un total de 4,36 km² (MDDEFP, 2012). La très grande majorité (90 %) des plans d'eau répertoriés sont de très petites dimensions (- de 0,01 km²) et beaucoup d'entre eux sont des bassins ou des étangs artificiels utilisés pour l'irrigation agricole ou à des fins ornementales. Le principal plan d'eau est le bassin de Chambly (4,61 km²) (tableau B.2). Les autres lacs se situent aléatoirement sur le territoire et, entre autres, dans trois des Montérégiennes.



Le lac Hertel (Mont-Saint-Hilaire)

Tableau B.2 Vocation et utilisation des principaux lacs du bassin versant

Lac	Municipalité	Superficie (km ²)	Vocation/utilisation
Lac Hertel	Mont-Saint-Hilaire	0,33	Conservation (Centre de la nature du Mont-Saint-Hilaire), activités d'interprétation
Lac Seigneurial	Saint-Bruno-de-Montarville	0,42	Lacs reliés en réseau. Source d'eau potable d'une petite partie de la municipalité de Saint-Bruno-de-Montarville, conservation (parc national du Mont-Saint-Bruno), activités d'interprétation
Lac des Bouleaux		0,12	
Lac du Moulin		0,12	
Lac à la Tortue		0,02	
Lac des Atocas		0,007	
Lac du Village		0,02	
Lac Saint-Damase	Saint-Damase	0,02	Pêche, activités d'interprétation
Bassin de Chambly	Chambly, Saint-Mathias-sur-Richelieu et Carignan	4,61	Source d'eau potable, sports nautiques, pêche
Lac des Outardes	Sainte-Julie	0,01	Sports nautiques
Lac des Sables	Saint-Charles-sur-Richelieu	0,07	Sports nautiques, baignade (plage du camping domaine Madalie)
Lac Cristal	Saint-Bernard-de-Lacolle	0,02	Sports nautiques
Étang John	Venise-en-Québec	0,04	Pêche
Lac Hermas	Hemmingford	0,02	Sports nautiques, baignade (plage du camping Canne de bois)

Source : Superficie Cadre de référence hydrologique du Québec, MDDEFP, 2012

B.2 Zone Saint-Laurent

Dans la zone Saint-Laurent, cinq tributaires principaux sont présents. Le centre d'expertise hydrique du Québec a d'ailleurs défini les bassins versants qu'ils drainent (tableau B.3 et carte B.2). Deux zones résiduelles sont également présentes avec des caractéristiques différentes. La zone résiduelle sud est principalement à vocation urbaine et très peu de cours d'eau sont présents, ceux-ci ayant été canalisés. La zone résiduelle nord est fortement à vocation agricole, mais également avec la présence de milieux naturels et une partie urbaine très au nord. Aucune station de suivi du niveau d'eau ou des débits n'est présente sur les cours d'eau situés dans la zone Saint-Laurent.

Tableau B.3 Superficie des bassins versants présents dans la zone Saint-Laurent

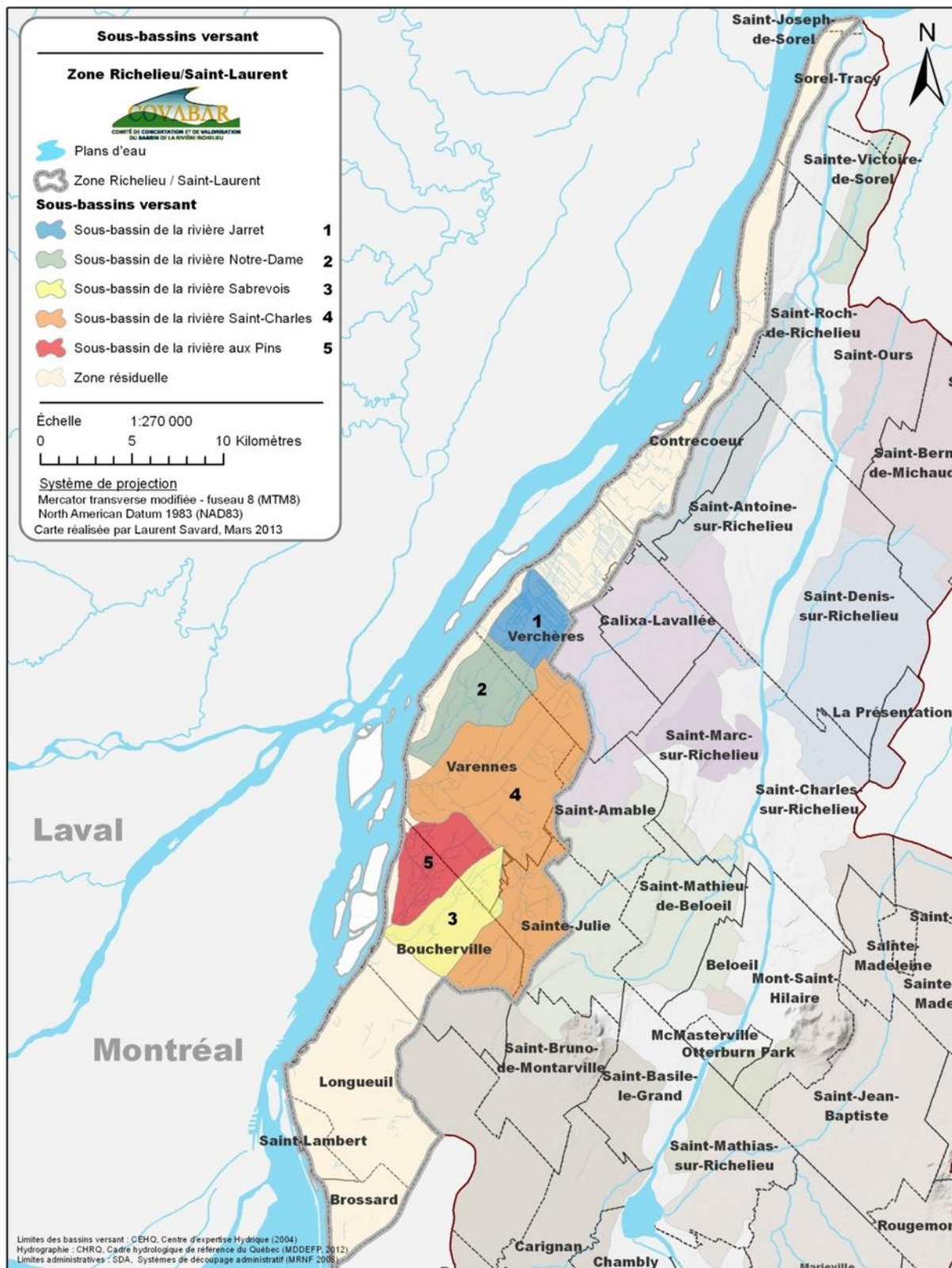
Rivière	Superficie du bassin versant (km)	Longueur des cours d'eau (km)
Rivière aux Pins	19	42,8
Rivière Sabrevois	21	25,7
Rivière Saint-Charles	88	139,1
Rivière Notre-Dame	21	36,9
Rivière Jarret	14	69,0
Zone résiduelle nord	75	145,1
Zone résiduelle sud	90	16,8

Source : Centre d'expertise hydrique du Québec

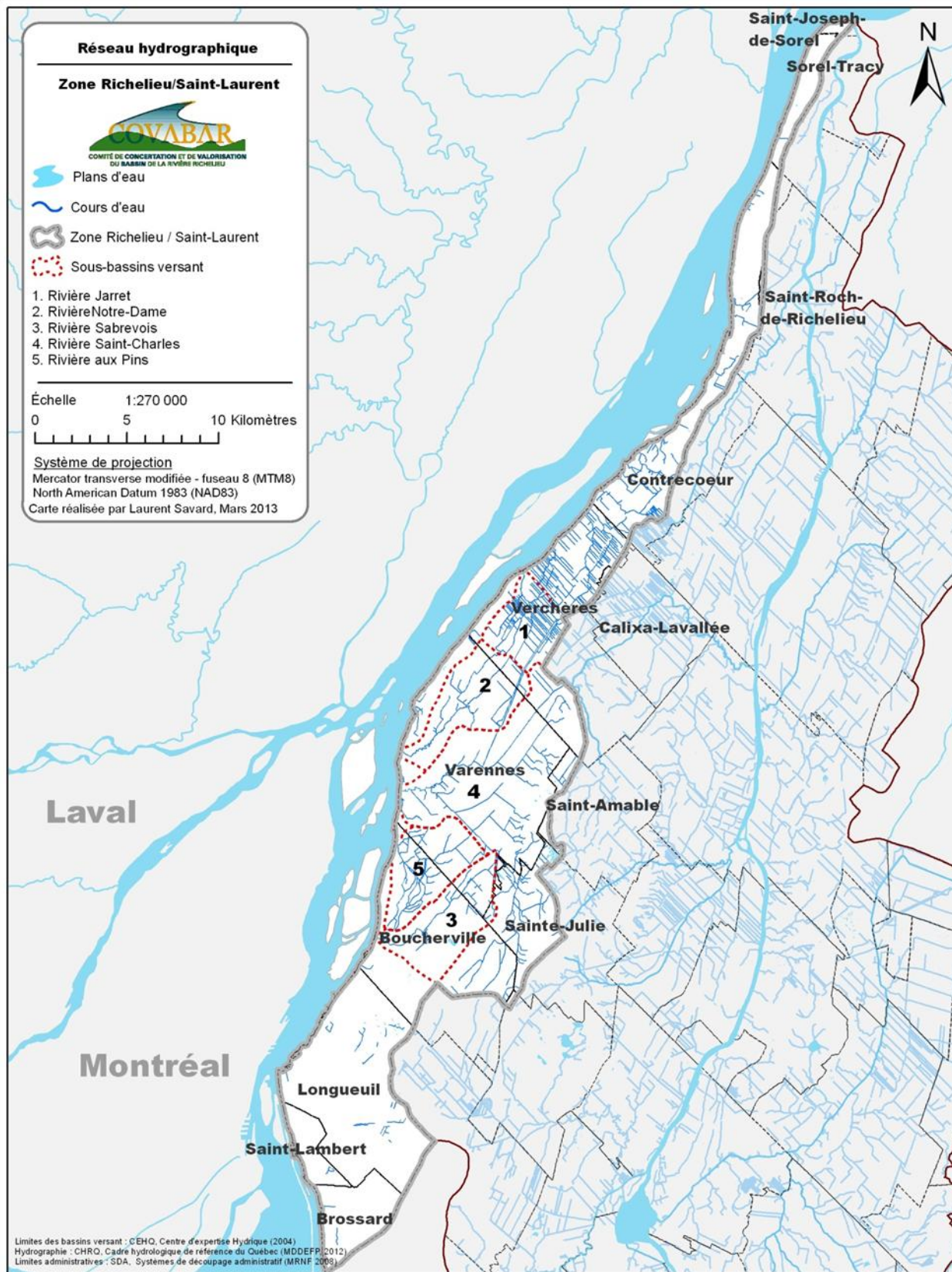
B.2.1 Les plans d'eau

Dans la zone Saint-Laurent, 99 plans d'eau sont présents et représentent un total de 0,6 km² (MDDEFP, 2012). Près de 90 % de ceux-ci sont de très petites dimensions (- de 0,01 km). Leur présence est fortement dans la partie agricole du territoire.

Carte B.2 Bassin versant de la zone Saint-Laurent



Carte B.3 Réseau hydroïque de la zone Saint-Laurent



B.3 Aperçu hydrologique

Les données utilisées pour mesurer l'évolution de l'écoulement annuel du Richelieu ont été obtenues à la station hydrométrique des rapides de Fryers (ville de Chambly). Le tableau B.4 révèle que la période de crue printanière se situe habituellement entre le début du mois de mars et la fin du mois de juin alors que la période d'étiage estivale survient vers le mois de septembre. Le tableau B.5 présente les débits spécifiques d'étiage sur la rivière L'Acadie et la rivière des Hurons.

Tableau B.4 Données hydrologiques de la rivière Richelieu et de deux principaux tributaires pour la période allant de 2008 à 2010

Rivière	Débit moyen (m/s)	Débit maximal (m/s)	Débit minimal (m/s)	Étiage estival (m/s)
Richelieu (station 030401)	441,7	1 060	145	122.4 *
L'Acadie (station 030421)	5.6	131.8	0.1009	0.12 **
Des Hurons (station 030415)	5.8	87.35	0.1738	0.15 ***

* Données 1974-2003

** Données 1980-2008

*** Données 1974-2008

Adapté de CEHQ, 2015

Tableau B.5 Débits spécifiques d'étiage sur les tributaires de la rivière Richelieu

Station	Nom	Superficie (km)	Étiages spécifiques annuels (l/s/km)			Étiages spécifiques estivaux (l/s/km)			Période utilisée
			Q _{2,7}	Q _{10,7}	Q _{5,30}	Q _{2,7}	Q _{10,7}	Q _{5,30}	
030415	Des Hurons	316	0,45	0,23	0,49	0,49	0,22	0,50	1974-2008
030421	L'Acadie	368	0,30	0,13	0,33	0,33	0,15	0,36	1980-2008

Adapté de CEHQ, 2015

Il est à noter que le rapport entre les débits de crue et d'étiage est relativement faible pour la rivière Richelieu. Cette régularisation du débit est expliquée par la présence du lac Champlain et de sa grande capacité d'emmagasinement d'eau. Par ailleurs, le débit moyen annuel au cours de la période 2008 à 2010 (441,7 m³/s) est plus important que le débit moyen de 341,8 m/s observé entre 2001 et 2003 et le débit moyen historique de 341 m/s observé entre 1937 et 1996. Le débit pour l'année 2010 est, quant à lui, de 428 m/s.

B.4 Qualité des eaux de surface

Les modifications du territoire résultant des activités humaines interfèrent avec le cycle de l'eau en redéfinissant les échanges entre les différents compartiments de l'écosystème ainsi que le régime d'écoulement des eaux. En manipulant le potentiel d'infiltration des sols, en les exposant à l'érosion, en augmentant la charge en substances nutritives et toxiques sur un territoire donné et en affectant les fonctions épuratrices naturelles du système écologique, les sociétés humaines provoquent une variation des caractéristiques des eaux de surface et des eaux souterraines. Il est alors possible d'observer des dégradations de l'état écologique des milieux aquatiques.

B.4.1 Les facteurs qui influencent la qualité de l'eau sur le territoire

La qualité de l'eau peut être compromise par différents types de pollution. Lorsque l'on parle de pollution, on entend ici l'ensemble non seulement des rejets, toxiques ou non, libérés dans l'écosystème par les activités anthropiques, mais aussi des substances pouvant exercer des pressions environnementales, ou même d'énergie. On peut donc présenter la pollution selon différents types.

B.4.1.1 Source des contaminants

Il existe différentes voies de transport des contaminants qui se classent sous deux formes de source. On peut alors parler de pollution ponctuelle ou diffuse. La pollution ponctuelle correspond à une source de contamination identifiable située en un point précis, comme les tuyaux de rejet des stations d'épuration, par exemple. Par pollution diffuse, on entend les rejets issus de toute la surface d'un territoire. La pollution diffuse peut être imputable au ruissellement et au lessivage, entre autres. Le ruissellement correspond à la migration de l'eau par un mouvement horizontal : l'eau ne pénètre pas le sol, mais glisse sur sa surface. Cependant, lorsque l'eau de pluie est prise en charge par le système d'égout pluvial, les points de rejets dans le cours d'eau sont ponctuels. Le lessivage, quant à lui, est la migration verticale de l'eau, c'est-à-dire lorsque celle-ci s'infiltré dans le sol jusqu'à rejoindre le système de drainage ou la nappe phréatique. Dans les deux cas, l'eau peut se charger de contaminants divers et les emporter vers l'écosystème aquatique.

B.4.1.2 Types de pollution

Pollution microbienne

La pollution microbienne implique une contamination de l'eau par des agents pathogènes tels des virus, des bactéries et cyanobactéries, des protozoaires ou des vers (SEME, 2005a). Généralement, la contamination microbienne de l'eau se produit lorsque les eaux de surface et souterraines entrent en contact avec les eaux usées municipales et industrielles ou les effluents agricoles (SEME, 2005a). La pollution microbienne peut occasionner différents problèmes de santé, comme des diarrhées ou des fièvres, ou des maladies comme la poliomyélite ou la méningite (SEME, 2005a).

Pollution chimique

La pollution chimique inclut les polluants organiques, c'est-à-dire les polluants à base de carbone et d'hydrogène et les polluants inorganiques.

Pollution organique

La matière organique peut se présenter sous forme biodégradable, comme les matières fécales, provenant des eaux usées, des fumiers et lisiers ou encore de la transformation alimentaire, ou non biodégradable, comme les biphényles polychlorés (BPC), les pesticides (organochlorés), les dioxines, les phtalates et les hydrocarbures, pour ne nommer que ceux-ci (SEME, 2005b; Centre National de la Recherche Scientifique, s.d.; UVED, 2006). La décomposition de la matière organique utilise l'oxygène présent dans l'eau et peut ainsi diminuer de façon considérable les concentrations en oxygène dissous, rendant le milieu hypoxique, voir anoxique (SEME, 2005b). Dans le cas des polluants organiques dits non biodégradables, il est aussi possible de noter leur toxicité sur les espèces aquatiques (Centre National de la Recherche Scientifique, s.d.). Bien que le gouvernement fédéral ait interdit leur importation, leur fabrication et leur vente en 1977 et leur rejet dans l'environnement en 1985, la présence de BPC demeure préoccupante en raison de leur persistance (Environnement Canada, 2014).

Pollution inorganique

Les polluants inorganiques se présentent sous forme de composés métalliques ou non métalliques. Les composés métalliques, comme l'arsenic ou le cadmium, se trouvent généralement sous forme de traces dans les eaux, mais ils n'en demeurent pas moins toxiques, même à faible concentration. Les composés non métalliques, comme les nitrates, phosphates et cyanures, peuvent aussi avoir des effets néfastes sur l'écosystème aquatique et peuvent, pour certains, présenter une certaine toxicité (UVED, 2006).

Produits pharmaceutiques et de soins personnels (PPSP)

Comme leur nom l'indique, les PPSP sont principalement issus des médicaments et produits cosmétiques. Ces substances peuvent se retrouver dans l'eau lors d'une métabolisation incomplète et d'un rejet par voie naturelle, ou encore par une élimination inappropriée (lorsque des médicaments sont jetés dans les toilettes, par

exemple). La présence de PPSP et d'hormones dans l'eau est préoccupante compte tenu de leur rôle. En effet, ces produits sont créés pour agir sur le métabolisme et persister suffisamment longtemps dans l'organisme. Ces substances sont donc susceptibles d'affecter la faune aquatique même en faible quantité.

Pollution thermique

Par pollution thermique, on entend un changement de la température de l'eau dû aux activités anthropiques et qui aura une incidence sur la vie aquatique (SEME, 2005d). Les conséquences dérivant d'une pollution thermique de l'eau sont multiples et affectent les propriétés physiques, chimiques et biologiques des écosystèmes aquatiques (SEME, 2005d). En changeant la température du milieu récepteur, même si ce changement n'est pas létal pour les espèces présentes, on y modifie le métabolisme de la biocénose et on interfère avec la concentration en oxygène dissous et avec la DBO_5 . Une augmentation de la température aura aussi pour incidence d'augmenter le pH de l'eau et de déplacer l'équilibre de différentes réactions chimiques. Par exemple, une augmentation de la température de l'eau modifiera le ratio ammoniac/ammonium par l'augmentation du premier, plus toxique, par rapport au deuxième, moins toxique (SEME, 2005d). Le potentiel toxique de certaines substances, ainsi que la sensibilité des organismes à celui-ci semblent aussi augmenter avec le réchauffement de l'eau (SEME, 2005d). Cette cascade de modifications du milieu aura nécessairement un impact sur la biocénose.

Eutrophisation

L'eutrophisation des cours d'eau se traduit par une croissance excessive des algues due à l'enrichissement des cours d'eau par des fertilisants, notamment du phosphore (SEME, 2005c). Bien que l'eutrophisation soit un processus naturel, il peut être grandement accéléré par les activités anthropiques. La prolifération d'algues dans les cours d'eau entraîne une diminution de l'oxygène dissous par la réduction de la zone euphotique et la décomposition de la matière organique. Les algues peuvent aussi libérer des phytotoxines pouvant occasionner divers problèmes de santé (Smith et Schindler; Håkanson *et coll.*, 2007). L'eutrophisation peut aussi mener à l'état anoxique du cours d'eau et encourager la décomposition anaérobie de la matière organique par des bactéries sulfatoréductrices. Et si celles-ci ne sont pas associées à une quelconque toxicité, leur présence est néanmoins remarquable par le dégagement nauséabond de l'acide sulfhydrique (ministère de l'Environnement de la Nouvelle-Écosse, 2008).

Les cyanobactéries

Les cyanobactéries, aussi appelées algues bleues ou algues bleu-vert, sont des bactéries possédant certaines caractéristiques communes avec les algues. Elles peuvent, entre autres, effectuer la photosynthèse d'où la présence de la pigmentation bleue ou verte. Cependant, ces bactéries peuvent être de différentes couleurs allant du vert olive au violet incluant le rouge (Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2002). Comme l'eutrophisation, elles sont à la fois une cause et une conséquence de la dégradation de la qualité des eaux de surfaces.

Non seulement les cyanobactéries enlaidissent les berges, mais elles représentent aussi un danger pour la santé. Leur présence en trop grand nombre peut rendre l'eau impropre à la consommation de même que nuire aux activités aquatiques. On nomme fleur d'eau les nuages de particules vertes ou turquoise causés par la prolifération de cyanobactéries. Les cyanobactéries peuvent produire des toxines nommées cyanotoxines. Ces toxines sont emmagasinées dans les cellules et libérées lors de la rupture ou de la mort de la cellule.



Fleur d'eau de cyanobactéries

Source : MDDEP

Les toxines peuvent attaquer le système nerveux, le foie ou simplement irriter la peau (Santé Canada, 2004). Donc, le fait d'avaler ou simplement de toucher l'eau dans laquelle se trouvent des fleurs d'eau toxiques peut occasionner des problèmes de santé (gouvernement du Québec, 2014). Les principaux symptômes en cas d'ingestion d'eau contaminée sont des maux de tête et de ventre, des vomissements, de la fièvre et la diarrhée (gouvernement du Québec, 2014). Il est peu probable que la mort puisse s'en suivre (Santé Canada, 2004). Cependant, l'ingestion d'eau contaminée par le bétail représente un sérieux danger pour ces bêtes (Santé Canada, 2004; MAPAQ, 2007). Il n'a pas été démontré que les cyanobactéries pouvaient être responsables de maladies chez les poissons, mais elles entraînent une forte réduction de l'oxygène leur étant nécessaire, pouvant ainsi causer leur mort par asphyxie (MAPAQ, 2007).

La prolifération des cyanobactéries peut être favorisée par une température élevée de l'eau, par un faible courant ou par la stagnation de l'eau (Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2002; MAPAQ, 2007). Par contre, le facteur principal est la présence d'une trop grande quantité de phosphore dans le cours d'eau. En effet, tout comme sur la terre ferme, le phosphore qui se retrouve dans l'eau stimule la croissance de certains organismes, dont les cyanobactéries. L'utilisation du phosphore pour la fertilisation en agriculture et sa présence dans les eaux de ruissellement ou dans les eaux usées peuvent être des causes de la présence du phosphore dans les eaux de surface.

Afin de prévenir les problèmes, le MDDELCC a besoin de la collaboration de la population. Il demande aux gens d'apprendre à reconnaître les algues bleues. À cet effet, le *Guide d'identification des fleurs d'eau de cyanobactéries : Comment les distinguer des végétaux observés dans nos lacs et nos rivières* peut être très utile. Ensuite, il faut signaler toute observation de phénomène qui pourrait s'apparenter à celui de prolifération de cyanobactéries à un bureau du MDDELCC. Ensuite, un responsable ira vérifier l'observation et s'il y a présence d'algues bleues, une mise en garde ou un avis public sera émis.

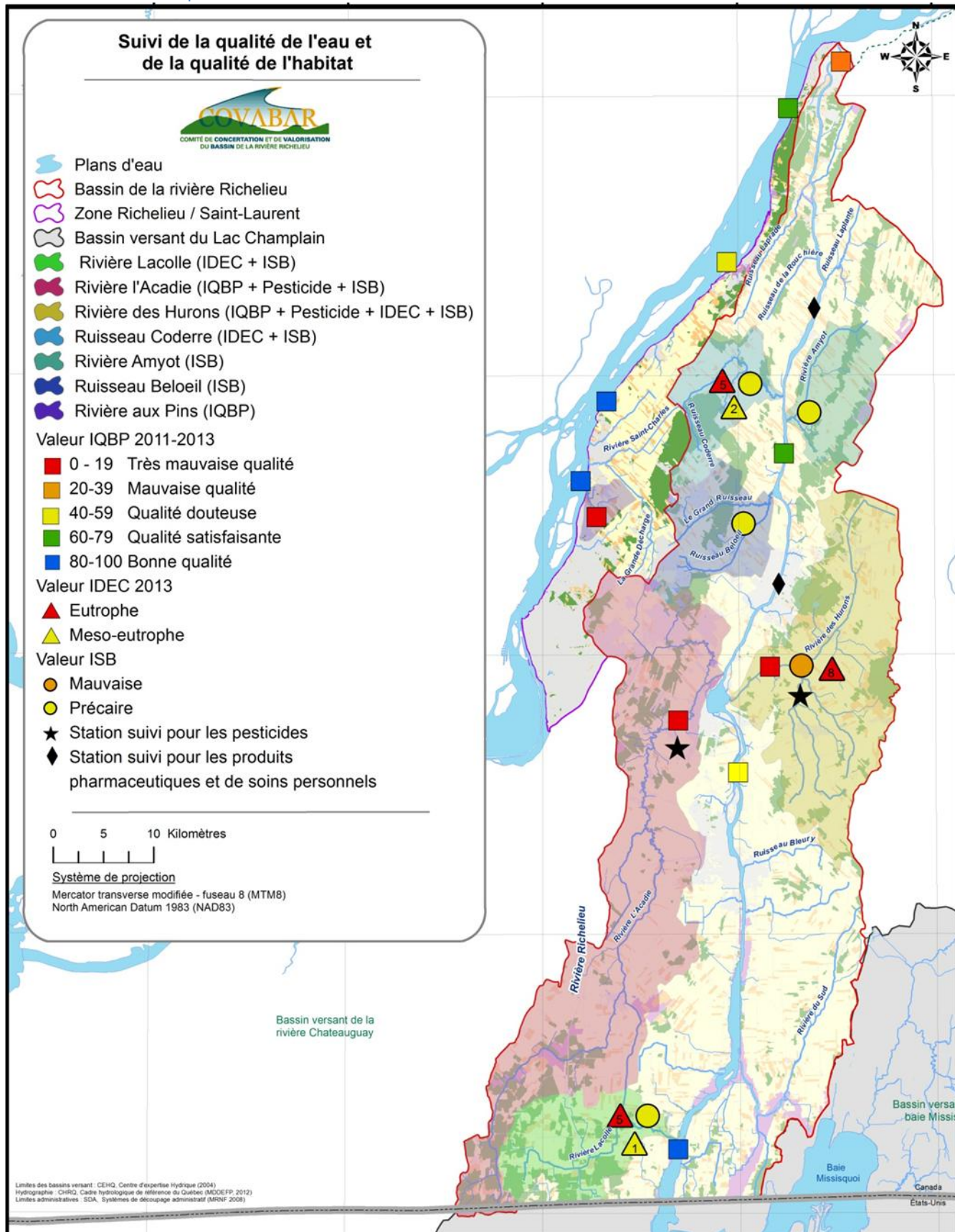
B.4.2 Les données disponibles

La banque de données sur la qualité du milieu aquatique (BQMA) nous fournit les résultats de la compilation des campagnes d'échantillonnage réalisées par le MDDELCC dans le bassin versant de la rivière Richelieu. Ces informations sont contenues dans une base de données mise à la disposition des organismes de bassin versant dans le cadre de la réalisation du PDE. De plus, des données ont pu être récoltées dans le cadre des divers projets de sous-bassin versant qui ont eu lieu sur le territoire (bassin versant des Hurons, L'Acadie, Lacolle, Coderre, Belœil).

Durant les périodes d'échantillonnage, une série de paramètres physicochimiques et bactériologiques ont été relevés de façon mensuelle dans plusieurs stations réparties le long du cours principal de la rivière Richelieu et sur certains de ses tributaires (carte B.4) :

- Qualité bactériologique et physicochimique : six stations Réseau-rivières en service et sept stations Réseau-rivières historiques (1988-1990 et 2006-2009), et 15 stations dans le bassin versant de la rivière L'Acadie (2014) mesurant les concentrations en azote et phosphore pour le bassin de la rivière Richelieu, et 10 stations Réseau-Fleuve dans la zone St-Laurent en plus de six stations d'IQBP sur la rivière aux Pins indépendantes du Réseau-Rivière;
- Substances toxiques : 10 stations de détection et mesure de substances par suivi de cellules à dialyse et de mousses aquatiques (1995), neuf stations d'analyse des substances toxiques accumulées dans la chair des poissons (1995),
- PPSP : deux stations de détection de produits pharmaceutiques et de soins personnels et hormones (2008-2009);
- Pesticides : deux stations dont l'une ne fournit que des résultats préliminaires à la date de remise du PDE.

Carte B.4 Données de qualité de l'eau



B.4.2.1 L'indice de qualité biologique et physicochimique (IQBP)

L'IQBP₆ est un indice synthétique mis au point en 1996 par le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, aujourd'hui le MDDELCC, pour les rivières du Québec. Cet indice utilise six descripteurs conventionnels afin d'évaluer la qualité générale de l'eau des rivières. Ces descripteurs sont le phosphore total (PTot), les coliformes fécaux (CF), les matières en suspension (MES), l'azote ammoniacal (NH₃), les nitrites-nitrates (NO_x), et la chlorophylle α totale (CHLAT). Chaque descripteur est mesuré séparément, et sa mesure convertie en sous-indice. Le descripteur ayant la plus faible valeur est celui qui est utilisé pour l'établissement de la cote IQBP. Le pointage final attribué à chaque descripteur correspond à la médiane des cotes individuelles calculées pour la station. Cependant, en ce qui concerne la valeur de l'IQBP pour une station donnée, ce n'est pas la médiane qui est prise en compte, mais les valeurs les plus basses afin de garantir un niveau de risque acceptable. Plus l'indice de qualité est faible, plus les recommandations relatives aux usages de l'eau sont restrictives. L'IQBP se divise en cinq classes correspondant chacune à une catégorie de risque associé à l'usage de l'eau (tableau B.6; Hébert, 1996).

Tableau B.6 Pointage de l'IQBP et classe associée

IQBP	Classes de qualité	Influence sur les usages
● 80 - 100	Bonne	Permet généralement tous les usages, y compris la baignade
● 60 - 79	Satisfaisante	Permet généralement la plupart des usages
● 40 - 59	Douteuse	Risque de compromettre certains usages
● 20 - 39	Mauvaise	Risque de compromettre la plupart des usages
● 0 - 19	Très mauvaise	Risque de compromettre tous les usages

Anciennement, sept facteurs étaient considérés pour le calcul de l'IQBP. Cependant, la turbidité de la rivière Richelieu étant naturellement élevée, il a été choisi, par le ministère, de ne plus prendre en considération ce paramètre pour le calcul de l'IQBP afin de ne pas fausser les résultats.

B.4.3 Bassin versant de la rivière Richelieu

B.4.3.1 Résultats IQBP pour 2011-2013

Les données obtenues pour les différentes stations du bassin pour la période d'échantillonnage 2011-2013 indiquent une faible différence avec les valeurs d'IQBP obtenues pour la période 2010-2012.

Ainsi, la station de Lacolle conserve une eau de bonne qualité avec un IQBP de 91, à peine supérieure à celle obtenue en 2012 (90). La station de Saint-Jean-sur-Richelieu demeure stable, avec un IQBP de 61. Les stations L'Acadie et Hurons, situées sur des tributaires de la rivière Richelieu, maintiennent leur classe peu enviable qualifiée de « très mauvaise », avec un score de 0 pour la rivière des Hurons, et une cote chutant de 10 à 7 pour la rivière L'Acadie. La station de Saint-Charles connaît une hausse de 11 points dans l'IQBP, faisant passer la qualité de son eau de « douteuse » à « satisfaisante », et Sorel fait un bond de 18 points, passant de 35 (mauvaise) à 63 (satisfaisante). Il est cependant bon de rappeler que les résultats de 2013 ne sont que préliminaires et qu'ils ne couvrent pas une fenêtre temporelle de deux ans comme les autres résultats présentés dans le tableau B.7. Aussi, comme les résultats de l'IQBP se basent sur des mesures de concentration et non de charge, le niveau de l'eau aura une incidence sur l'indice, la dilution des différents contaminants étant plus ou moins importante.

Il est important de noter que, en 2009, la station de la rivière L'Acadie située à Carignan a été remplacée en raison de l'état de délabrement du pont à partir duquel les échantillons étaient pris. La nouvelle station (03040116), située sur Grande-Allée, à Carignan, se trouve à environ 845 mètres au sud-ouest à vol d'oiseau de l'ancienne (03040013), localisée sur la Montée du Moulin.

Tableau B.7 Valeurs médianes de l'IQBP pour les principaux paramètres relevés mensuellement entre janvier 2011 et décembre 2013 et comparaison avec les données depuis 2001

	Station Lacolle (03040012)	Station St-Jean (03040010)	Station L'Acadie (03040013)	Station L'Acadie (03040116)	Station Des Hurons (03040007)	Station Saint- Charles (03040017)	Station Sorel-Tracy (03040009)	Station Ruisseau à l'Ours (03040195)
CF	100●	85●	-	69●	50●	87●	93●	-
CHLA	91●	75●	-	44●	0●	76●	75●	-
NH3	98●	98●	-	97●	85●	97●	99●	-
NOX	97●	92●	-	55●	42●	94●	91●	-
PTOT	100●	88●	-	25●	5●	89●	69●	-
SS	98●	69●	-	32●	17●	73●	37●	-
IQBP₆ 2011-2013	90●	57●	-	13●	0●	61●	34●	-
IQBP ₆ 2010-2012	90●	61●	-	10●	0●	57●	35●	-
IQBP ₆ 2009-2011	92●	74●	-	8●	0●	75●	62●	2●
IQBP ₆ 2007- 2009	93●	78●	0●	-	3●	78●	61●	1●
IQBP ₇ 2004-2006	92●	61●	5●	-	1●	48●	33●	0●
IQBP ₇ 2001-2003	89●	54●	27●	-	3●	71●	50●	-

Valeurs médianes des concentrations des principaux paramètres : voir annexe 1 (section B.7)

Source : MDDELCC, 2015a

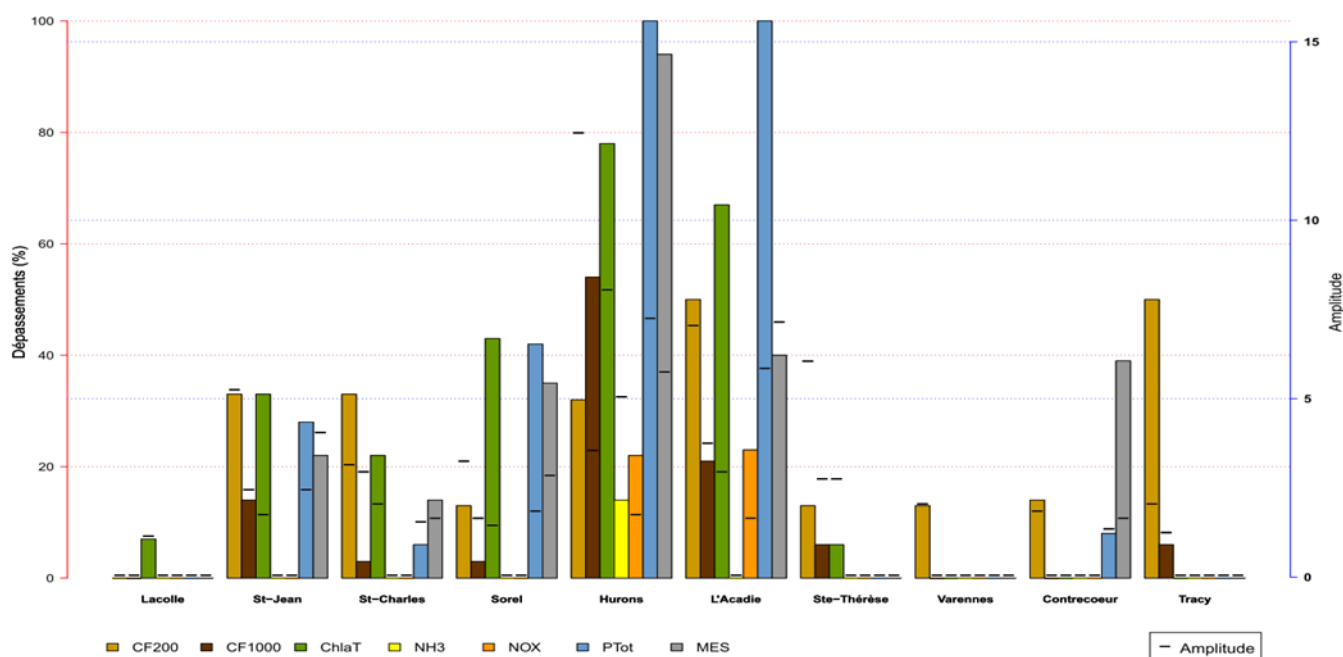
B.4.3.2 Dépassements IQBP 2011-2013

La figure B.2 présente les dépassements pour différents critères de qualité observés lors des périodes de calculs de l'IQBP (dépassements 2011-2013). Les coliformes fécaux ont dépassé le seuil fixé à 200 UFC/100 ml dans toutes les stations, exception faite de celle de Lacolle. On remarque aussi que, bien qu'à différents pourcentages et amplitudes, toutes les stations du Réseau-rivières ont rencontré des dépassements pour les normes de chlorophylle α . En ce qui concerne le Réseau-fleuve, seule la station de l'île Ste-Thérèse a connu des dépassements. Pour ce qui est du phosphore, toutes les stations, à l'exception de celle de Lacolle, ont connu des dépassements, les stations Hurons et L'Acadie ayant dépassé le seuil de 0,03 mg/l établi pour le phosphore dans 100 % de leurs échantillons. On constate d'ailleurs que la station de la rivière des Hurons a connu des dépassements de critère pour tous les paramètres. La rivière L'Acadie suit de près, avec des dépassements de critère pour six des sept paramètres présentés, avec des pourcentages de dépassement et l'amplitude de ceux-ci souvent comparables à ceux de la rivière des Hurons. Ces deux stations se retrouvent sur deux tributaires de la rivière Richelieu et ne bénéficient pas de l'important débit de cette dernière. Le phénomène de dilution y est donc moindre.

Les stations de St-Jean et St-Charles-sur-Richelieu, ainsi que celle de Sorel, présentent des dépassements de critère pour les cinq mêmes paramètres, avec des pourcentages et des amplitudes propres à chacune.

C'est aussi sans surprise que l'on retrouve le moins de dépassements à la station de Lacolle. Cette station se trouve effectivement à la tête de la portion canadienne du bassin versant. Les dépassements en chlorophylle α , les seuls retrouvés à cette station, concernent moins de 20 % des échantillons et sont de faible amplitude.

Finalement, probablement en raison de l'importance du débit du Saint-Laurent, les stations du Réseau-fleuve font état de moins de dépassement que celles du bassin versant.



CF 200 : Critère de dépassement des coliformes fécaux de 200 UFC/100 ml; CF 1000 : Critère de dépassement des coliformes fécaux de 1 000 UFC/100 ml; ChlaT : Critère de dépassement de la chlorophylle a totale de 8,6 µg/l; NH3 : Critère de dépassement variable pour l'azote ammoniacal; NOX : Critère de dépassement des nitrites et nitrates de 2,9 mg/l; PTot : Critère de dépassement du phosphore de 0,03 mg/l; MES : Critère de dépassement des matières en suspension de 13 mg/l

Figure B.2 Dépassements enregistrés pour les stations d'IQBP du bassin versant de la rivière Richelieu et de la zone Saint-Laurent. Adapté de MDDELCC (2015)

B.4.3.3 Données historiques de l'IQBP (1988 à 1990)

Le tableau B.8 présente les valeurs d'IQBP mesurées à différentes stations de 1988 à 1990. Malgré le fait que plusieurs stations ne sont plus en service aujourd'hui, ces données donnent une idée de l'évolution de l'état de la qualité de l'eau.

Tableau B.8 Données historiques pour les stations d'IQBP

Paramètre	St-Mathias (03040041)	L'Acadie au nord de Napierville (03040047)	Hurons- St-Jean- Baptiste (03040047)	Ruisseau Belceil (03040048)	Ruisseau Saint-Louis (03040051)
CF	57●	80●	47●	37●	0●
CHLAT	45●	79●	68●	78●	56●
MES	69●	83●	1●	10●	26●
NH3	91●	96●	81●	0●	64●
NOX	94●	88●	63●	31●	24●
PTOT	47●	0●	0●	0●	1●
TURB	61●	72●	1●	1●	17●
IQBP	26●	0●	0●	0●	0●

Source : MDDELCC, 2015a

B.4.3.4 Retour sur les stations d'IQBP

- **Rivière des Hurons**

La station 03040007 de la rivière des Hurons est de loin celle qui présente la plus mauvaise qualité de l'eau. Selon l'IQBP, son eau est de très mauvaise qualité avec un indice de 0. Les concentrations minimales de phosphore mesurées dans la rivière des Hurons sont d'ailleurs deux fois plus élevées que la norme établie de 30 µg/l pour la protection de la vie aquatique chronique. Au niveau des bio-indicateurs, l'IDEC traduisait un milieu eutrophe avec un indice de 6 en 2012, et l'ISB_m suggère un écosystème dégradé avec un indice de 40,3, correspondant à une eau de mauvaise qualité. En ce qui a trait aux pesticides, l'étude la plus récente a détecté 34 de ces substances, avec six d'entre elles qui dépassaient le critère de protection de la vie aquatique chronique.

- **Sorel**

La station située sur la rivière Richelieu à Sorel (03040009) a fait l'objet d'analyses pour évaluer l'IQBP et l'IDEC3. Bien que l'IDEC fasse état d'un habitat dégradé avec un indice de 15 (eau eutrophe), l'IQBP conclut plutôt à une eau de qualité satisfaisante avec un indice de 63, le facteur déclassant étant les solides en suspension. On note néanmoins des dépassements pour cinq critères de qualité.

- **St-Jean-sur-Richelieu**

L'IQBP de la station (03040010) indique une eau de qualité satisfaisante avec un indice de 61. Bien que le facteur déclassant corresponde aux solides en suspension, on note néanmoins des dépassements pour cinq critères de qualité, les coliformes fécaux connaissant la plus grande amplitude, et le phosphore le plus haut pourcentage de dépassement. Pour ce qui est de l'IDEC3, la station obtient un indice de 29, correspondant à un milieu méso-eutrophe.

- **Lacolle**

La station de Lacolle (03040012) est celle qui obtient le meilleur IQBP, avec un indice de 91. Ses résultats pour l'IDEC3 font aussi partie des meilleurs avec une valeur de 52 (mésotrophe). Cependant, l'ISB_g fait état d'une santé précaire avec un indice de 60,3. La station Lacolle se trouve à la tête du bassin versant et bénéficie de l'effet épurateur des eaux du lac Champlain. En effet, le temps de rétention de l'eau dans le lac peut atteindre trois ans dans certains secteurs (Lake Champlain Basin Program, 2014) et contribue ainsi à la décantation des contaminants, en plus d'en permettre la dilution (Van Breukelen, 2007).

- **St-Charles**

La station St-Charles (03040017) a une qualité d'eau jugée satisfaisante avec un IQBP de 68, et présente un état trophique méso-eutrophe avec indice IDEC3 de 32. Le facteur déclassant pour l'IQBP correspond aux solides en suspension, mais des dépassements pour les coliformes fécaux, la chlorophylle α et le phosphore ont aussi été observés.

- **Rivière L'Acadie**

Finalement, la station de la rivière L'Acadie présente une qualité d'eau très mauvaise selon les résultats de l'IQBP. Elle présente effectivement un indice de 7 avec le phosphore total pour facteur déclassant. Elle est aussi une des stations ayant connu le plus de dépassements, tant en amplitude qu'en pourcentage, se plaçant juste derrière la rivière des Hurons. Cette station a aussi bénéficié d'un échantillonnage des pesticides à l'été 2013. Les résultats préliminaires sont présentés en annexe.

B.4.4 Zone St-Laurent

Les stations d'IQBP du réseau-rivières étant inexistantes dans la zone St-Laurent, les seules données disponibles sont celles des stations du Réseau-fleuve. Le Réseau-fleuve compte quatre stations d'IQBP dans la zone Saint-Laurent (tableau B.9). La première, située en amont de l'île Sainte-Thérèse, a un IQBP de 78, traduisant une eau de bonne qualité. Il en va de même pour la station localisée près de Varennes, avec un IQBP de 85. La station de Contrecœur, par contre, présente une eau de qualité douteuse avec un indice de 57 en raison des solides en suspension. Tous les autres paramètres se retrouvent cependant dans la classe supérieure de l'IQBP. Finalement, l'indice remonte avec la dernière station, située en amont de l'embouchure de la rivière Richelieu. Cette station présente un IQBP de 78, avec pour facteur déclassant les coliformes fécaux. Comme pour la station de Contrecœur, tous les autres paramètres font état d'une eau de bonne qualité.

Il est malheureusement difficile de connaître la contribution à la qualité de l'eau des tributaires du fleuve Saint-Laurent présents dans la zone, car aucun, à l'exception de la rivière aux Pins, en 2013, ne fait l'objet d'un suivi de l'IQBP.

Tableau B.9 Stations d'IQBP présentes sur le fleuve Saint-Laurent

Station (No station)	Île Sainte-Thérèse rive sud (0000123)	Varennes (0000095)	Contrecœur (0000075)	Ligne d'Hydro-Québec à Tracy rive sud (00000086)
CF	92●	92●	93●	79●
CHLA	87●	89●	89●	90●
NH3	99●	100●	98●	100●
NOX	93●	92●	93●	92●
PTOT	100●	100●	85●	100●
SS	92●	89●	57●	85●
IQBP6	78●	85●	57●	78●

Source : MDDELCC, 2015

B.4.5 Tendances IQBP de 2002 à 2011

Les tendances observées de 2002 à 2011 aux différentes stations du bassin versant de la rivière Richelieu et de la zone Saint-Laurent montrent que rares sont les paramètres ayant des différences significatives. Les concentrations en phosphore sont donc demeurées stables pour cette période, à l'exception de la station de la rivière des Hurons qui fait état d'une diminution significative. La rivière des Hurons a aussi montré une amélioration de la qualité de son eau en ce qui a trait à l'azote ammoniacal et total. De gros efforts ont été apportés dans les dernières années pour améliorer la piètre qualité de l'eau de la rivière des Hurons. Ces efforts pourraient donc se refléter dans ces résultats.

Un autre fait remarquable concerne l'augmentation de la turbidité pour toutes les stations des Réseau-rivières et Réseau-fleuve. Cette augmentation pourrait s'expliquer par l'accroissement des superficies dédiées aux grandes cultures et à l'érosion qui en découle. Aussi, malgré des stations de traitement des eaux plus performantes, la croissance démographique et les pressions engendrées pourraient expliquer une partie du phénomène.

Tableau B.10 Tendances de l'IQBP de 2002 à 2011

Stations	Phosphore total	Azote ammoniacal	Nitrites et nitrates	Azote total	MES	Turbidité	CF	Chla
Stations Réseau-rivières Richelieu								
Lacolle	≈	≈	≈	≈	≈	↑	≈	↓
Saint-Jean-sur-Richelieu	≈	≈	≈	≈	≈	↑	↑	≈
St-Charles-sur-Richelieu	≈	≈	≈	≈	≈	↑	≈	≈
Sorel	≈	≈	≈	≈	≈	↑	↓	≈
Stations Réseau-rivières tributaires								
Rivières des Hurons	↓	↓	≈	↓	↑	↑	≈	≈
Rivière L'Acadie	≈	↓	≈	≈	↑	↑	≈	≈
Stations Réseau-fleuve								
Île Ste-Thérèse	≈	≈	≈	≈	≈	↑	≈	↑
Varenes	≈	≈	≈	≈	≈	↑	≈	↑
Contrecœur	≈	≈	↓	≈	≈	↑	↑	≈
Sorel	≈	≈	≈	≈	≈	↑	↑	↑

↓ : Tendance des concentrations à la baisse; ≈ : Pas de changement significatifs; ↑ : Tendance des concentrations à la hausse.

Source : MDDELCC, 2015

B.4.6 Autres résultats

Outre les analyses menées dans le cadre du Réseau-rivières et du Réseau-fleuve, différents tests ont été faits sur différents cours d'eau du territoire. Dans le bassin versant, le groupe PleineTerre a mesuré les concentrations en azote et en phosphore de différents cours d'eau du sous-bassin de la rivière L'Acadie à l'été 2014. Des analyses ont aussi été conduites concernant les pesticides dans les rivières des Hurons et L'Acadie, et les PPSP dans la rivière Richelieu. Dans la zone Saint-Laurent, la Ville de Boucherville a réalisé un suivi de la qualité de l'eau de la rivière aux Pins. Aussi, des données relatives aux charges de contaminants déversées dans le lac Saint-Pierre par la rivière Richelieu ont été compilées

Le lac Saint-Pierre

Les charges en phosphore et en MES charriées par la rivière Richelieu sont néanmoins importantes. Non seulement le Richelieu est-il le tributaire contribuant le plus en ce qui a trait à l'apport en phosphore dans le lac St-Pierre, mais son bassin versant est celui contribuant le plus aux apports en phosphore et en MES par unité de surface (figures B.3 et B.4). Aussi, malgré une tendance à la baisse, beaucoup d'efforts restent encore à fournir.

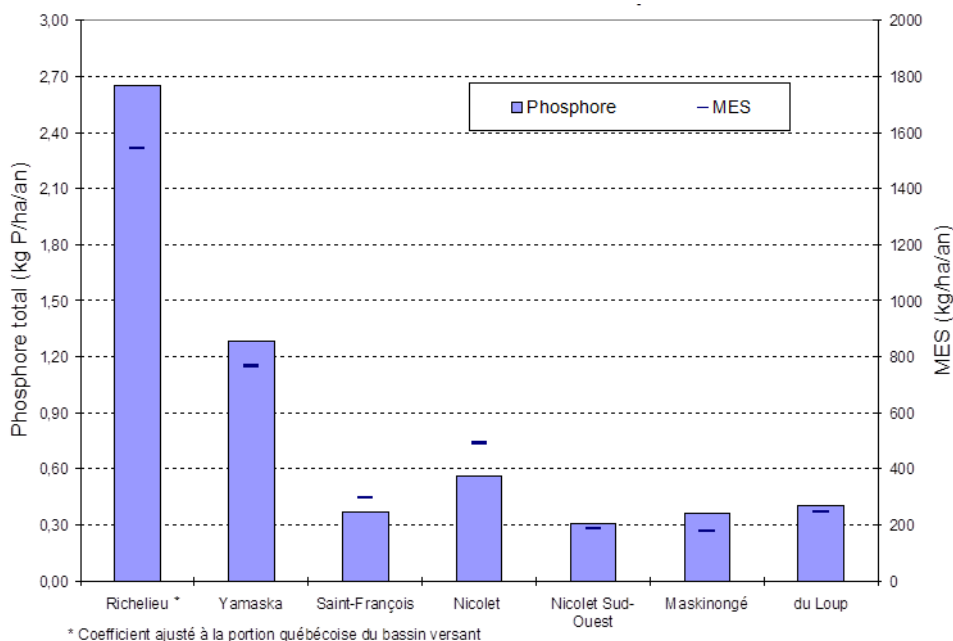


Figure B.3 Charges annuelles moyennes de phosphore et de MES de certains tributaires du lac Saint-Pierre au cours de la période 2008-2010

Source : Simoneau, 2014

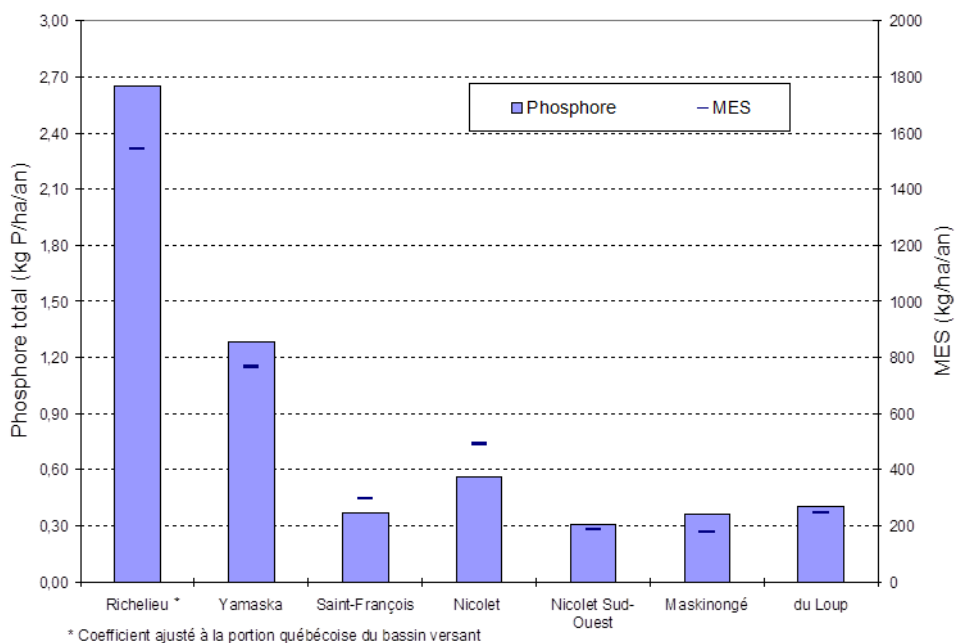


Figure B.4 Coefficient d'exportation du phosphore et des MES de certains tributaires du lac Saint-Pierre au cours de la période 2008-2010

Source : Simoneau, 2014

Le bassin de la rivière L'Acadie

En 2014, le groupe PleineTerre a effectué un suivi des concentrations en azote et phosphore pour 15 stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant de la rivière L'Acadie, un tributaire de la rivière Richelieu. Sur les 15 stations, 10 se trouvaient sur de petits tributaires, et cinq sur la rivière L'Acadie même. Les résultats obtenus suggèrent une provenance agricole plutôt qu'urbaine pour les fortes concentrations en phosphore observées dans la rivière L'Acadie, les petits tributaires ne recueillant pas les eaux usées des stations d'épuration (figures B.5 et B.6, adaptées de Club Techno-Champs 2000 [données non publiées]).

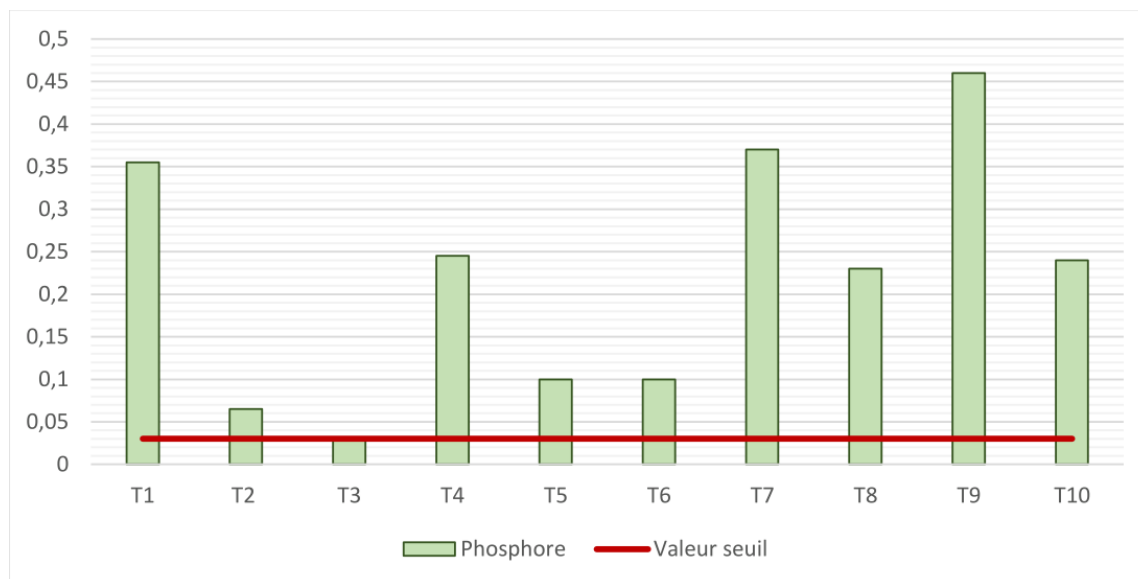


Figure B.5 Concentrations médianes (mg/l) en phosphore à l'embouchure des principaux tributaires et valeur seuil (0,03 mg/l)

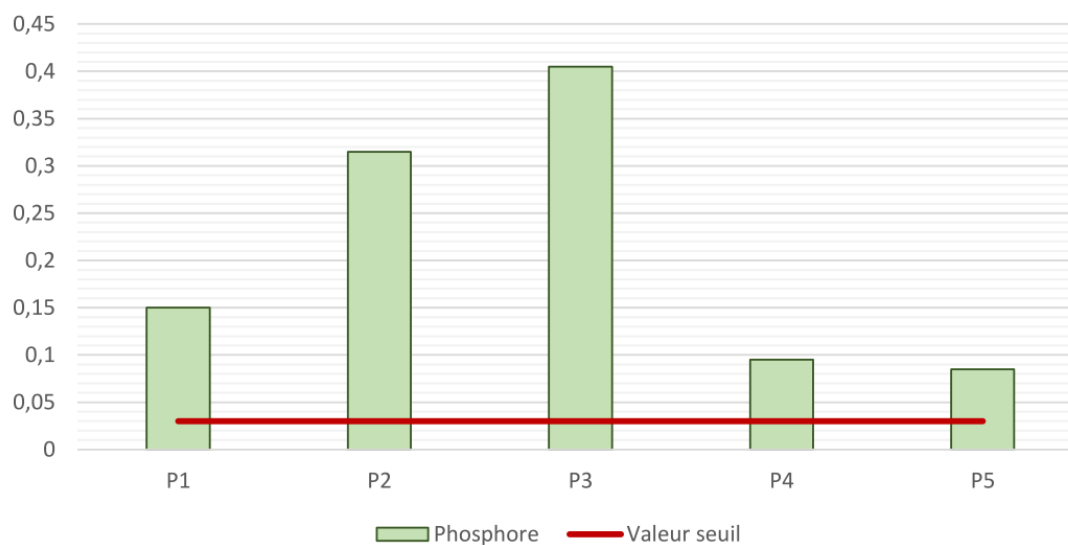


Figure B.6 Concentrations médianes (mg/l) en phosphore pour différentes stations de la rivière L'Acadie et valeur seuil (0,03 mg/l)

Même si l'azote ne fait généralement pas état de concentrations préoccupantes dans les résultats obtenus lors des échantillonnages prévus par le Réseau-rivières, l'échantillonnage de petits tributaires semble indiquer que les petits cours d'eau de moindre débit et ayant donc un moindre pouvoir de dilution peuvent dépasser la valeur seuil de 2,9 mg/l (figures B.7 et B.8, adaptées de Club Techno-Champs 2000 [données non publiées]).

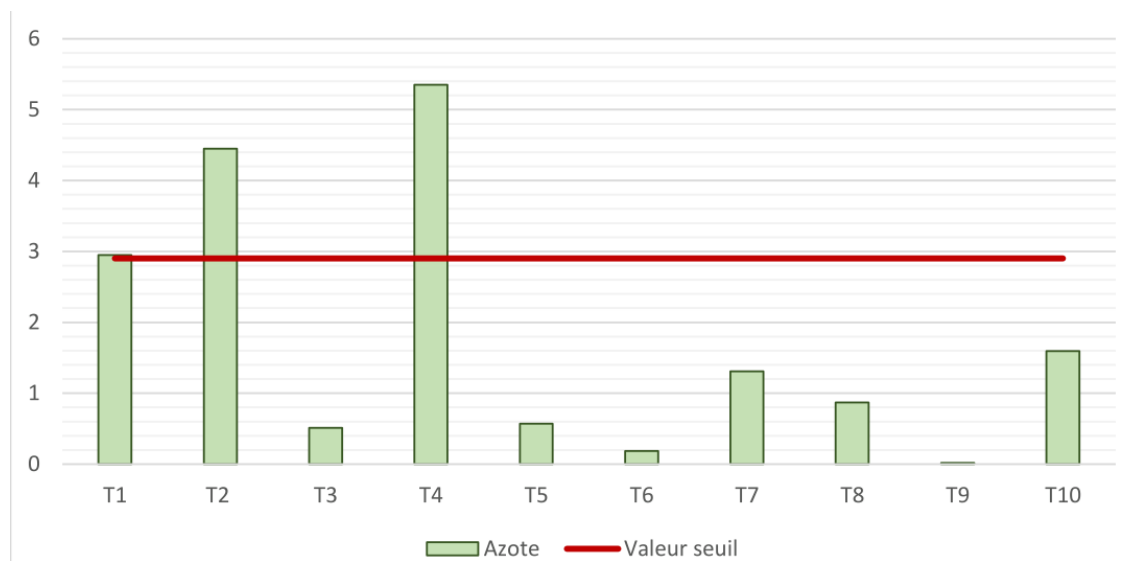


Figure B.7 Concentrations médianes (mg/l) en NOX à l'embouchure des principaux tributaires et valeur seuil (2,9 mg/l)

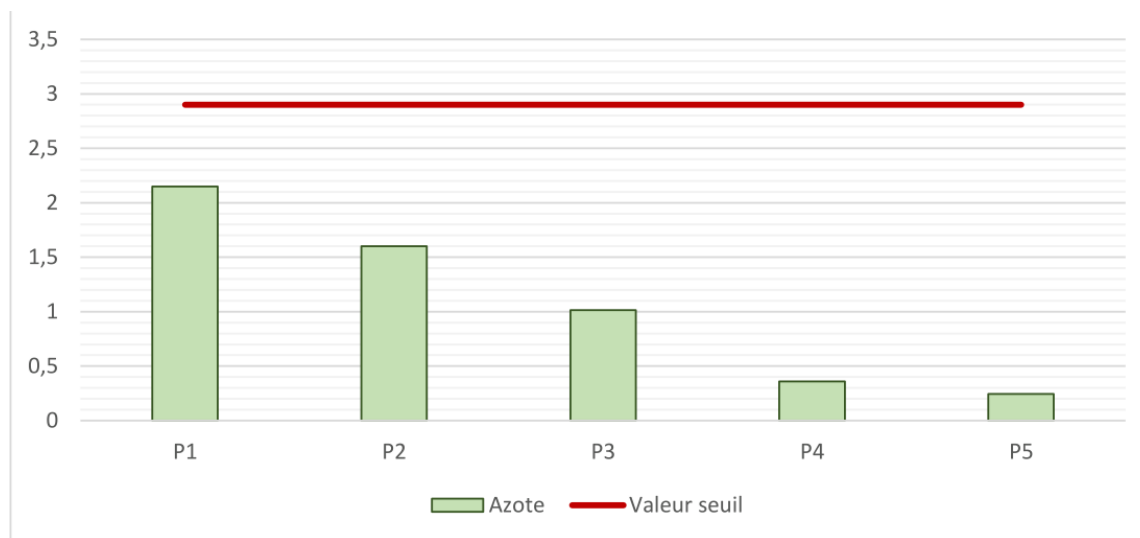


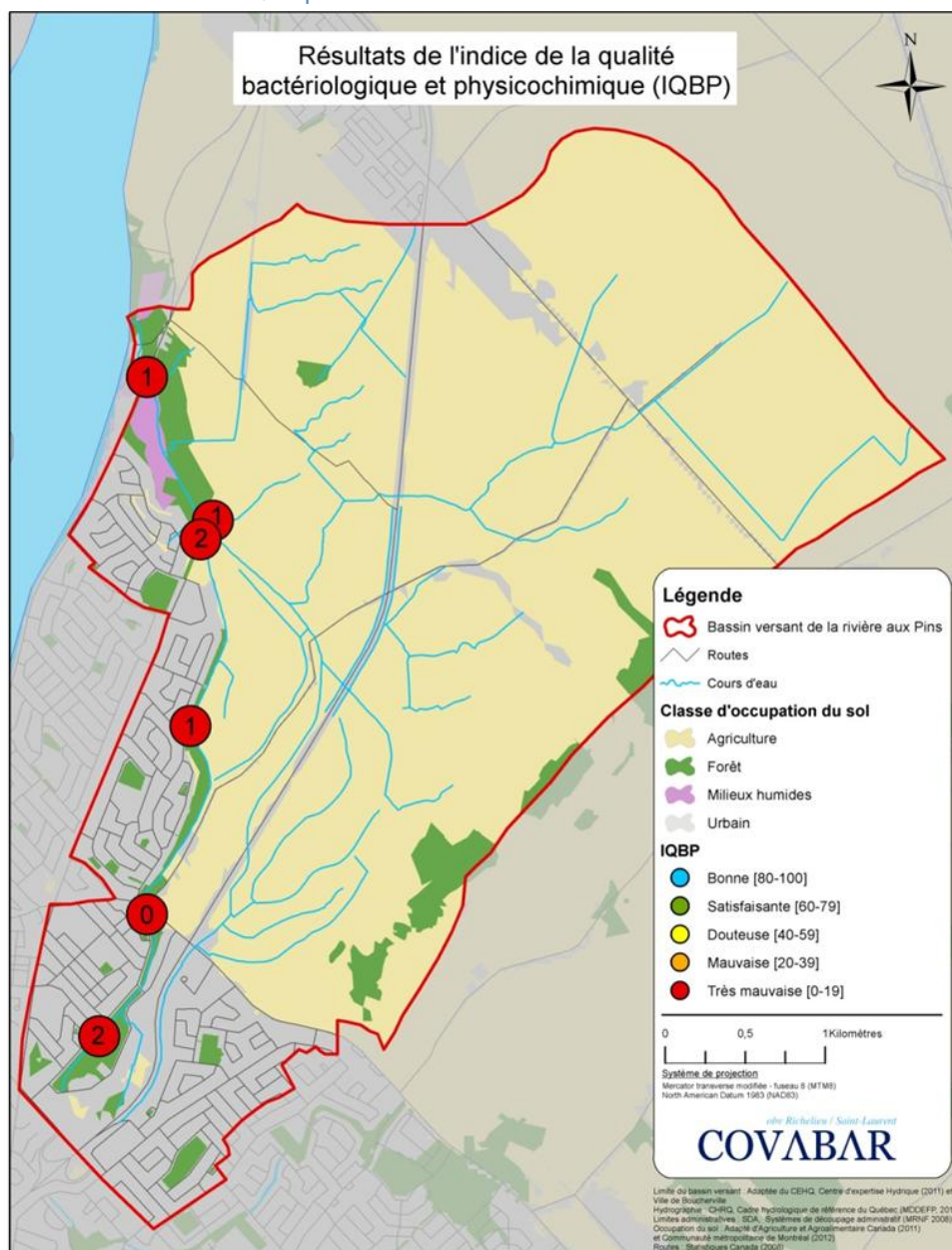
Figure B.8 Concentrations médianes (mg/l) en NOX pour différentes stations de la rivière L'Acadie et valeur seuil (2,9 mg/l)

La rivière aux Pins

En 2013, la Ville de Boucherville a mandaté le COVABAR pour effectuer un suivi de la qualité de l'eau de la rivière aux Pins. La rivière aux Pins est un petit tributaire du fleuve Saint-Laurent situé au sud-est de l'île de Montréal, et dont le bassin versant chevauche les municipalités de Boucherville et Varennes. Bien que de vocation agricole (68,36 %), ce bassin versant d'une superficie de 18,78 km² comprend une portion urbaine non négligeable (28,70 %). Au total, six stations d'échantillonnage ont été sélectionnées le long de la rivière.

Les échantillonnages se sont effectués majoritairement sur la branche 12 de la rivière. Cette branche commence près de l'intersection du chemin du Lac et de la rue de la Rivière-aux-Pins et se jette dans la branche principale de la rivière aux Pins, au croisement de la rivière avec la voie ferrée du CN. Ce tronçon de 4,0 km subit l'influence des milieux urbain et agricole. Le territoire y est effectivement occupé par des habitations et commerces, des terres agricoles, ainsi que trois parcs et des voies publiques. C'est sur ce tronçon que quatre des six stations ont été sélectionnées. À des fins comparatives, deux stations ont été positionnées l'une vis-à-vis de l'autre sur le bras principal de la rivière aux Pins et sur la branche 12, juste avant l'embouchure de celle-ci dans le tronçon principal. La dernière station se trouve dans la section aval de la rivière aux Pins, à proximité de son embouchure. Cet endroit correspond à une importante frayère, la plus importante entre Montréal et le lac Saint-Pierre, lui valant ainsi le surnom de « pouponnière du fleuve » (Fondation de la faune du Québec, s.d.).

Carte B.5 Résultats d'IQBP pour la rivière aux Pins



Chacune des stations échantillonnées a obtenu un indice de qualité très mauvais (voir annexe 3 tirée de COVABAR, 2013c). Les facteurs déclassant les plus souvent rencontrés ont été l'oxygène dissous et le phosphore total (tableau B.11). La rivière aux Pins présente donc des caractéristiques de milieu eutrophe. Les eaux pluviales se déversant dans la rivière pourraient être responsables d'une partie du phosphore retrouvé dans l'eau, en plus d'entraîner des pics élevés de coliformes fécaux suite à des précipitations. La végétation aquatique très abondante de la rivière pourrait être responsable, lors de sa décomposition, des faibles concentrations en oxygène mesurées en plus que de contribuer à l'apport en phosphore. Aussi, non seulement l'état trophique de la rivière, mais la forte turbidité retrouvée à proximité du secteur de la frayère sont préoccupants. En effet, un colmatage des œufs est à craindre, et le manque d'oxygène de l'eau constitue une menace pour la vie aquatique.

Tableau B.11 Facteur déclassant pour les stations d'IQBP de la rivière aux Pins

Station	1 ^{er} facteur déclassant (médiane)	2 ^{ème} facteur déclassant (médiane)
1	● Oxygène dissous (6)	● Phosphore total (37)
2*	● Chlorophylle α (Fondation de la faune du Québec)	● Oxygène dissous (6)
3	● Oxygène dissous (4)	● Phosphore total (7)
4	● Phosphore total (3)	● Oxygène dissous (12)
5	● Turbidité (1)	● Phosphore total (4)
6	● Oxygène dissous (8)	● Phosphore total (8)

*La station 2 est la seule pour laquelle la chlorophylle α a été analysée.

Source : COVABAR, 2013

B.4.7 Produits pharmaceutiques et de soins personnels et hormones

En 2008 et 2009, une étude a été réalisée dans la rivière Richelieu afin de documenter la présence de produits pharmaceutiques et de soins personnels (PPSP) et d'hormones dans le réseau d'eau potable (Robert *et coll.*, 2011). Cette étude s'inscrit dans le cadre des activités du Programme de surveillance sur la qualité de l'eau potable, débuté en 1985.

Afin d'évaluer la présence de ces substances dans l'eau potable et l'efficacité des processus de traitement, l'eau brute et l'eau traitée de la station d'eau potable de St-Denis-sur-Richelieu ont été analysées. Afin de connaître l'efficacité du traitement des eaux usées et de sa contribution relative aux contaminants trouvés dans l'eau brute et traitée, les affluents et effluents de la station de Mont-St-Hilaire, située en amont, ont aussi été analysés. La station d'épuration de Mont-St-Hilaire effectue un traitement physicochimique conventionnel en plus d'une désinfection aux UV. Dans le cadre de cette étude, 33 PPSP et six hormones ont été analysés.

La station de St-Denis comptait cinq PPSP (un stimulant, un antiseptique et trois analgésiques/anti-inflammatoires) et une hormone dans son eau brute. Sur ces six substances, trois PPSP (caféine, acétominophène et ibuprofène) ont été détectés dans 100 % des échantillons. Après traitement, seules deux substances ont été retrouvées, la caféine et l'ibuprofène, dans un seul échantillon chacune.

Les substances retrouvées dans les effluents de la station d'épuration de Mont-St-Hilaire étaient beaucoup plus nombreuses. Bien que le déversement des eaux usées se fasse en amont de la station d'eau potable de St-Denis, ces résultats sont peu étonnants en raison de la dilution que subissent ces effluents. On retrouve néanmoins cinq hormones et 11 PPSP dans les effluents de la station d'épuration (tableau B.12).

Les impacts que peuvent avoir les PPSP et les hormones sur la faune aquatique sont encore méconnus, surtout lorsqu'il est question des effets cumulés ou encore synergiques que peuvent avoir ces substances. Néanmoins, des études portant sur les hormones comme des perturbateurs endocriniens ont démontré que, même en très faible concentration dans l'eau, ces dernières pouvaient compromettre le potentiel reproducteur de différentes espèces d'invertébrés, d'amphibiens et de poissons (De Champlain et Van Coillie, 2011).

Tableau B.12 Substances retrouvées dans les effluents

Catégories	Substances
Hormones	Estradiol 17B Estriol Estrone Testostérone 17A Éyhynylestradiol
Analgésiques/anti-inflammatoires	Acétaminophène Ibuprofène Naproxen
Agent kératolytique	Acide salicylique
Antibiotiques	Norfloxacin Sulfaméthoxazole Triméthoprim
Anticonvulsivant	Carmabazépine
Antiseptique	Triclosan
Hypolipémiant	Bézafibrate
Stimulant	Caféine

B.4.8 Pesticides

Le bassin versant de la rivière Richelieu étant fortement agricole, les pesticides y sont largement utilisés, et leur présence dans l'environnement, en particulier dans l'eau, demeure une préoccupation de premier plan. Les effets des pesticides se font sentir sur plusieurs espèces, qu'elles soient ou non ciblées par ces substances.

La rivière des Hurons a fait l'objet d'un suivi permanent des pesticides dès 1992. Depuis, les dépassements en pesticides ne montrent aucune tendance significative, ni à la hausse, ni à la baisse.

Les données obtenues pour les années 2008 à 2010 (Giroux et Pelletier, 2012) montrent que certains pesticides sont plus sujets à dépassement que d'autres (tableau B.13). Le pesticide le plus souvent détecté et sujet aux dépassements dans les eaux de la rivière des Hurons est l'atrazine. Dans 9 % des échantillons où elle a été détectée, l'atrazine dépassait le seuil du critère de protection de la vie aquatique chronique. L'atrazine est un herbicide essentiellement utilisé dans la culture du maïs (Santé Canada, 1993). De toxicité très variable selon les espèces, elle est considérée de persistance élevée, particulièrement dans l'eau (SAGe pesticides, 2015).

Le second pesticide à montrer des dépassements est le dicamba. Dans 68,1 % des échantillons dans lesquels il a été détecté, les dépassements étaient supérieurs aux critères d'irrigation des cultures. Le dicamba est un herbicide utilisé principalement dans les cultures céréalières (Santé Canada, 1987). La toxicité du dicamba varie de légère à modérée selon les espèces. Sa persistance dans l'environnement est faible, mais son potentiel de lessivage est élevé (SAGe pesticides, 2015).

Le MCPA est un herbicide utilisé en culture céréalière et en grande culture (U.A.P. Canada Inc, 2005). De 2008 à 2010, il a été détecté dans plus de 40 % des échantillons analysés, et dépassait le critère d'irrigation des cultures dans 32,2 % des échantillons dans lesquels il a été détecté. La toxicité du MCPA va de modérée à faible selon les espèces. Sa persistance dans l'environnement est faible et son potentiel de lessivage, élevé (SAGe pesticides, 2015).

Un dernier herbicide à dépasser le critère d'irrigation des cultures est le linuron, avec une fréquence de dépassement de 0,8 %. Bien que sa fréquence de détection soit faible, Santé Canada propose « d'abandonner graduellement la vente et l'utilisation de tous les produits contenant du linuron au Canada [en raison des]

risques pour la santé humaine et l'environnement [...] » (Santé Canada, 2012). Le linuron peut être hautement toxique pour certaines espèces aquatiques bien que pratiquement non toxique chez les abeilles. À long terme, il peut avoir des effets systémiques et oncogènes chez le rat et la souris. Sa persistance dans l'environnement et son potentiel de lessivage sont élevés (SAGÉ pesticides, 2015).

En plus des herbicides, certains insecticides ont été détectés à des concentrations dépassant les critères de protection de la vie aquatique chronique. Le premier insecticide est le carbaryl. Cet insecticide est utilisé pour lutter contre de nombreux insectes s'attaquant principalement aux fruits, légumes et coton (SAGÉ pesticides, 2015). Sa fréquence de dépassement dans la rivière des Hurons était de 1,6 %. Le carbaryl peut être extrêmement toxique pour certaines espèces. Sa persistance dans l'environnement et son potentiel de lessivage sont tous les deux faibles (SAGÉ pesticides, 2015).

Le carbofuran a connu des dépassements de l'ordre de 1,1 %. Il s'agit d'un nématicide et insecticide utilisé pour protéger maïs, légumes, sorgho, et autres cultures (Conseil canadien des ministres de l'Environnement, 1999). Il est considéré extrêmement toxique pour les oiseaux, hautement toxique pour les abeilles et modérément à hautement toxique pour les animaux aquatiques. Sa persistance et son potentiel de lessivage sont élevés (SAGÉ pesticides, 2015).

Le chlorpyrifos, qui présente une fréquence de dépassement de 3,2 %, est un insecticide utilisé pour lutter contre les mouches et les moustiques, et contre les ectoparasites chez les bêtes à cornes (Santé Canada, 1986). Il est considéré comme extrêmement toxique pour les animaux aquatiques, et hautement toxique pour les oiseaux et les abeilles. Sa persistance est modérée et son potentiel de lessivage faible (SAGÉ pesticides, 2015).

Le diazinon est utilisé pour lutter contre les insectes broyeurs et suceurs et les acariens dans différentes cultures, ainsi que contre les ectoparasites (Santé Canada, 1986). Il est extrêmement toxique pour les oiseaux, les poissons et les invertébrés d'eaux douce et hautement toxique pour les abeilles. Sa persistance et son potentiel de lessivage sont modérés (SAGÉ pesticides, 2015). Le diazinon présente une fréquence de dépassement de 1,1 %.

Finalement, utilisé dans la lutte de plusieurs insectes dans les cultures de fruits et légumes et de céréales, l'aziphos-méthyl (AZM) a présenté des fréquences de dépassement de 0,8 % (Santé Canada, 2001). Il est de modérément à hautement toxique selon les espèces, sa persistance dans l'environnement est modérée et son potentiel de lessivage, faible (SAGÉ pesticides, 2015). En raison des risques que pose cet insecticide pour la santé humaine et les écosystèmes aquatiques, l'*Environmental Protection Agency* aux États-Unis a décidé d'interdire progressivement l'utilisation de l'AZM (U.S. Environmental Protection Agency, 2015).

En 2013, la rivière L'Acadie a fait l'objet d'un suivi des pesticides. Bien que 25 pesticides et produits de dégradation aient été détectés (20 herbicides, quatre insecticides et un fongicide), seule l'atrazine a connu des dépassements de critère pour la qualité de l'eau. Néanmoins, ces dépassements sont préoccupants, car la concentration obtenue dans l'échantillon du 11 juin dépassait de 20 fois la limite de 1,8 µL pour la protection de la vie aquatique (toxicité chronique).

La *Loi sur les pesticides* régleme la distance d'éloignement à respecter lors de l'application des pesticides en milieu agricole. Ces règlements sont résumés au tableau B.14.

Tableau B.13 Pesticides retrouvés dans la rivière des Hurons pour la période 2008 à 2010

	Fréquence moyenne de détection (%)	Concentration maximale (µg/l)	Fréquence de dépassement des critères de qualité de l'eau (%)
Herbicides			
s-Métolachlore	98,8	5,4	0
Atrazine	97,7	5,2	9,0
Dééthyl-atrazine	84,1	0,86	-
Déisopropyl-atrazine	50,9	0,54	-
Bentazone	96,9	3,3	0
Glyphosate	91,9	2,7	0
AMPA	54,6	0,65	-
Imazéthapyr	87,7	0,44	0
Flumetsulame	85,8	0,17	0
Dicamba	68,1	1,5	68,1
Nicosulfuron	58,6	0,096	-
Rimsulfuron	52,3	0,061	-
MCPA	42,2	2,9	32,2
2,4-D	39,7	0,48	0
Mécoprop	28,6	0,27	0
Diméthénamide	28,2	0,58	0
Métribuzine	17,9	0,34	0
Simazine	13,6	3,2	0
Bromoxnyl	12,4	0,38	0
EPTC	3,9	0,12	0
Clopyralide	3,1	0,21	-
Cyanazine	1,1	0,14	0
MCPB	0,8	0,09	0
Linuron	0,8	0,77	0,8
Insecticides			
Carbaryl	10,7	4,5	1,6
<i>1-naphtol</i>	2,3	0,1	-
Diméthoate	3,2	0,05	0
Carbofuran	2,6	3,1	1,1
Chlorpyrifos	2,4	0,07	3,2
Diazinon	1,1	0,26	1,1
Chlorfenvinphos	1,1	0,07	-
Malathion	0,8	0,08	0
Azinphos-méthyl	0,8	0,23	0,8
Fongicide			
Myclobutanil	7,2	0,14	0

■ Protection de la vie aquatique chronique ■ Irrigation des cultures En italique : produit de dégradation

Source : Giroux et Pelletier, 2012

Tableau B.14 Distance à respecter pour l'application des pesticides

Distance d'éloignement à respecter – milieu agricole	Objet de la protection	Classes de pesticides visées
Application terrestre : 1 m	Fossés et cours d'eau de 2 m ² ou moins	1 à 5 (C8; agriculteurs certifiés ou non)
Application terrestre : 3 m	Fossés et cours d'eau supérieurs à 2 m ² Plan d'eau	1 à 5 (C8; agriculteurs certifiés ou non)
Application aérienne <ul style="list-style-type: none"> • 1 m* • 3 m* • 30 ou 60 m selon la hauteur du dispositif par rapport au sol 	<ul style="list-style-type: none"> • Fossés et cours d'eau dont l'aire d'écoulement est de 2 m² ou moins • Fossés et cours d'eau dont l'aire d'écoulement est supérieure à 2 m² • Cours d'eau dont la largeur excède 4 m • Plans d'eau • Immeubles protégés <i>Les immeubles protégés ne sont pas visés lorsque les travaux sont effectués par le propriétaire ou l'exploitant qui l'habite.</i>	1 à 4 (C1) 1 à 3 (D1)

*Les cours d'eau intermittents sont exclus de cette règle

Adapté de Environnement Québec, 2003

B.5 Les cyanobactéries

Dans le bassin versant de la rivière Richelieu, les cas de cyanobactéries observés sont rares. Celles-ci ont cependant commencé à être observées à l'embouchure de tributaires agricoles de la rivière Richelieu (tableau B15). Des projets collectifs de bassin versant financés par le MAPAQ ont d'ailleurs débuté en 2014 et seront chapeautés par des organismes du territoire, et visent le bassin versant de la rivière L'Acadie et le bassin versant du ruisseau Belœil. Ceci devrait ainsi permettre une diminution des charges de phosphore si les producteurs agricoles adhèrent au projet et que des actions sont entreprises (mesures de conservation des sols, aménagements hydro-agricoles, bassins de rétention, réduction des apports de fumier, stockage étanche, etc.).

Tableau B.15 Présence de cyanobactéries observée sur le territoire

Année	Cours d'eau avec présence de cyanobactérie confirmée par le MDDELCC	Cours d'eau avec présence de cyanobactéries observée par les agents de sensibilisation du COVABAR
2013	Fleuve St-Laurent (Longueuil) Ruisseau Belœil	
2012		Rivière L'Acadie Bassin de Chambly
2011	Lac du Moulin	
2010	Lac du Moulin	
2008	Lac du Moulin Lac Seigneurial	

B.6 Les eaux souterraines

B.6.1 Définition

L'eau souterraine est omniprésente dans le sous-sol et sa circulation fait partie intégrante du cycle hydrologique d'un bassin versant. Lorsque les précipitations tombent à la surface du sol, une partie de l'eau se déverse dans les plans d'eau et les cours d'eau et une autre partie s'infiltre dans le sol et percole vers la surface de saturation, zone où tous les interstices des particules de roches et de sol sont remplis d'eau. Ce processus s'appelle l'alimentation. Au-dessus de cette surface se trouve la zone d'aération dans laquelle les espaces dans la roche et le sol contiennent à la fois de l'air et de l'eau. L'eau dans cette zone s'appelle l'humidité du sol. Toute la région au-dessous de la surface de saturation est dénommée zone de saturation ou nappe phréatique et l'eau de cette zone est l'eau souterraine.

L'eau souterraine coule généralement selon le principe gravitationnel, c'est-à-dire dans le sens de la pente de la surface de saturation. Comme l'eau de surface, l'eau souterraine s'écoule vers les cours d'eau et les plans d'eau du bassin versant pour éventuellement les rejoindre, c'est l'émergence. L'émergence de l'eau souterraine peut contribuer considérablement à l'écoulement de l'eau de surface. Durant les périodes d'étiage estival, le débit de certains cours d'eau peut être entièrement alimenté par l'eau souterraine. En fait, la nature des formations souterraines exerce un effet marqué sur le volume du ruissellement en tout temps de l'année. Le temps de séjour de l'eau souterraine, c'est-à-dire la durée pendant laquelle l'eau demeure dans la portion souterraine du cycle hydrologique, varie énormément. L'eau peut ainsi demeurer des dizaines, des centaines ou même des milliers d'années, ce qui n'est pas inhabituel. À titre de comparaison, le temps de renouvellement de l'eau des rivières, ou temps que met l'eau des rivières à se remplacer complètement, est d'environ deux semaines.

B.6.2 État des connaissances

Initié en 2008, le Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines du Québec (PACES) a été développé par le MDDELCC dans le but d'approfondir les connaissances fragmentaires que nous avons sur les eaux souterraines.

Les objectifs du projet tels que présentés par le MDDELCC étaient de permettre l'obtention de connaissances sur les aspects quantitatifs et qualitatifs des eaux souterraines dans le secteur à l'étude (ici Montérégie est) et de dresser un portrait régional des aquifères (formations géologiques qui contiennent suffisamment d'eau pour en permettre l'écoulement et le captage). Les travaux réalisés dans le cadre de ce programme ont rendu possible la production de différentes cartes permettant de localiser entre autres les formations géologiques, les principaux aquifères, leurs zones de recharge et de vulnérabilité.

Bien qu'encore méconnues, les ressources en eaux souterraines n'en demeurent pas moins essentielles. Effectivement, 20 % de la population québécoise est alimentée en eau souterraine. Aussi, afin de préserver cette ressource, il convient de connaître les caractéristiques et la vulnérabilité des aquifères afin de s'assurer de l'adéquation des mesures d'aménagement du territoire.

Les principaux aquifères du bassin versant

L'eau souterraine existe partout dans le sous-sol du bassin versant. Cependant, en raison de la nature, de la répartition géographique et des propriétés hydrauliques des formations pédo-géologiques et géologiques dans lesquelles elle circule, sa quantité, sa capacité de recharge, son accessibilité et son potentiel d'utilisation à des fins de consommation et d'exploitation sont très variables.

De manière générale, ces aquifères peuvent être classés en deux types :

L'aquifère libre (aussi appelé nappe phréatique) : habituellement le moins profond. Sa recharge se fait directement par l'eau d'irrigation et des précipitations (pluie ou neige) qui s'infiltrent verticalement dans le sol poreux. Parce que les aquifères libres sont généralement rechargés sur toute leur surface par l'eau d'infiltration, ils sont plus vulnérables à la contamination.

L'aquifère captif (aussi appelé confiné) : habituellement situé à une plus grande profondeur, il se situe sous une couche peu perméable par exemple, une couche d'argile. Sa recharge se fait également par l'eau d'irrigation et des précipitations sauf que, dans ce cas, la recharge a lieu aux endroits où la couche peu perméable d'argile est absente. Ainsi, comme ces aquifères sont protégés par la couche peu perméable, ils sont moins vulnérables à la contamination sauf aux points de recharge (Barrette, 2006).

Le sous-sol du bassin versant de la rivière Richelieu est constitué de trois contextes hydrogéologiques (Carrier *et coll.*, 2013) (carte B.6). Le premier, correspondant à la Plate-forme Saint-Laurent nord, est caractérisé par une couche d'argile de plus de 10 m d'épaisseur. La recharge de l'aquifère y est minimale, et l'eau qu'on y trouve est saumâtre en raison du lessivage de la Mer de Champlain, rendant l'eau de cet aquifère de 2 200 km² non potable. Le réseau d'approvisionnement en eau de ce secteur est presque exclusivement alimenté par les eaux de surface.

Le deuxième contexte correspond à la portion sud de la Plate-forme du Saint-Laurent. Contrairement à la partie nord, on n'y trouve pas de couverture continue et épaisse de sédiments argileux. La recharge de cet aquifère est importante, et la rivière Richelieu en constitue une importante zone de résurgence. L'approvisionnement en eau souterraine relatif à ce contexte est significatif.

Le troisième et dernier contexte est associé aux intrusions montérégiennes, et représente une zone de recharge régionale de l'aquifère rocheux. Les intrusions montérégiennes, bien qu'associées à d'importantes recharges, montrent peu de vulnérabilité en raison des pentes importantes et de la profondeur de la nappe.

Cet aquifère, avec d'autres, granulaires, est modérément vulnérable, et on y observe des dépassements de fluor et de baryum en ce qui concerne les critères de potabilité.

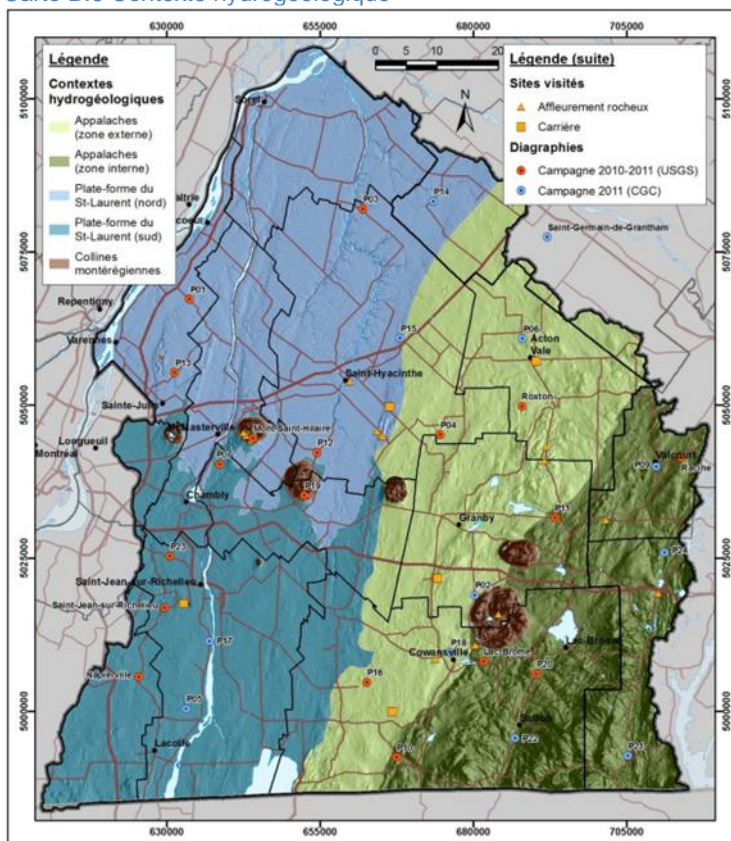
Qualité des eaux souterraines du bassin versant de la rivière Richelieu et de la zone Saint-Laurent

La qualité des eaux provenant des différentes formations aquifères est liée à la nature et à la qualité du milieu où elles circulent. Le risque de contamination des formations aquifères est intimement lié à la vulnérabilité du milieu physique (degré de vulnérabilité des aquifères) et, également, aux activités anthropiques se déroulant à la surface (carte B.7). Une fois contaminée, l'eau présente un risque pour la santé des personnes qui la consomment. De plus, l'émergence d'eaux souterraines contaminées dans les cours d'eau et les plans d'eau participe à la dégradation générale de la qualité des eaux de surface du bassin versant.

Tout d'abord, les contaminants affectant la qualité de l'eau peuvent provenir de sources naturelles. En effet, la composition minéralogique du sous-sol peut entraîner des problèmes de toutes sortes tels que la contamination par l'arsenic, le fer ou tout autre métal présent naturellement dans les eaux souterraines. Les cas de contamination de ce type sont peu fréquents au Québec, mais quelques-uns ont été signalés, dont un cas grave de contamination par l'arsenic en Abitibi (Beaudet, 1999).

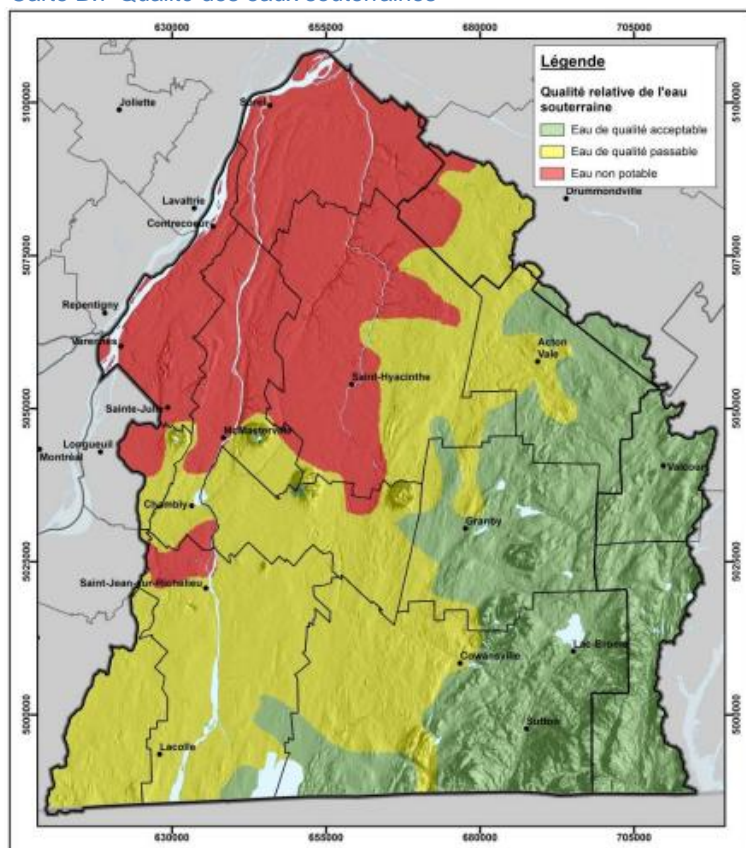
Dans le bassin de la rivière Richelieu, la qualité de l'eau souterraine associée à la zone sud de la Plate-forme du Saint-Laurent n'est que passable. L'eau de cette zone est pourtant exploitée de façon significative. Au niveau du

Carte B.6 Contexte hydrogéologique



Source : Carrier *et coll.*, 2013

Carte B.7 Qualité des eaux souterraines



Source : Carrier et coll., 2013

résiduaire, sites de dépôt de neige, etc. Par ailleurs, une large portion du territoire du bassin versant est affectée par une pollution agricole diffuse (fertilisants et pesticides). Cependant, il semblerait que les nitrites et nitrates se retrouvent principalement dans les eaux de surface, ces derniers n'ayant été détectés qu'à des seuils inférieurs aux critères de qualité en vigueur. Tous ces éléments nécessitent néanmoins une surveillance rigoureuse, d'où la nécessité d'un suivi de la qualité de l'eau souterraine, particulièrement dans les zones qui servent à l'approvisionnement en eau potable de la population.

À l'échelle du bassin versant, les zones à dominance argileuse bénéficient de l'imperméabilité de ce substrat et peuvent donc être considérées comme très peu vulnérables aux contaminations anthropiques (Crowe *et coll.*, 2003). Par contre, les dépôts superficiels constitués de sable et de gravier sont au contraire peu protégés. Les contaminants rejetés sur une de ces zones ont le potentiel, par infiltration, de se propager dans les eaux souterraines. Ainsi, dans les secteurs du bassin versant où les dépôts de surface sont de cette nature, les risques de contamination sont plus élevés (carte B.8).

Malgré une activité anthropique soutenue sur le territoire, la zone nord de la Plate-forme du Saint-Laurent est très peu vulnérable. Localement, les zones où la vulnérabilité sera la plus importante correspondent à un amincissement de la couche de dépôts argileux. Ces zones sont aussi associées à une recharge plus importante de l'aquifère (carte B.9).

En contrepartie, la zone sud de la Plate-forme du Saint-Laurent montre une vulnérabilité plus sérieuse. Cette vulnérabilité s'explique par la nature semi-perméable des dépôts conjuguée à des zones de recharge importantes.

La décontamination des eaux souterraines est un processus difficile, long et coûteux (parfois impossible). Il

contexte des intrusions montérégiennes, des dépassements de critère de potabilité sont observés pour le fluor et le baryum. Considérée comme non potable, l'eau souterraine de la zone nord de la Plate-forme du Saint-Laurent n'est que faiblement exploitée pour un usage agricole. Certaines activités industrielles et commerciales du bassin versant affectent la qualité de l'eau souterraine. Dans le secteur commercial, on retrouve de nombreux cas de contamination des sols et des eaux souterraines associés à l'entreposage de produits pétroliers, principalement en milieu urbain. Le remplacement des réservoirs souterrains a mis au jour de nombreux cas de contamination, principalement sur les terrains de stations-service, mais également sur des terrains industriels et des terrains publics (voir chapitre Les usages)

L'eau souterraine peut également être contaminée de plusieurs autres façons : lixiviat de lieux d'enfouissement sanitaire (figure B.9), utilisation d'anti-poussières sur les chemins de gravier, installations septiques non conformes ou mal entretenues, épandage et entreposage de sels de déglacage, sites de production d'asphalte, résidus miniers, déversements de polluants accidentels ou volontaires, fuites dans les réseaux d'égouts, épandage de boues

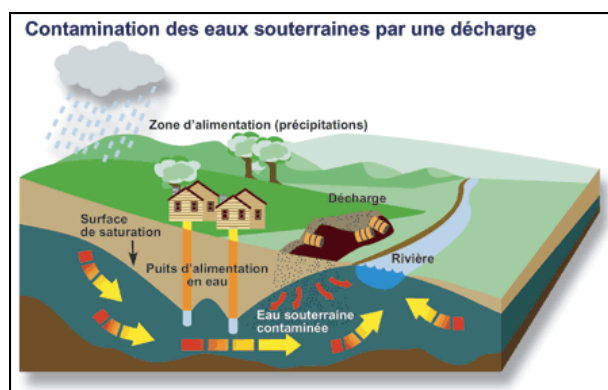
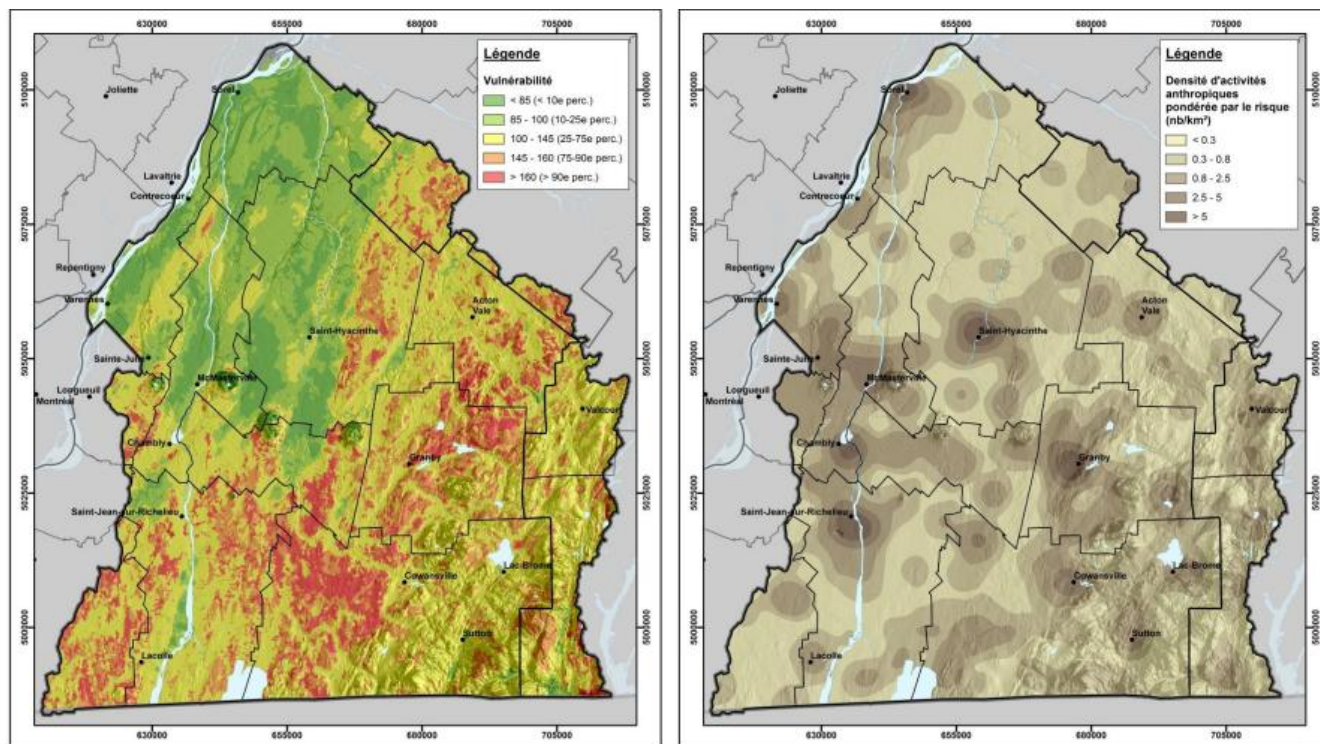


Figure B.9 Contamination des eaux souterraines par une décharge

Source : Environnement Canada, 2013

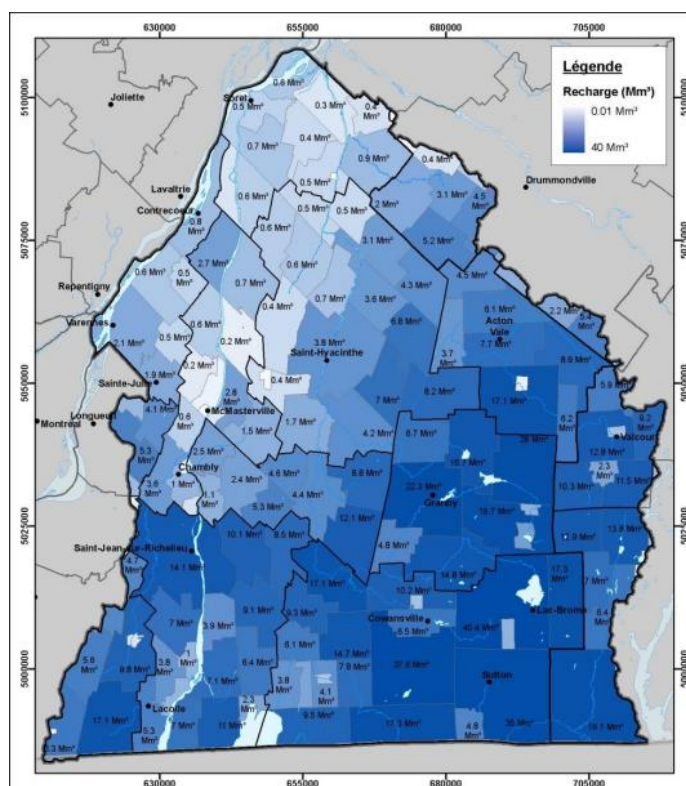
importe donc de prévenir et de limiter les sources potentielles de pollution afin d'assurer la qualité de l'eau et d'éviter les risques de contamination possiblement irréversibles de l'eau.

Carte B.8 Indice DRASTIC de vulnérabilité et pression anthropique



Source: Carrier et coll., 2013

Carte B.9 Zones de recharge



Source: Carrier et coll., 2013

B.6.3 La contamination des eaux souterraines liée aux activités agricoles

Il est à noter qu'en 2002, le ministère de l'Environnement a adopté le *Règlement sur le captage des eaux souterraines* afin de protéger les réserves d'eau souterraine. Il prévoit certaines dispositions particulières pour le milieu agricole. Par exemple, il est interdit d'épandre des déjections animales ou des engrais minéraux à moins de 30 m d'un ouvrage de captage. Aussi, il est impossible de stocker directement sur le sol des déjections animales à moins de 300 m d'un ouvrage de captage.

Contrairement aux eaux de surface, il n'existe pas de surveillance systématique de la qualité de l'eau des puits individuels, la responsabilité du suivi étant à la discrétion du propriétaire du puits. Seules les eaux des systèmes de distribution communautaire telles que définies par le *Règlement sur la qualité de l'eau potable* sont testées à fréquences répétées.

En 2004, une vaste étude du MDDEP (Gélinas *et coll.*, 2004) est parue et avait pour but d'évaluer les conséquences des activités d'élevage intensif sur la qualité des eaux souterraines dans sept bassins versants du sud du Québec. Ces bassins versants ont été sélectionnés en raison de la détérioration de leurs eaux de surface et de leur bilan de phosphore excédentaire. En tout, la campagne d'échantillonnage effectuée en 2002 a permis de recueillir plus de 1 000 échantillons d'eau de puits privés situés en zones agricoles et 94 échantillons de captages municipaux d'approvisionnement en eau potable. Quatre paramètres ont été analysés dans les échantillons d'eau des puits privés, soit les nitrites-nitrates pour caractériser la contamination chimique et les micro-organismes indicateurs suivants : la bactérie *Escherichia coli* (*E. coli*), les bactéries entérocoques et les virus de type coliphages F-spécifiques. Pour les captages, sept paramètres ont été analysés, soit quatre paramètres chimiques et trois paramètres bactériologiques : les nitrites-nitrates, l'azote ammoniacal, le phosphore et le carbone organique total (COT), les coliphages F-spécifiques, les bactéries entérocoques et les bactéries *E. coli*.

Le bassin versant de la rivière Yamaska fait partie des bassins choisis. Ce bassin est voisin de celui du Richelieu et les deux bassins partagent plusieurs caractéristiques communes quant aux pressions agricoles qui s'y exercent. Il faut préciser que les eaux souterraines, contrairement aux eaux de surface, ne sont pas confinées par les lignes de séparation des eaux à l'intérieur d'un bassin versant. De plus, plusieurs des sites d'échantillonnage (31) du bassin de la rivière Yamaska sont situés dans des municipalités qui sont incluses en partie dans le bassin versant de la rivière Richelieu : La Présentation, Saint-Hyacinthe, Rougemont, Sainte-Angèle-de-Monnoir et Sainte-Brigide-d'Iberville. Enfin, un des neuf captages municipaux d'approvisionnement en eau potable étudiés alimente une population située dans le bassin versant de la rivière Richelieu, il s'agit du captage de la municipalité de Rougemont. Quelques constats de l'étude sont donc susceptibles de s'appliquer au bassin versant de la rivière Richelieu :

En mai 2002, il n'y avait pas d'évidence de contamination généralisée des nappes souterraines, tant d'un point de vue microbiologique qu'en matière de nitrates [...]

[...] L'examen des points au voisinage d'un puits contaminé montre que les voisins sont très rarement contaminés. L'effet de contamination, pris au sens strict de dépassement de norme, est considéré comme local et on émet l'hypothèse que la source de contamination se trouve fort probablement dans l'environnement immédiat du puits.

Le suivi mensuel (juillet à novembre 2002) indique que la qualité chimique de l'eau, mesurée par les nitrites-nitrates, est presque constante et que les faibles variations ne sont pas liées à des activités saisonnières.

Par contre, le suivi mensuel des indicateurs microbiologiques dans les puits montre une contamination bactérienne plus fréquente en été (juillet et août) et moindre en mai et à l'automne [...]

[...] La variable expliquant le mieux la qualité de l'eau est le type de puits. Si on distingue un puits profond comme étant un forage de plus de 8 m de profondeur et un puits de surface défini comme une installation d'une profondeur de moins de 8 m, en incluant le captage de sources, la nette majorité des puits contaminés par des nitrates ou des bactéries sont des puits de surface [...]

B.6.4 Usage des ressources en eau souterraine

Dans le cadre de l'étude PACES Montérégie Est, une analyse a été effectuée afin de déterminer la répartition des usages de l'eau, particulièrement en ce qui concerne l'eau souterraine. À partir de l'ensemble des données obtenues, une évaluation de l'utilisation de l'eau a été faite par la MRC pour les deux sources d'approvisionnement confondues, soit l'eau de surface et l'eau souterraine. La méthodologie utilisée dans le cadre de cette étude est disponible à l'annexe 3 du Portrait des ressources en eau souterraine en Montérégie Est (Carrier *et coll.*, 2013a).

Trois catégories d'usage furent ciblées, soit l'utilisation à des fins résidentielles, agricoles et industrielles, commerciales et institutionnelles. Le tableau B.16 présente les résultats de l'estimation de l'utilisation de l'eau pour les MRC touchant au territoire du bassin versant de la rivière Richelieu et de la zone Saint-Laurent.

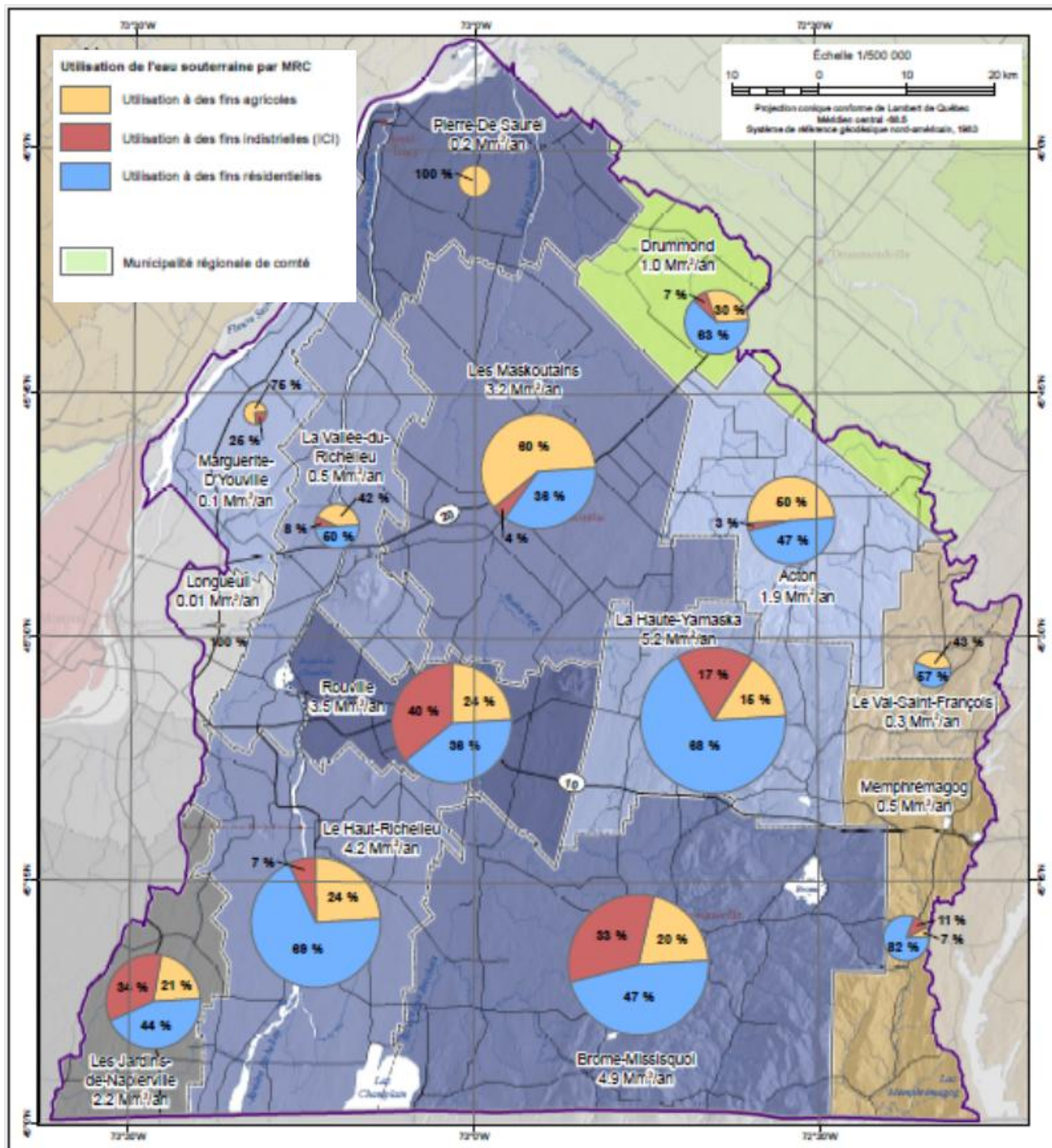
Tableau B.16 Bilan de l'utilisation de l'eau par MRC obtenu dans le cadre du PACES Montérégie Est

MRC	Superficie (km ²)	Population totale	Utilisation totale d'eau				Source d'approvisionnement	
			Totale (Mm ³ /an)	Agricole (%)	ICI (%)	Résidentielle (%)	Eau de surface	Eau souterraine
La Vallée-du-Richelieu	604,4	123 036	18,04	2,3	40,1	57,6	97,5	2,5
Le Haut-Richelieu	996	114 137	21,28	7,6	43,4	49	80,4	19,6
Les Jardins-de-Napierville	804,1	25 984	3,18	45,5	23,9	30,6	30,7	69,3
Les Maskoutains	1 312	83 146	18,73	16,8	42,7	40,5	82,7	17,3
Marguerite-D'Youville	405,3	72 714	79,66	0,5	86,1	13,4	99,7	0,3
Pierre-De Saurel	639,2	50 352	179,81	0,3	97,1	2,6	99,9	0,1
Roussillon	492,3	203 344	0,32	0	45,7	54,3	99,8	0,2
Rouville	488,7	35 892	6,7	22,7	30,8	46,5	47,4	52,6
Longueuil	308,8	402 953	38,88	0	67,9	32,1	100	0

Adapté de Carrier *et coll.*, 2013

Concernant spécifiquement la consommation de l'eau souterraine, une estimation a également été effectuée et est présentée dans la carte B.10. Ainsi, il a été possible de déterminer que l'eau souterraine est utilisée en plus grande proportion à des fins résidentielles dans les secteurs sud du territoire, lesquels correspondent à la zone où l'eau souterraine est considérée comme passable en termes de potabilité, contrairement aux autres secteurs qui sont alimentés davantage par l'eau de surface (voir section consommation de l'eau potable; section C.3). Au nord, où l'eau souterraine n'est pas potable, elle est utilisée en grande proportion pour l'agriculture. Le secteur ICI utilise également l'eau souterraine dans différents procédés (carrière, pisciculture, industries agroalimentaires, camping, système d'irrigation, etc.) (Carrier *et coll.*, 2013). Il faut remarquer que l'utilisation de l'eau pour la MRC Pierre-De Saurel est vouée à 97,1 % aux activités des ICI (tableau B.16). Puisque, selon la carte B.10, l'utilisation de l'eau souterraine pour cette MRC est vouée seulement à l'agriculture, il est possible de conclure que l'eau utilisée pour les ICI provient exclusivement de l'eau de surface. Vu la grande quantité d'eau destinée à ce secteur d'activité, il serait intéressant, dans les prochaines années, de pousser plus loin l'étude de la consommation d'eau pour les ICI de la MRC Pierre-De Saurel, ainsi que des autres MRC du territoire.

Carte B.10 Utilisation de l'eau souterraine par MRC



Source: Carrier et coll., 2013

B.7 Annexes

Annexe B.1 Données relatives aux stations d'IQBP du bassin versant de la rivière Richelieu

Valeurs médianes des concentrations des principaux paramètres mesurés dans le bassin de la rivière Richelieu pour 2013

Paramètres	Unités	Hurons 03040007	Sorel 03040009	St-Jean-sur- Richelieu 03040010	Lacolle 03040012	St-Charles 03040017	L'Acadie 03040116
Azote ammoniacal	mg/l	0,20	0,02	0,04	0,03	0,04	0,04
Azote total filtré	mg/l	3,60	0,52	0,39	0,28	0,35	2,29
Carbone organique	mg/l	6,4	3,3	3,4	3,4	3,4	8,8
Chlorophylle α active	$\mu\text{g/l}$	13,60	3,08	2,49	2,09	3,60	7,26
Chlorophylle α totale	$\mu\text{g/l}$	27,16	5,00	4,67	3,27	5,12	12,99
Coliformes fécaux	UFC/100 ml	1128	45	191	1	71	1055
Conductivité	$\mu\text{S/cm}$	760,0	180,0	180,0	170,0	170,0	765,0
Nitrites et nitrates	mg/l	1,60	0,23	0,18	0,12	0,12	1,35
pH	pH	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,3
Phosphore total	mg/l	0,130	0,030	0,023	0,009	0,018	0,170
Phéophytine a	$\mu\text{g/l}$	4,46	1,96	2,51	0,92	1,66	6,08
Solides en suspension	mg/l	31,0	12,0	8,0	2,0	9,5	30,0
Turbidité	UTN	14,0	11,3	6,2	1,1	6,7	34,0

Les paramètres en **gras** ont été utilisés pour le calcul de l'IQBP

Centiles 90 des concentrations des principaux paramètres mesurés dans le bassin de la rivière Richelieu

Paramètres	Unités	Hurons 03040007	Sorel 03040009	St-Jean-sur- Richelieu 03040010	Lacolle 03040012	St-Charles 03040017	L'Acadie 03040116
Azote ammoniacal	mg/l	1,30	0,07	0,06	0,04	0,07	0,09
Azote total filtré	mg/l	7,80	1,00	0,75	0,39	0,71	8,20
Carbone organique	mg/l	7,0	3,5	3,7	4,0	3,8	10,9
Chlorophylle α totale	$\mu\text{g/l}$	73,20	5,95	7,93	2,56	4,49	54,50
Chlorophylle α active	$\mu\text{g/l}$	95,40	9,61	10,84	3,89	6,54	65,90
Coliformes fécaux	UFC/100 ml	6000	250	700	46	500	6000
Conductivité	$\mu\text{S/cm}$	1200,0	220,0	210,0	170,0	210,0	950,0
Nitrites et nitrates	mg/l	5,50	0,74	0,50	0,18	0,44	6,30
pH	pH	8,7	8,0	8,0	8,0	8,3	8,4
Phosphore total	mg/l	0,470	0,061	0,051	0,019	0,022	0,240
Phéophytine a	$\mu\text{g/l}$	22,20	3,66	2,91	1,80	2,10	14,70
Solides en suspension	mg/l	261,0	38,0	11,0	2,0	14,0	98,0
Turbidité	UTN	430,0	32,0	18,0	1,6	9,3	160,0

Critères de qualité

Paramètres	Qualité satisfaisante	Qualité douteuse	Mauvaise qualité
NH ₃	Jusque 0,5 mg/l	entre 0,5 et 1,5 mg/l	À partir de 1,5 mg/l
NO _x	Jusque 1 mg/l	entre 1 et 10 mg/l	À partir de 10 mg/l
CON	Jusque 500 µS/cm	entre 500 et 700 µS/cm	À partir 700 µS/cm
CF	Jusque 200 UFC/100 ml	entre 200 et 1 000 UFC/100 ml	À partir de 1 000 UFC/100 ml
P TOT	Jusque 0,02 mg/l	entre 0,02 et 0,03 mg/l	À partir de 0,03 mg/l
Chl A tot	Jusque 8,6 mg/m ³	entre 8,6 et 13,9 mg/m ³	À partir 13,9 mg/m ³

Annexe B.2 Concentrations de pesticides dans la rivière L'Acadie en 2013 (µg/l)

BQMA : 3040116		Résultats										Interprétation			
2013	Mai	Juin				Juillet					Août	CVAC ¹ µg/l	Fréquence		
	28	4	11	18	25	2	9	16	23	29	6		Détection Nb	%	Dépassement CVAC %
HERBICIDES															
Atrazine	0,25	0,68	37	0,52	0,46	0,23	1	0,13	0,32	0,9	0,25	1,8	11	100	9
Deéthyl-atrazine	0,05	0,07	0,61	-	0,05	0,06	0,17	0,04	0,08	0,1	0,04	≠	10	91	≠
Déisopropyl-atrazine	-	-	0,16	-	-	-	0,02	-	-	-	-	-	2	18,2	-
S-Métolachlore	0,85	0,88	0,94	0,33	0,3	0,3	1	0,11	0,28	0,53	0,15	7,8	11	100	0
Diméthénamide	0,54	0,4	0,2	0,17	0,07	0,14	0,09	0,31	0,69	0,25	0,09	5,6	11	100	0
Métribuzine	0,42	0,23	0,25	0,04	0,05	0,03	0,09	-	0,05	0,05	0,03	1	10	91	0
Linuron	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,58	7	1	9,1	0
Dicamba	0,36	0,32	1,3	0,06	0,06	0,06	0,62	-	0,34	0,04	-	10	9	81,8	0
2,4-D	-	-	1,9	-	0,21	-	0,19	-	0,08	-	-	220	4	36,4	0
2,4-DB	-	-	-	-	0,31	-	-	-	-	-	-	25	1	9,1	0
Bentazone	-	-	-	-	-	0,05	0,07	-	-	-	-	510	2	18,2	0
Mécoprop	-	-	0,57	-	-	-	0,32	-	-	-	-	13	2	18,2	0
MCPA	-	-	0,23	-	-	-	-	-	-	-	-	2,6	1	9,1	0
Glyphosate	0,36	3,8	3	0,42	0,65	0,92	1,1	0,23	0,46	0,31	0,27	65	11	100	0
AMPA	-	0,33	1,1	0,37	0,61	0,74	0,41	0,4	0,67	-	0,71	≠	9	81,8	≠
Flumetsulam	0,033	0,061	-	-	-	0,009	0,016	0,01	0,01	-	-	3,1*	6	54,5	0
Imazéthapyr	0,22	0,15	0,21	0,051	0,042	0,057	0,32	0,04	0,1	0,038	0,018	8,1*	11	100	0
Nicosulfuron	-	0,004	-	-	-	-	0,027	-	-	-	-	≠	2	18,2	≠
Rimsulfuron	0,003	0,004	0,038	-	-	-	0,002	-	-	-	-	4,6*	4	36,4	0
Mésotrione	0,07	0,14	0,07	0,03	0,02	0,02	0,01	-	-	0,05	-	≠	8	72,7	≠
INSECTICIDES															
Imidaclopride	-	-	0,006	RND	0,003	0,028	0,017	0,008	0,016	0,008	0,023	0,23	8	80	0
Thiaméthoxame	0,15	0,051	0,16	RND	0,028	0,04	0,15	0,026	0,032	0,023	0,016	≠	10	100	≠
Clothianidine	0,064	0,027	0,08	RND	0,015	0,032	0,096	0,017	0,039	0,019	0,013	≠	10	100	≠
Chlorantranilprole	0,002	0,006	-	-	0,002	0,003	0,015	0,003	0,017	0,012	0,007	≠	9	82	≠
FONGICIDES															
Azoxystrobine	-	0,006	0,001	RND	0,009	0,005	0,007	0,013	0,004	0,012	0,004	1,24*	9	90	0

- Pesticide non détecté; pas de critère ou valeur guide pour ce paramètre

¹ Critère de qualité de l'eau pour la protection des espèces aquatiques (exposition chronique); valeur du critère ou du critère provisoire

* Valeur guide calculée

≠ Aucun critère ou valeur guide

RND Résultat non disponible, bouteille cassée

Analyse de dépistage effectuée : les herbicides propazine et bensulide ont été détectés

Annexe B.3 IQBP de la rivière aux Pins

Paramètres	Stations					
	1	2	3	4	5	6
CF	82	73	93	77	66	92
ChIA	na	2	na	na	na	na
MES	65	19	38	73	25	23
NH3	95	90	93	88	96	94
NOx	94	94	94	94	76	94
OD	6	6	4	12	24	8
pH	90	92	90	95	98	96
Ptot	37	8	7	3	4	8
Turb	65	34	66	63	1	13
IQBP	2	0	1	2	1	1

C. Les usages

C.1 Les usages : notions

Les usages sur le territoire sont nombreux. L'eau est utilisée à plusieurs fins : usage résidentiel, consommation personnelle, agriculture, activités récréotouristiques, etc. Néanmoins, ces activités peuvent engendrer des problématiques en lien avec la ressource eau pouvant nuire à sa qualité. Il faut tendre à minimiser l'impact négatif que les usages peuvent avoir sur la ressource eau et valoriser les impacts positifs.

C.2 Affectation du territoire

Les usages sont fonction des grandes affectations du territoire. Celles du bassin versant de la rivière Richelieu et de la zone Saint-Laurent sont déterminées dans le schéma d'aménagement et de développement des MRC, ces dernières y indiquent comment elles souhaitent orienter l'utilisation de leur territoire (MAMROT, 2014). Celles-ci sont répertoriées dans le Portrait provincial en aménagement du territoire du MAMOT. Le territoire est fortement à vocation agricole, mais possède aussi des noyaux urbains avec présence résidentielle. Souvent, à l'intérieur de ces noyaux, des zones industrielles sont présentes. On trouve également quelques zones de conservation. Au total, neuf affectations distinctes existent sur le territoire (carte C.1).

C.3 Usage de l'eau potable

Les Québécois sont de très grands consommateurs d'eau potable. En effet, « les volumes unitaires d'eau produits par les municipalités québécoises s'avèrent supérieurs aux moyennes nord-américaines et européennes, ce qui entraîne inutilement une hausse des coûts d'exploitation » (gouvernement du Québec, 2002). Deux facteurs contribuent principalement à cette distribution élevée, soit les pertes d'eau par fuites dans les réseaux de distribution d'eau potable et la surconsommation (gouvernement du Québec, 2011).

C.3.1 Stratégie québécoise d'économie d'eau potable

Afin de réduire la consommation d'eau potable, le gouvernement du Québec a mis en place en 2011 une *Stratégie québécoise d'économie d'eau potable*. Celle-ci vise « une réduction d'au moins 20 % de la consommation moyenne d'eau par personne pour l'ensemble du Québec et une réduction des pertes d'eau par fuites à au plus 20 % du volume total produit » (gouvernement du Québec, 2011). Concernant l'objectif de réduction de la distribution d'eau, il faut savoir que, « puisque le volume moyen d'eau distribuée au Québec lors du lancement de la *Politique nationale de l'eau* était de l'ordre de 777 litres par personne par jour [l/(pers.*d)], la réduction visée de 20 % pour l'ensemble de la province devrait avoir abaissé cette consommation à 622 l/(pers.*d), ce qui correspond à la moyenne canadienne de 2001 » (gouvernement du Québec, 2011). Cet objectif doit être atteint d'ici le 31 décembre 2016. Du côté de la réduction des fuites dans les réseaux d'eau potable, en plus d'une réduction de 20 % du volume d'eau distribué, la Stratégie vise l'atteinte « d'un taux de fuites maximal de 15 mètres cubes par jour par kilomètre de conduite [m³/(d*km)] » (gouvernement du Québec, 2011). Cette Stratégie « favorisera la mise en place de mesures pour réduire la consommation d'eau et sensibiliser les usagers à la valeur de l'eau » (gouvernement du Québec, 2011).

Afin d'atteindre les objectifs visés, les municipalités sont grandement interpellées à réaliser cinq mesures (ci-dessous). Pour les mettre en place, un échéancier a été proposé (tableau C.1).

- Mesure 1 : Production d'un état de la situation et d'un plan d'action incluant la description des mesures d'économie d'eau et une réglementation sur l'eau potable
- Mesure 2 : Production d'un bilan de l'usage de l'eau, mesure de la production et de la distribution d'eau avec débitmètres calibrés et, si requis, un programme de détection et de réparation des fuites
- Mesure 3 : Installation de compteurs d'eau
- Mesure 4 : Mise en place d'une tarification adéquate
- Mesure 5 : Présentation d'un rapport annuel sur la gestion de l'eau au conseil municipal

Carte C.1 Les grandes affectations du territoire

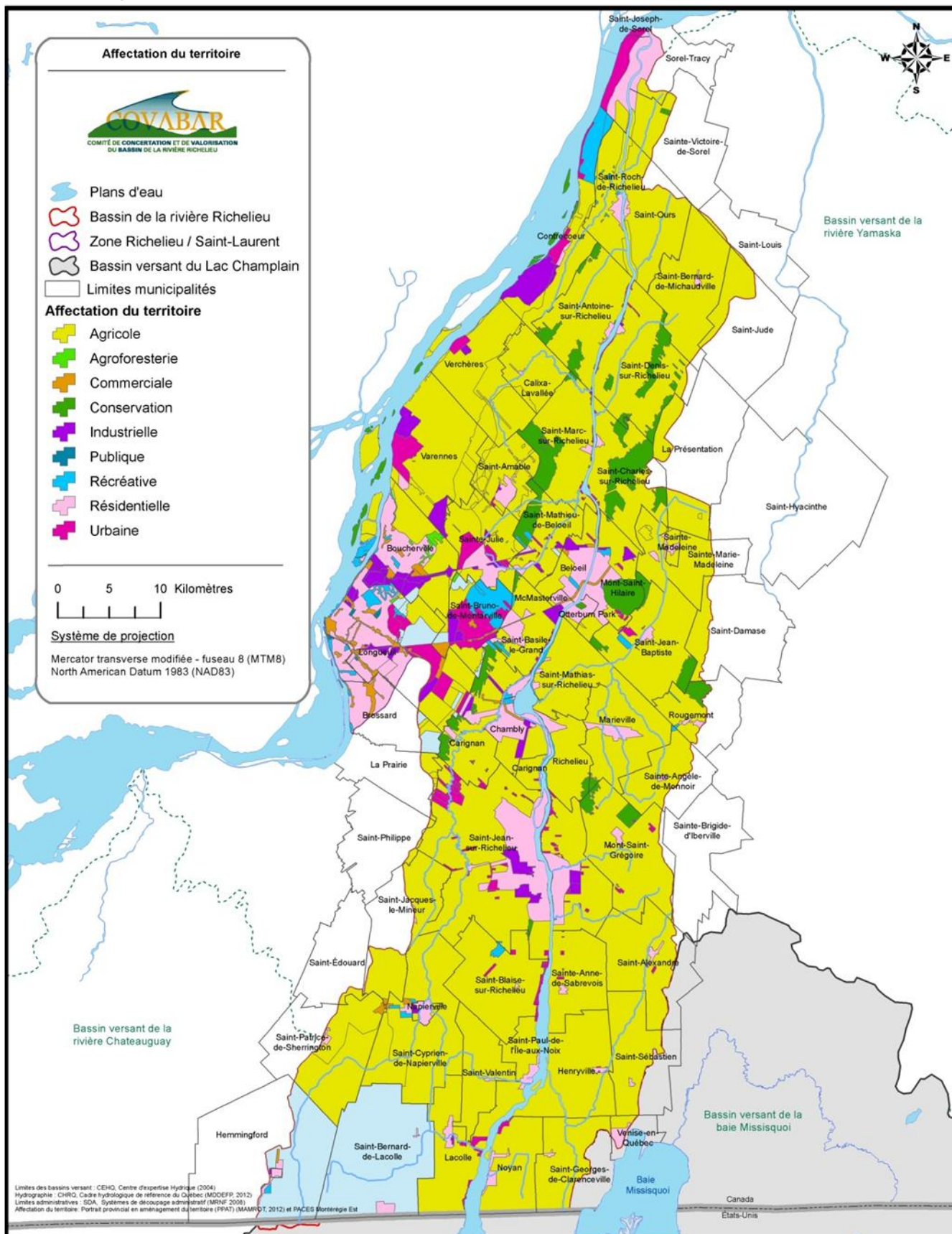


Tableau C.1 Échéancier proposé pour la mise en place des cinq mesures de la Stratégie

Mesures	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1. Produire un état de la situation, un plan d'action incluant une description des mesures d'économie d'eau et une réglementation sur l'eau potable	Élaborer	Produire et mettre à jour périodiquement le plan d'action				
2. Produire un bilan de l'usage de l'eau	Élaborer	Produire avant le 31 mars de chaque année le bilan de l'année précédente				
Mesure de la production et de la distribution d'eau	Calibrer les équipements en place et installer les équipements manquants	Mettre à jour périodiquement				
Le cas échéant, programme de détection et de réparation des fuites	Réaliser sur l'ensemble du réseau de conduites d'eau potable si le taux de fuites est supérieur à 20 % du volume d'eau produit ou à 15 m ³ /(d*km)					
3. Installer des compteurs d'eau dans tous les immeubles non résidentiels mixtes ciblés	Installer les compteurs d'eau dans deux tiers des ICI (recommandé pour les organismes dont la consommation excède le 1 ^{er} quartile canadien)			Installer les compteurs d'eau dans tous les ICI et immeubles mixtes ciblés		
4. Mettre en place une tarification adéquate	<i>Statu quo</i> jusqu'à ce que la définition d'une tarification adéquate ait été convenue avec le milieu municipal			Implanter graduellement la tarification (tarification adéquate requise au 1 ^{er} avril 2017 si les objectifs de la Stratégie ne sont pas atteints)		
5. Présenter un rapport annuel sur la gestion de l'eau au conseil municipal	Élaborer	Présenter avant le 31 mars de chaque année pour le rapport de l'année précédente				

Adapté de gouvernement du Québec, 2011

La Stratégie cible quatre secteurs, soit les secteurs municipal, résidentiel, institutionnel et commercial/industriel. Différents moyens pour atteindre les objectifs de la Stratégie ont été mis en évidence pour chacun de ces secteurs (tableau C.2).

Tableau C.2 Synthèse des moyens proposés par la Stratégie pour chacun des secteurs

Secteurs	Moyens
Secteur municipal	<ul style="list-style-type: none"> État de la situation, plan d'action, bilan de l'usage de l'eau et présentation d'un rapport annuel sur l'usage de l'eau au conseil municipal.
Secteur résidentiel	<ul style="list-style-type: none"> Règlement provincial pour interdire les équipements consommant trop d'eau; Règlement municipal pour interdire le gaspillage d'eau.
Secteur institutionnel	<ul style="list-style-type: none"> État de la situation, plan d'action et bilan de l'usage de l'eau pour chaque établissement de la santé et pour chacun des trois réseaux de l'éducation (commissions scolaires, cégeps et universités); Collaboration avec les municipalités à l'atteinte des objectifs, y compris l'installation de compteurs (règlement municipal) pour établir le bilan; Correctifs, si requis, appliqués aux installations et remplacement des équipements désuets par des équipements à faible consommation d'eau à la fin de leur vie utile.
Secteurs commerciaux et industriels	<ul style="list-style-type: none"> Installation de compteurs (règlement municipal) pour établir le bilan; Tarification adéquate pour inciter les correctifs requis et éviter le gaspillage.

Adapté de gouvernement du Québec, 2011

C.3.2 Approvisionnement en eau

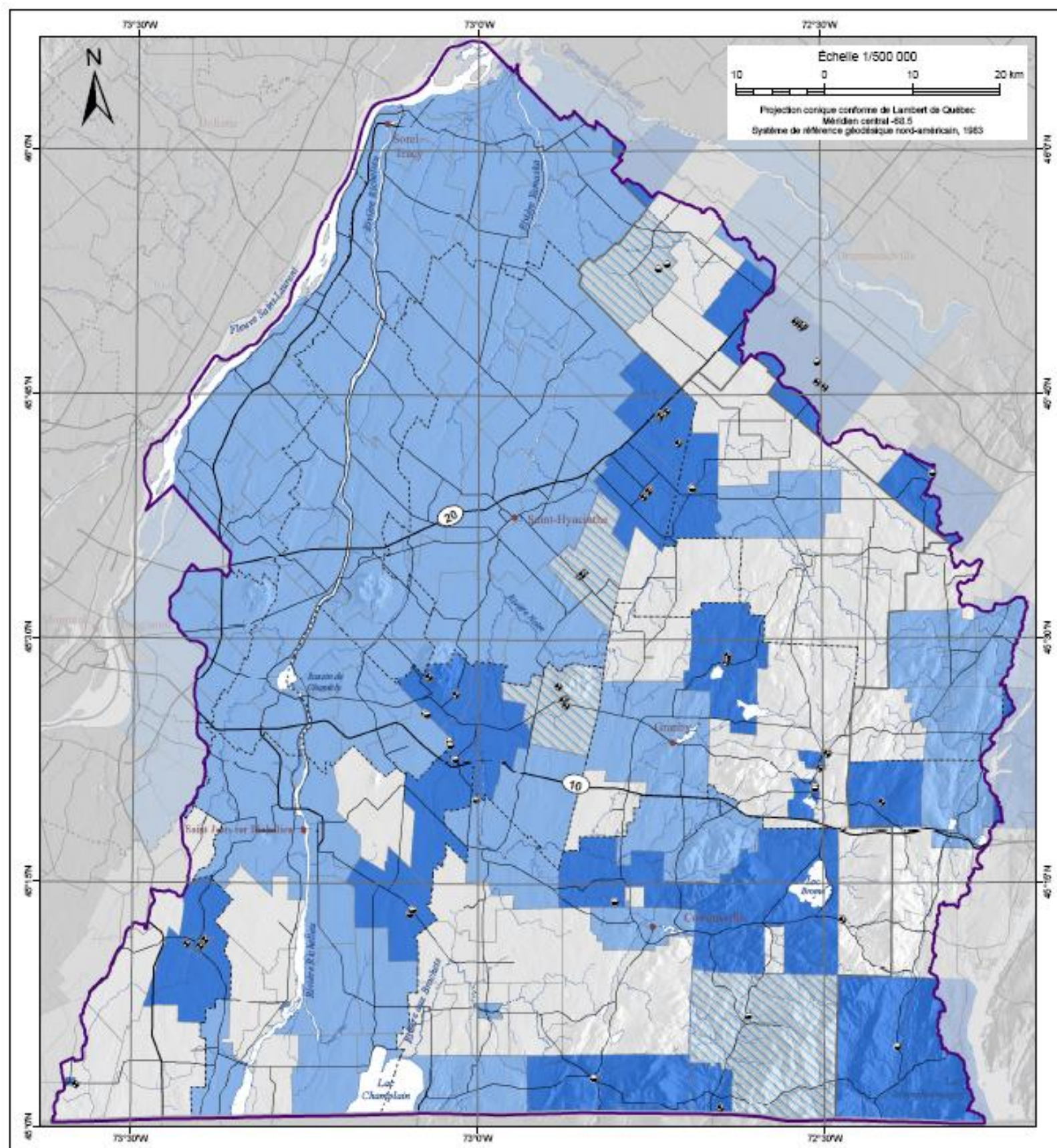
C.3.2.1 Type d'approvisionnement

Les municipalités peuvent s'approvisionner en eau à partir de l'eau de surface ou de l'eau souterraine. Selon les données fournies par le MDDELCC (2015), 49 municipalités s'approvisionnent principalement dans les eaux de surface (rivière Richelieu ou fleuve Saint-Laurent) et six s'approvisionnent principalement dans les eaux souterraines (Hemmingford Village, Napierville, Rougemont, Saint-Alexandre, Saint-Cyprien-de-Napierville et Sainte-Brigide-d'Iberville).

Également, l'organisme de bassin versant de la rivière Yamaska a récolté, dans le cadre du projet PACES (Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines), des données sur les sources d'approvisionnement en eau (Carrier *et coll.*, 2013). Ces données permettent entre autres d'estimer la proportion de la provenance de l'eau par MRC (carte C.2 et C.3). Ainsi, cela permet de corroborer le fait qu'un très grand nombre de municipalités de notre territoire s'approvisionnent principalement par l'eau de surface, certaines MRC s'alimentant à 100 % par cette source. Seules les MRC des Jardins-de-Napierville et de Rouville utilisent davantage l'eau souterraine.

Toujours dans le cadre du projet PACES, un premier travail a été fait pour connaître la répartition de l'utilisation de l'eau de surface et souterraine par secteurs (résidentiel, ICI, agricole). Cependant, les données étant incomplètes, il serait nécessaire de pousser plus loin cette recherche afin d'élaborer un portrait représentatif.

Carte C.2 Utilisation de l'eau, approvisionnement



56

UTILISATION DE L'EAU – APPROVISIONNEMENT
(Livrable PACES no. 26A)
MONTÉRÉGIE EST
QUÉBEC

Légende

Captage municipal	Zone d'étude
• Captage municipal (aquifère granulaire)	• Lieu habité
◆ Captage municipal (aquifère de roc fracturé)	Réseau routier
Provenance de l'eau des réseaux	— Autoroute
Aucun réseau	— Route
Réseau (eau de surface)	Réseau hydrographique
Réseau (eau souterraine)	Étendue d'eau
Réseau (mixte)	— Cours d'eau
	Limites administratives
	— Frontière - Internationale
	— Région
	----- Municipalité régionale de comté

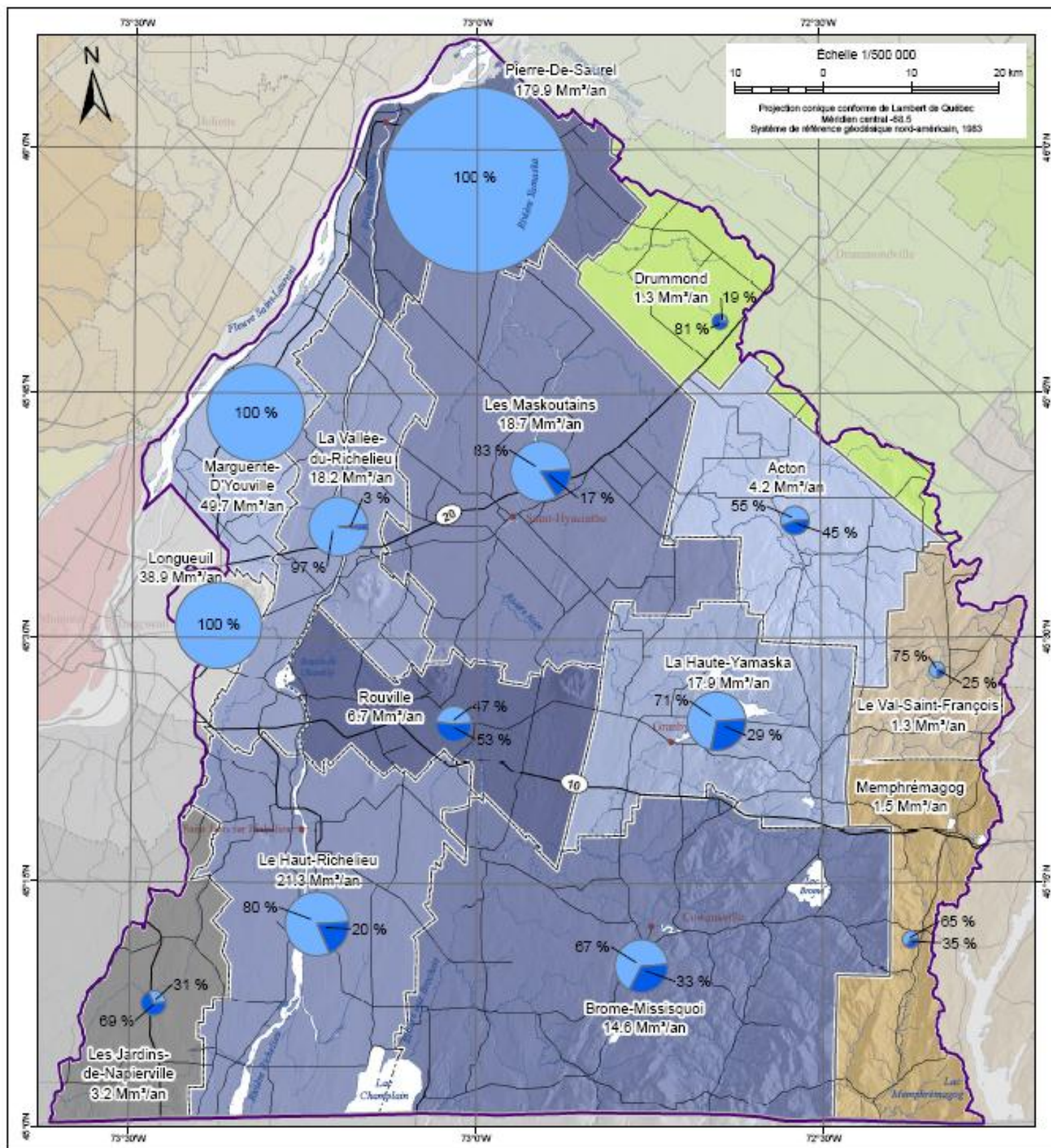
Description du livrable PACES no. 26A - UTILISATION DE L'EAU – APPROVISIONNEMENT

Les besoins en eau pour différents usages peuvent être comblés par différentes sources d'approvisionnement, selon la disponibilité et la qualité de la ressource en eau. De façon générale, les utilisateurs s'alimentent en eau de surface ou en eau souterraine par l'intermédiaire des systèmes publics (par exemple des aqueducs) ou de systèmes privés comme des puits au roc. Au Québec, les données sur l'utilisation de l'eau et les sources d'approvisionnement proviennent soit d'organismes publics (ministères provinciaux, municipalités, MRC, régies inter-municipales, etc.) ou d'entreprises privées.

Cette carte présente la source d'approvisionnement des réseaux d'aqueduc par municipalité pour la Montérégie Est. Des collines Montérégiennes jusqu'à Sorel, toute la partie nord-ouest de la région d'étude est desservie par des réseaux approvisionnés par de l'eau de surface à cause d'une grande zone d'eau souterraine saumâtre non potable de 2 200 km². Dans la partie sud de la Plate-forme du Saint-Laurent (Basses-terres), l'approvisionnement des réseaux municipaux provient aussi de l'eau de surface pour la plupart des municipalités situées le long de la rivière Richelieu. D'autres réseaux municipaux dans les Appalaches sont desservis par de l'eau de surface ou une combinaison d'eau de surface et d'eau souterraine. Cette carte présente également la localisation des puits municipaux et le type d'aquifère capté par ces puits, le roc fracturé ou les dépôts meubles.

Tirée de Carrier et coll., 2013b

Carte C.3 Utilisation totale d'eau par MRC



UTILISATION TOTALE D'EAU PAR MRC (Livrabte PACES no. 26B) MONTÉRÉGIE EST QUÉBEC

Echelle 1/500 000
Projection conique conforme de Lambert de Québec
Méridien central -68.5
Système de référence géodésique nord-américain, 1983

Légende

Utilisation totale d'eau par MRC	Zone d'étude
Utilisation de l'eau de surface	Lieu habité
Utilisation de l'eau souterraine	Réseau routier
Municipalité régionale de comté	Autoroute
	Route
	Réseau hydrographique
	Etendue d'eau
	Cours d'eau
	Limites administratives
	Frontière - Internationale
	Région
	Municipalité régionale de comté

Description du livrabte PACES no. 26B - UTILISATION TOTALE D'EAU PAR MRC

Les besoins en eau pour différents usages peuvent être comblés par différentes sources d'approvisionnement, selon la disponibilité et la qualité de la ressource en eau. De façon générale, les utilisateurs s'alimentent en eau de surface ou en eau souterraine par l'intermédiaire des systèmes publics (par exemple des aqueducs) ou de systèmes privés comme des puits au roc. Au Québec, les données sur l'utilisation de l'eau et les sources d'approvisionnement proviennent soit d'organismes publics (ministères provinciaux, municipalités, MRC, régies inter-municipales, etc.) ou d'entreprises privées.

Bien que l'information ait été regroupée par municipalité en Montérégie Est, cette carte présente l'utilisation totale d'eau par MRC et la source d'approvisionnement pour cette utilisation totale, soit l'eau de surface ou souterraine. Une proportion importante de la consommation totale provient de l'eau souterraine dans les MRC d'Acton et de Rouville ainsi que pour les portions des MRC de Drummond, des Jardins-de-Napierville et de Memphrémagog faisant partie de la région d'étude.

Tirée de Carrier et coll., 2013b

C.3.2.2 Réseaux de distribution

Dans le bassin versant de la rivière Richelieu, 66 réseaux de distribution municipaux sont répartis dans 55 municipalités. De ces réseaux, 41 s'alimentent dans la rivière Richelieu, 15 dans le fleuve, huit dans les eaux souterraines et deux ont un approvisionnement mixte (rivière et eaux souterraines). De plus, 10 municipalités n'ont pas de réseau de distribution municipal d'eau potable (tableau C.3 et carte C.4) (MDDELCC, 2015). De son côté, la Ville de Saint-Hyacinthe, qui n'a qu'une faible portion de son territoire dans le bassin versant de la rivière Richelieu (0,1 %), s'approvisionne dans la rivière Yamaska. Elle n'a donc pas été considérée dans l'analyse de la consommation d'eau du territoire, ses données n'apparaissant que dans le tableau général (tableau C.4) présenté plus loin. La municipalité de Saint-Damase, qui a un réseau d'approvisionnement mixte, a été traitée de la même façon puisque son eau prélevée dans une rivière provient de la Yamaska.

Malgré le nombre élevé de réseaux, les points de prélèvement de l'eau de surface ne sont pas nombreux (carte C.5). Il faut également préciser que l'eau de la rivière Richelieu est aussi exportée vers des municipalités situées à l'extérieur du bassin versant. Celles-ci n'ont pas été prises en compte dans ce Plan directeur de l'eau, mais il sera pertinent de s'y intéresser ultérieurement.

Tableau C.3 Informations sur les réseaux municipaux de distribution de l'eau potable des municipalités du territoire

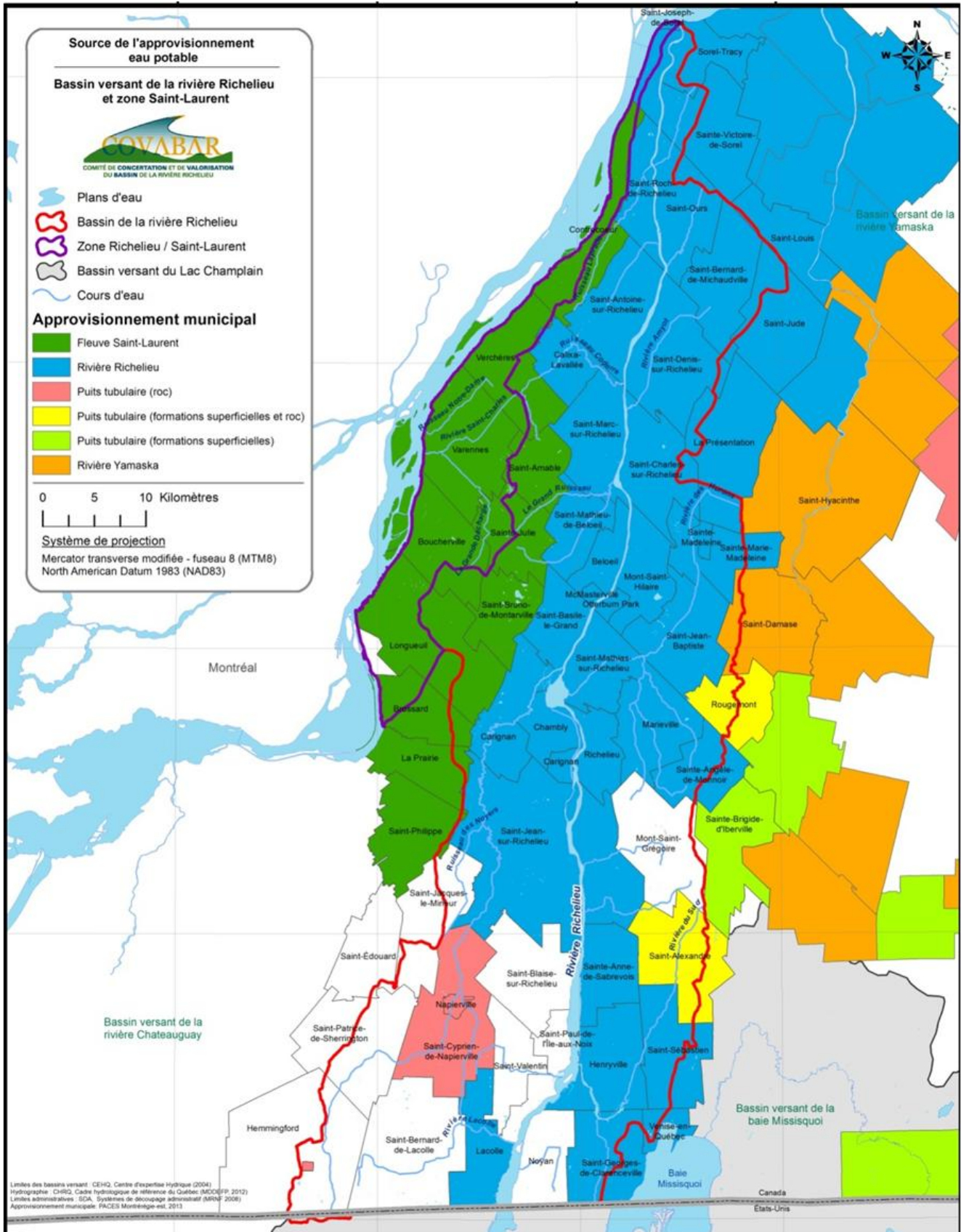
Type d'approvisionnement du réseau	Nom de la municipalité	Numéro du réseau	Nom du réseau	Nombre de personnes desservies
Rivière	Belœil	115337830701	Belœil (ville)	19 800
	Calixa-Lavallée	134256400701	Calixa-Lavallée	515
	Carignan	134250950701	Carignan (secteur Bellerive)	3 070
	Carignan	134250950702	Carignan (secteur Ste-Thérèse)	315
	Chambly	134251370701	Chambly	21 100
	Henryville	134298080701	Henryville	918
	Henryville	239898170791	R.I.A.E.P.H.V.	1 008
	La Présentation	134278510701	La Présentation	2 057
	Lacolle	134247910701	Lacolle	1 600
	Marieville	134286440701	Marieville	4 900
	McMasterville	115352340701	McMasterville	4 108
	Mont-Saint-Hilaire	115086600701	Mont-Saint-Hilaire	15 000
	Otterburn Park	130647530701	Otterburn Park	8 315
	Richelieu	134287500701	Richelieu	5 446
	Saint-Antoine-sur-Richelieu	219327930701	St-Antoine-sur-Richelieu	1 560
	Saint-Basile-le-Grand	114511920701	St-Basile-le-Grand	14 000
	Saint-Bernard-de-Michaudville	225261490791	Régie d'aqueduc Richelieu-Centre	573
	Saint-Charles-sur-Richelieu	318463140701	St-Charles-sur-Richelieu	1 800
	Saint-Denis-sur-Richelieu	476784460701	St-Denis-sur-Richelieu	2 200
	Sainte-Angèle-de-Monnoir	134285520701	Ste-Angèle-de-Monnoir	776
Sainte-Anne-de-Sabrevois	134327370701	Ste-Anne-de-Sabrevois	450	
Sainte-Madeleine	134276870701	Ste-Madeleine	2 180	

Type d'approvisionnement du réseau	Nom de la municipalité	Numéro du réseau	Nom du réseau	Nombre de personnes desservies
	Sainte-Marie-Madeleine	134276460703	Ste-Marie-Madeleine (4e Rang)	245
	Sainte-Marie-Madeleine	134276460702	Ste-Marie-Madeleine (sect. Douville)	686
	Sainte-Victoire-de-Sorel	134273070701	Ste-Victoire-de-Sorel	2 180
	Saint-Georges-de-Clarenceville	281528660701	St-Georges-de-Clarenceville	500
	Saint-Jean-Baptiste	115092390701	St-Jean-Baptiste	2 978
	Saint-Jean-sur-Richelieu	113724140701	St-Jean-sur-Richelieu (rive Est)	12 700
	Saint-Jean-sur-Richelieu	113453940701	St-Jean-sur-Richelieu (rive Ouest)	57 712
	Saint-Joseph-de-Sorel	134274480701	St-Joseph-de-Sorel	1 800
	Saint-Jude	225261490791	Régie d'aqueduc Richelieu-Centre	1 128
	Saint-Louis	225261490791	Régie d'aqueduc Richelieu-Centre	774
	Saint-Marc-sur-Richelieu	134254260701	St-Marc-sur-Richelieu	2 020
	Saint-Mathias-sur-Richelieu	115094860701	St-Mathias-sur-Richelieu	3 800
	Saint-Mathieu-de-Belœil	134267880701	St-Mathieu-de-Belœil	2 100
	Saint-Ours	293710510701	St-Ours	1 690
	Saint-Roch-de-Richelieu	134274220701	St-Roch-de-Richelieu	1 720
	Saint-Sébastien	134289330701	St-Sébastien	450
	Sorel-Tracy	302704900701	Sorel-Tracy (secteur Sorel)	25 600
	Sorel-Tracy	302704900702	Sorel-Tracy (secteur Tracy)	13 100
Venise-en-Québec	134282550701	Venise-en-Québec	600	
Fleuve	Carignan	134250950703	Carignan (secteur du golf)	300
	Contrecoeur	151955890701	Contrecoeur	5 600
	Saint-Amable	134254830701	St-Amable	7 680
	Sainte-Julie	134253500701	Ste-Julie	27 998
	Varenes	134255250701	Varenes	20 600
	Verchères	134256810701	Verchères	5 075
	Boucherville	134251940701	Boucherville	39 704
	Brossard	169044840701	Brossard	73 041
	Longueuil	134252440701	Longueuil (Le Royer)	22 700
	Longueuil	113763650702	Longueuil (local)	34 800
	Longueuil	113763650701	Longueuil (Saint-Hubert)	173 450
	Saint-Bruno-de-Montarville	114521740701	St-Bruno-de-Montarville	24 646
Saint-Lambert	114341800701	St-Lambert	21 598	

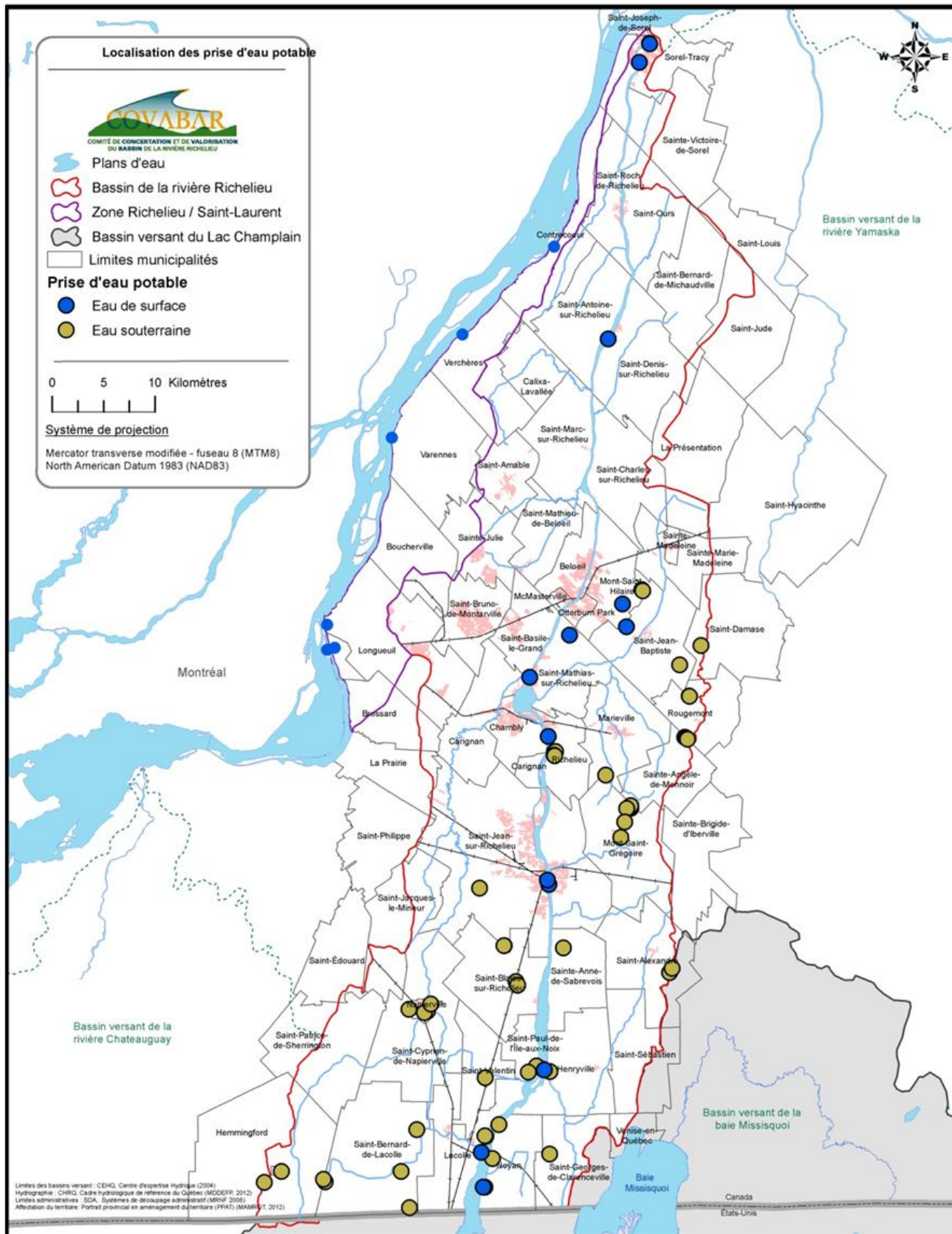
Type d'approvisionnement du réseau	Nom de la municipalité	Numéro du réseau	Nom du réseau	Nombre de personnes desservies
	La Prairie	134303350701	La Prairie	18 150
	Saint-Philippe	134304260701	St-Philippe	3 500
Eau souterraine	Hemmingford	134298991701	Hemmingford (village)	750
	Napierville	134301941701	Napierville (village)	3 030
	Rougemont	134288750701	Rougemont	2 200
	Rougemont	134288260701	Rougemont (McArthur)	150
	Saint-Alexandre	269748990701	St-Alexandre	2 250
	Saint-Cyprien-de-Napierville	134302020701	St-Cyprien-de-Napierville	215
	Saint-Cyprien-de-Napierville	134302021701	St-Cyprien-de-Napierville (1 ^{re} Avenue)	53
	Sainte-Brigide-d'Iberville	134299210701	Ste-Brigide-d'Iberville	700
Mixte	Saint-Damase	134275960701	St-Damase	2 400
	Sainte-Marie-Madeleine	134276460701	Ste-Marie-Madeleine (Dom. Lac Huron)	1 474
Aucun réseau de distribution municipal	Hemmingford Canton	n/a	n/a	n/a
	Mont-Saint-Grégoire	n/a	n/a	n/a
	Noyan	n/a	n/a	n/a
	Saint-Bernard-de-Lacolle	n/a	n/a	n/a
	Saint-Blaise-sur-Richelieu	n/a	n/a	n/a
	Saint-Édouard	n/a	n/a	n/a
	Saint-Jacques-le-Mineur	n/a	n/a	n/a
	Saint-Patrice-de-Sherrington	n/a	n/a	n/a
	Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix	n/a	n/a	n/a
	Saint-Valentin	n/a	n/a	n/a

Adapté de MDDELCC, 2015d

Carte C.4 Source principale de l'approvisionnement de l'eau potable



Carte C.5 Localisation des prises d'eau potable



C.3.3 Consommation de l'eau potable sur le territoire

Conformément à la première mesure de la *Stratégie québécoise d'économie d'eau potable*, les municipalités doivent fournir au gouvernement un bilan de leur consommation en eau. Les données pour les années 2011 et 2012 sont présentées dans le Rapport annuel de l'usage de l'eau potable 2012 publié le 29 novembre 2013 (MAMROT, 2013). Dans le cas de certaines municipalités, les données de 2012 sont absentes puisqu'elles n'avaient pas été approuvées par le ministère au moment de la publication du Rapport. Il est à noter que les données de l'année 2013 seront bientôt disponibles.

Parmi les 66 municipalités du territoire du bassin versant de la rivière Richelieu et de la zone Saint-Laurent, 30 municipalités voient leurs données présentées en 2012 et 50 en 2011. Parmi celles-ci, 29 municipalités ont des données disponibles pour les deux années. De celles dont aucune donnée n'est disponible, 10 d'entre elles n'ont simplement pas de réseau de distribution d'eau potable (tableau C.3).

Le tableau C.4 présente les données générales sur la consommation des municipalités du territoire. En calculant la moyenne de la quantité d'eau distribuée par personne, on observe que les moyennes obtenues pour 2011 (522 l/pers*d) et 2012 (560 l/pers*d) sont inférieures à l'objectif final de la Stratégie, lequel vise pour l'ensemble du Québec l'atteinte d'un objectif de 622 l/pers*d au 1^{er} avril 2017 (représentant 20 % de la valeur de la consommation en 2001). Cependant, il faut prendre en considération que des données n'étaient pas disponibles pour toutes les municipalités, ce qui signifie que les valeurs obtenues ne sont pas nécessairement représentatives de l'ensemble du territoire du bassin versant de la rivière Richelieu et de la zone Saint-Laurent, particulièrement en 2012.

Tableau C.4 Données sur la distribution d'eau potable pour les municipalités du territoire

Nom de la municipalité	Principale source d'approvisionnement de l'eau	Population totale desservie par les réseaux de distribution	Débit quotidien moyen annuel (m ³ /d)	Quantité d'eau distribuée par personne (l/pers*d)	Population totale desservie par les réseaux de distribution	Débit quotidien moyen annuel (m ³ /d)	Quantité d'eau distribuée par personne (l/pers*d)
		2011			2012		
Belœil	Surface	20 783	8 147	392	21 633	9 643	446
Boucherville	Surface	41 179	23 426	569	41 502	23 106	557
Brossard	Surface	78 380	28 980	370	81 589	30 518	374
Calixa-Lavallée	nd	524	nd	nd	497	150	301
Carignan	nd	6 531	nd	nd	6 531	nd	nd
Chambly	Surface	25 545	10 866	425	26 892	nd	nd
Contrecoeur	Surface	6 934	3 886	560	7 323	4 328	591
Hemmingford (vl)	Souterraine	769	287	372	841	315	375
Hemmingford (ct)	*	*	*	*	*	*	*
Henryville	Surface	1 203	410	341	1 203	390	324
La Prairie	Surface	22 949	10 262	447	23 761	nd	nd
La Présentation	Surface	2 333	1 052	451	2 500	nd	nd
Lacolle	nd	1 893	nd	nd	2 267	nd	nd
Longueuil	Surface	236 431	143 489	607	234 518	133 955	571
Marieville	Surface	10 718	4 469	417	10 070	4 366	434
McMasterville	Surface	5 563	1 876	337	5 664	1 874	331
Mont-Saint-Grégoire	*	*	*	*	*	*	*
Mont-Saint-Hilaire	Surface	17 305	8 659	500	19 164	nd	nd
Napierville	Souterraine	3 809	1 505	395	3 724	1 466	394
Noyan	Surface	*	*	*	*	*	*
Otterburn Park	Surface	8 462	3 570	422	8 536	nd	nd

Nom de la municipalité	Principale source d'approvisionnement de l'eau	Population totale desservie par les réseaux de distribution	Débit quotidien moyen annuel (m³/d)	Quantité d'eau distribuée par personne (l/pers*d)	Population totale desservie par les réseaux de distribution	Débit quotidien moyen annuel (m³/d)	Quantité d'eau distribuée par personne (l/pers*d)
Richelieu	Surface	5 391	1 838	341	5 506	nd	nd
Rougemont	Souterraine	2 239	3 176	1 418	2 096	2 743	1 309
Saint-Alexandre	Souterraine	1 530	494	323	1 667	492	295
Saint-Amable	Surface	10 354	3 058	295	11 481	nd	nd
Saint-Antoine-sur-Richelieu	Surface	0	nd	708	0	nd	647
Saint-Basile-le-Grand	Surface	16 545	5 945	359	16 786	nd	nd
Saint-Bernard-de-Lacolle	*	*	*	*	*	*	*
Saint-Bernard-de-Michaudville	Surface	500	299	598	510	378	741
Saint-Blaise-sur-Richelieu	*	*	*	*	*	*	*
Saint-Bruno-de-Montarville	Surface	26 229	13 616	519	26 785	14 338	535
Saint-Charles-sur-Richelieu	Surface	0	nd	708	0	nd	647
Saint-Cyprien-de-Napierville	Souterraine	495	182	368	521	nd	nd
Saint-Damase	Surface	2 503	4 040	1 614	2 548	4 116	1 616
Saint-Denis-sur-Richelieu	Surface	10 055	7 124	708	10 289	6 656	647
Sainte-Angèle-de-Monnoir	Surface	1 084	281	259	1 174	271	231
Sainte-Anne-de-Sabrevois	nd	450	nd	nd	450	nd	nd
Sainte-Brigide-d'Iberville	Souterraine	628	167	267	640	nd	nd
Saint-Édouard	*	*	*	*	*	*	*
Sainte-Julie	Surface	29 221	12 304	421	29 202	nd	nd
Sainte-Madeleine	Surface	2 274	723	318	2 603	709	272
Sainte-Marie-Madeleine	Surface	2 783	957	344	3 309	nd	nd
Sainte-Victoire-de-Sorel	Surface	2 493	1 058	424	2 493	nd	nd
Saint-Georges-de-Clarenceville	Surface	528	189	359	495	nd	nd
Saint-Hyacinthe	Surface	51 656	28 870	559	54 043	nd	nd
Saint-Jacques-le-Mineur	*	*	*	*	*	*	*
Saint-Jean-Baptiste	Surface	2 703	2 406	890	2 760	2 242	812
Saint-Jean-sur-Richelieu	Surface	87 698	41 827	477	83 936	nd	nd
Saint-Joseph-de-Sorel	Surface	0	nd	640	0	nd	632
Saint-Jude	Surface	1 192	568	477	1 280	646	505
Saint-Lambert	Surface	21 994	16 348	743	21 672	nd	nd
Saint-Louis	Surface	708	523	739	778	nd	nd
Saint-Marc-sur-Richelieu	Surface	0	nd	708	0	nd	647
Saint-Mathias-sur-Richelieu	nd	3 800	nd	nd	3 800	nd	nd
Saint-Mathieu-de-Belœil	Surface	0	nd	708	0	nd	647
Saint-Ours	Surface	1 700	690	406	1 762	nd	nd
Saint-Patrice-de-Sherrington	*	*	*	*	*	*	*

Nom de la municipalité	Principale source d'approvisionnement de l'eau	Population totale desservie par les réseaux de distribution	Débit quotidien moyen annuel (m ³ /d)	Quantité d'eau distribuée par personne (l/pers*d)	Population totale desservie par les réseaux de distribution	Débit quotidien moyen annuel (m ³ /d)	Quantité d'eau distribuée par personne (l/pers*d)
		2011			2012		
Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix	*	*	*	*	*	*	*
Saint-Philippe	Surface	4 281	1 380	322	4 389	1 384	315
Saint-Roch-de-Richelieu	nd	1 931	nd	nd	1 931	nd	nd
Saint-Sébastien	Surface	323	126	390	364	nd	nd
Saint-Valentin	*	*	*	*	*	*	*
Sorel-Tracy	Surface	35 850	22 942	640	36 412	23 001	632
Varennes	Surface	20 905	11 285	540	22 500	11 710	520
Venise-en-Québec	Surface	1 395	635	455	1 395	nd	nd
Verchères	Surface	5 520	2 439	442	5 791	2 594	448
Totaux et moyennes	-	848 267	9 697	522	859 582	11 256	560

Les * indiquent que la municipalité ne possède pas de réseau de distribution.

Adapté de MAMROT, 2013

Certaines municipalités sont de grandes distributrices d'eau potable, la plus grande étant Longueuil, laquelle a distribué en 2011 plus de trois fois la quantité d'eau distribuée par la deuxième municipalité consommant le plus d'eau (Saint-Jean-sur-Richelieu) (tableau C.5). Il faut dire que la population de Longueuil est près de trois fois supérieure à celle de Saint-Jean-sur-Richelieu. D'ailleurs, toutes ces municipalités ont une grande population, ce qui explique pourquoi les quantités d'eau distribuées par personne par jour ne sont pas les plus élevées du territoire pour ces municipalités. Il est pertinent de rappeler que les villes de Saint-Hyacinthe et de Saint-Damase, qui s'approvisionnent principalement du côté du bassin versant de la rivière Yamaska, ne sont pas considérées dans les analyses subséquentes.

Tableau C.5 Municipalités du territoire distribuant les plus hauts débits quotidiens moyens annuels d'eau potable

Nom de la municipalité	Population totale desservie par les réseaux de distribution	Débit quotidien moyen annuel (m ³ /d)	Quantité d'eau distribuée par personne (l/pers*d)	Population totale desservie par les réseaux de distribution	Débit quotidien moyen annuel (m ³ /d)	Quantité d'eau distribuée par personne (l/pers*d)
		2011			2012	
Longueuil	236 431	143 489	607	234 518	133 955	571
Saint-Jean-sur-Richelieu	87 698	41 827	477	83 936	nd	nd
Brossard	78 380	28 980	370	81 589	30 518	374
Boucherville	41 179	23 426	569	41 502	23 106	557
Sorel-Tracy	35 850	22 942	640	36 412	23 001	632

Adapté de MAMROT, 2013

Puisque les municipalités n'ont pas des populations de même taille, il est intéressant de comparer la quantité d'eau distribuée par personne par jour. D'ailleurs, dans la *Stratégie québécoise d'économie d'eau potable*, c'est cette valeur qui est utilisée pour établir l'objectif final, fixant ce dernier à une consommation moyenne au Québec de 622 l/pers*d pour 2017. Le tableau C.6 présente les municipalités dont la valeur de la distribution par personne dépasse l'objectif de la Stratégie, contribuant par le fait même à augmenter la moyenne québécoise.

Tableau C.6 Municipalités du territoire distribuant les plus grandes quantités d'eau par personne

Nom de la municipalité ¹	Population totale desservie par les réseaux de distribution	Débit quotidien moyen annuel (m ³ /d)	Quantité d'eau distribuée par personne (l/pers*d)	Population totale desservie par les réseaux de distribution	Débit quotidien moyen annuel (m ³ /d)	Quantité d'eau distribuée par personne (l/pers*d)
	2011			2012		
Rougemont	2 239	3 176	1 418	2 096	2 743	1 309
Saint-Jean-Baptiste	2 703	2 406	890	2 760	2 242	812
Saint-Lambert	21 994	16 348	743	21 672	nd	nd
Saint-Bernard-de-Michaudville	500	299	598	510	378	741
Saint-Louis	708	523	739	778	nd	nd
Saint-Antoine-sur-Richelieu ²	0	nd	708	0	nd	647
Saint-Charles-sur-Richelieu ²	0	nd	708	0	nd	647
Saint-Denis-sur-Richelieu	10 055	7 124	708	10 289	6 656	647
Saint-Marc-sur-Richelieu ²	0	nd	708	0	nd	647
Saint-Mathieu-de-Belœil ²	0	nd	708	0	nd	647
Sorel-Tracy	35 850	22 942	640	36 412	23 001	632
Saint-Joseph-de-Sorel ¹	0	nd	640	0	nd	632

¹ Seules les municipalités dont la quantité d'eau distribuée par personne par jour dépasse l'objectif global de la Stratégie (622 l/pers*d) se retrouvent dans ce tableau.

² Entente de compilation de données pour un réseau de distribution commun. Municipalité exportatrice : Saint-Denis-sur-Richelieu.

³ Entente de compilation de données pour un réseau de distribution commun. Municipalité exportatrice : Sorel-Tracy.

Adapté de MAMROT, 2013

C.3.4 Pertes d'eau dues aux fuites

Comme mentionné plus haut, les pertes d'eau dues aux fuites dans les réseaux d'eau potable constituent l'un des principaux facteurs (avec la surconsommation) contribuant à la forte distribution d'eau potable du Québec (gouvernement du Québec, 2011). Pour contrer ce phénomène, la *Stratégie québécoise d'économie d'eau potable* vise donc, entre autres, « l'atteinte de moins de 20 % du volume d'eau distribué et d'un taux de fuites maximal de 15 mètres cubes par jour par kilomètre de conduite [m³/(d*km)] » (gouvernement du Québec, 2011). Ainsi, chaque municipalité doit évaluer dans son bilan annuel les pertes d'eau potentielles en volume, en pourcentage de la distribution et en taux par kilomètre de conduite (tableau C.7). Lorsque les valeurs de pertes par fuites d'une municipalité dépassent les objectifs de la Stratégie, les municipalités sont tenues de mettre en place un programme de détection et de réparation des fuites (gouvernement du Québec, 2011).

Tableau C.7 Pertes potentielles par fuites des municipalités du territoire

Nom de la municipalité	Pertes potentielles (m ³ /d)	Pertes d'eau potentielles (%)	Pertes d'eau potentielles (m ³ /d*km)	Prog. détection/réparation fuites	Pertes d'eau potentielles (m ³ /d)	Pertes d'eau potentielles (%)	Pertes d'eau potentielles (m ³ /d*km)	Prog. détection/réparation fuites
	2011				2012			
Belœil	1 541	19	11		1 951	20	14	X
Boucherville ¹	2 783	12	11		4 209	18	17	X
Brossard	0 ²	0	0		0	0	0	
Calixa-Lavallée					0	0	0	
Carignan								
Chambly	827	8	6					
Contrecoeur	1 029	26	14	X	993	23	14	X
Hemmingford (vl)	0	0	0		60	19	9	
Hemmingford (ct)	*	*	*	*	*	*	*	*
Henryville	48	12	8		43	11	8	
La Prairie	1863	18	17	X				
La Présentation	100	10	2					
Lacolle								
Longueuil	59 134	41	60	X	52 526	39	55	X
Marieville	250	6	5		349	8	7	
McMasterville	329	18	11		249	13	9	
Mont-Saint-Grégoire	*	*	*	*	*	*	*	*
Mont-Saint-Hilaire	2680	31	16	X				
Napierville	360	24	14	X	298	20	12	X
Noyan	*	*	*	*	*	*	*	*
Otterburn Park	1 107	31	22	X				
Richelieu	517	28	24	X				
Rougemont	875	28	38	X	848	31	37	X
Saint-Alexandre	0	0	0		0	0	0	
Saint-Amable	99	3	1					
Saint-Antoine-sur-Richelieu		1	0			14	4	
Saint-Basile-le-Grand	1 163	20	12					
Saint-Bernard-de-Lacolle	*	*	*	*	*	*	*	*
Saint-Bernard-de-Michaudville	56	19	2		61	16	2	
Saint-Blaise-sur-Richelieu	*	*	*	*	*	*	*	*
Saint-Bruno-de-Montarville	2 869	21	17	X	2 620	18	15	X
Saint-Charles-sur-Richelieu		1	0			14	4	
Saint-Cyprien-de-Napierville	0	0	0	X				
Saint-Denis-sur-Richelieu	84	1	0		931	14	4	
Sainte-Angèle-de-Monnoir	0	0	0		0	0	0	
Sainte-Anne-de-Sabrevois								

Nom de la municipalité	Pertes potentielles (m ³ /d)	Pertes d'eau potentielles (%)	Pertes d'eau potentielles (m ³ /d*km)	Prog. détection/réparation fuites	Pertes d'eau potentielles (m ³ /d)	Pertes d'eau potentielles (%)	Pertes d'eau potentielles (m ³ /d*km)	Prog. détection/réparation fuites
	2011				2012			
Sainte-Brigide-d'Iberville	0	0	0					
Saint-Édouard	*	*	*	*	*	*	*	*
Sainte-Julie	3 203	26	20	X				
Sainte-Madeleine	104	14	6		15	2	1	
Sainte-Marie-Madeleine	97	10	2					
Sainte-Victoire-de-Sorel	61	6	1					
Saint-Georges-de-Clarenceville	6	3	0					
Saint-Jacques-le-Mineur	*	*	*	*	*	*	*	*
Saint-Jean-Baptiste	408	17	12		262	12	8	
Saint-Jean-sur-Richelieu	8 787	21	18	X				
Saint-Joseph-de-Sorel		15	13			15	13	
Saint-Jude	67	12	2		71	11	2	
Saint-Lambert	3 085	19	32	X				
Saint-Louis	58	11	2					
Saint-Marc-sur-Richelieu		1	0			14	4	
Saint-Mathias-sur-Richelieu								
Saint-Mathieu-de-Belœil		1	0			14	4	
Saint-Ours	54	8	2					
Saint-Patrice-de-Sherrington	*	*	*	*	*	*	*	*
Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix	*	*	*	*	*	*	*	*
Saint-Philippe	0	0	0		103	7	4	
Saint-Roch-de-Richelieu								
Saint-Sébastien	0	0	0					
Saint-Valentin	*	*	*	*	*	*	*	*
Sorel-Tracy	3 404	15	13		3 386	15	13	
Varenes	0	0	0		373	3	3	
Venise-en-Québec	0	0	0					
Verchères	648	27	13	X	629	24	12	X

¹ Les municipalités en rouge sont celles qui n'ont pas atteint les objectifs de la Stratégie en termes de réduction des fuites. La donnée problématique a été mise en gras.

² Les cases ombragées dont la valeur est zéro indiquent qu'un suivi est effectué par le MAMOT auprès de ces municipalités puisqu'une valeur nulle est impossible pour les pertes par fuites.

Adapté de MAMROT, 2013

La municipalité ayant le plus gros problème en termes de pertes par fuites est la Ville de Longueuil. En effet, en 2012, ses pertes d'eau potentielles étaient évaluées à 52 526 m³/d, ce qui représente 39 % de son volume d'eau potable distribuée. Également, cela représente un taux de fuites de 55 m³/(d*km), ce qui est près de quatre fois supérieur à l'objectif de la Stratégie. Dès 2011, un programme de détection et de réparation des fuites a été mis en place par cette ville conformément aux exigences de la Stratégie. Cela semble porter des fruits puisque, bien que les valeurs soient toujours très élevées en 2012, elles sont malgré tout plus basses que celles de 2011.

Parmi l'ensemble des municipalités dont les données sont disponibles pour l'année 2011 et/ou 2012, ce sont 16 municipalités qui ont mis au point un programme de détection et de réparation des fuites au cours de l'une ou l'autre des années concernées. La plupart d'entre elles étaient dans l'obligation de le faire puisque l'un ou l'autre des objectifs de la Stratégie concernant les fuites n'étaient pas respectés.

C.3.5 Qualité de l'eau potable

C.3.5.1 Réseaux de distribution

Selon le *Règlement sur la qualité de l'eau potable* (LRQ c Q-2, r. 40), un système de distribution d'eau potable desservant plus de 20 personnes est tenu d'effectuer des tests bactériologiques chaque mois, la fréquence étant déterminée selon le nombre de personnes desservies. De plus, les eaux délivrées par un système de distribution doivent subir un traitement de filtration et de désinfection en continu si elles proviennent d'eaux de surface ou encore d'eaux souterraines dont la qualité microbiologique est susceptible d'être altérée par des eaux de surface. Un contrôle de plusieurs substances inorganiques établies est aussi exigé chaque année et quatre contrôles par année doivent être faits pour ce qui est des nitrates-nitrites. Également, les eaux désinfectées avec du chlore doivent subir un test quatre fois par année pour vérifier la présence de résidus chlorés. Les autres substances organiques (comme les pesticides) doivent être contrôlées seulement si plus de 5 000 personnes sont desservies par le réseau (RLRQ c Q-2, r. 40, a. 4, 11, 14, 18, 19). Les concentrations de pesticides sont analysées dans quelques réseaux municipaux d'eau potable (tableau C.8). Malgré la présence de pesticides, la concentration ne dépasse pas les normes d'eau potable.

Tableau C.8 Pesticides détectés dans les réseaux de distribution d'eau potable du territoire

No de réseau	Nom du réseau	Date de prélèvement	Métolachlore	2,4-D	Autre
130647530701	Otterburn Park	02-27-06		0,2	
		01-15-07		0,04	
		04-02-07		0,05	
		10-01-07		0,04	
134251370701	Chambly	02-20-06		0,04	
134253500701	Ste-Julie	05-08-06			Glyphosate : 2,1
225261490791	Régie d'aqueduc Richelieu-Centre	02-21-06		0,03	
		05-02-06		0,18	
		08-08-06		0,35	
		10-03-06		0,11	
		01-16-07		0,23	
		04-11-07		0,13	
		07-10-07		0,1	
10-10-07		0,04			
302704900701	Sorel-Tracy (secteur Sorel)	10-11-05			
		10-01-07	0,03	0,09	
302704900702	Sorel-Tracy (secteur Tracy)	10-11-05			
		04-02-07	0,07	0,03	
		10-01-07		0,71	

Source : Giroux, 2010

Certaines usines de production d'eau potable font partie du Programme d'excellence en eau potable. Ce programme consiste à atteindre des critères de qualité d'eau plus élevés que ceux énoncés dans le *Règlement sur la qualité de l'eau potable*. Parmi les 30 usines faisant partie du programme en février 2014, aucune n'est située sur le territoire (Réseau Environnement, 2015).

La qualité de l'eau potable peut être altérée par différents facteurs, notamment par les microorganismes, les substances toxiques et les contaminants biogéniques (engrais). Une surabondance de phosphore dans un plan d'eau contribuera à la prolifération d'algues ainsi qu'à l'accroissement des populations de macrophytes et de

phytoplanctons. Une surpopulation de cyanobactéries causera également une toxicité (Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2014), d'où la nécessité d'ajouter des traitements pour éliminer les toxines et éviter un avis de non-consommation de l'eau.

La présence de ces microorganismes à proximité des prises d'eau brute des usines de filtration oblige les exploitants de ces usines (ex. : usine de Saint-Jean-sur-Richelieu en 2008 et 2009) à faire des suivis hebdomadaires pour l'eau brute, l'eau clarifiée et l'eau traitée lors d'épisodes de fleur d'eau. En 2008, la Direction de santé publique a émis une mise en garde aux riverains du lac Saint-Bruno-de-Montarville concernant l'utilisation de l'eau brute du lac comme eau de consommation (Langlois, 2010).

Lorsque l'eau n'est pas potable, il peut y avoir un avis d'ébullition ou de non-consommation de durée variable. Dans la plupart des cas, cet avis ne dure que quelques jours. En 2012, six municipalités se sont partagé 14 avis d'ébullition et sept avis de non-consommation totalisant 45 jours (tableau C.9), tandis qu'en 2011, cinq autres municipalités se sont partagé trois avis d'ébullition et 14 avis de non-consommation pour un total de 52 jours (tableau C.10). Il ne faut pas perdre de vue que les données de certaines municipalités ne sont pas disponibles pour l'année 2012, ayant pour conséquence que le nombre d'avis d'ébullition et de non-consommation, ainsi que le nombre de jours, pourraient être plus élevés en 2012 que ce qui est mentionné dans le tableau.

Tableau C.9 Nombre et durée des avis d'ébullition et de non-consommation pour l'année 2012

Nom de la municipalité	Nombre d'avis d'ébullition	Durée ébullition (jours)	Nombre d'avis de non-consommation	Durée non-consommation (jours)
Boucherville	2	17	0	-
Brossard	3	7	0	-
Henryville	5	3	7	3
Longueuil	2	6	0	-
Saint-Bruno-de-Montarville	1	2	0	-
Saint-Philippe	1	7	0	-

Adapté de MAMROT, 2013

Tableau C.10 Nombre et durée des avis d'ébullition et de non-consommation pour l'année 2011

Nom de la municipalité	Nombre d'avis d'ébullition	Durée ébullition (jours)	Nombre d'avis de non-consommation	Durée non-consommation (jours)
Chambly	1	5	1	1
Saint-Amable	2	4	4	8
Saint-Georges-de-Clarenceville	0	-	1	8
Saint-Jean-sur-Richelieu	0	-	5	10
Venise-en-Québec	0	-	2	13

Adapté de MAMROT, 2013

Également, des avis d'ébullition et de non-consommation peuvent parfois durer plusieurs mois, voire plusieurs années. Ceux-ci sont répertoriés sur le site du MDDELCC. En date du 22 janvier 2015, six avis étaient en vigueur dans des municipalités du territoire du bassin versant de la rivière Richelieu et de la zone Saint-Laurent (tableau C.11).

Tableau C.11 Avis d'ébullition diffusé par les responsables des réseaux d'aqueduc municipaux et non municipaux en date du 22 janvier 2015

Type de réseau de distribution	Municipalité	Nom de l'installation de distribution	Numéro	Avis en vigueur depuis
Réseaux d'aqueduc municipaux	Saint-Blaise-sur-Richelieu	Système de distribution d'eau potable Saint-Blaise-sur-Richelieu (centre comm.)	X2072488	2014/08/15
	Saint-Pratice-de-Sherrington	Système de distribution d'eau potable St-Pat-Sherrington/biblio./c récré	X2016307	2014/06/12
	Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix	Système de distribution d'eau potable St-Paul-l'Île-Noix (centre comm.)	X2073172	2013/07/05
Réseaux d'aqueduc non municipaux	Saint-Blaise-sur-Richelieu	Système de distribution d'eau potable Le St-Tropez (Saint-Blaise)	X2072016	2007/07/26
	Saint-Édouard	Système de distribution d'eau potable Restaurant Chez Belle (St-Édouard)	X2072438	2013/09/11
	Saint-Pratice-de-Sherrington	L'installation d'eau potable est propriété d'une personne physique	X2112962	2014/07/03

Adapté de MDDELCC, 2015

C.3.5.2 Puits individuels et réseaux alimentés par l'eau souterraine

La contamination des puits individuels est un autre sujet de préoccupation en santé environnementale. Environ 25 % de la population québécoise dépend de l'eau souterraine pour ses besoins quotidiens en eau. Au niveau des municipalités du territoire, 9 348 personnes s'approvisionnaient, en mars 2010, à partir de cette source (MDDELCC, 2015e). En 2006, une campagne de sensibilisation destinée aux propriétaires de puits privés a été effectuée par la Direction de Santé Publique de la Montérégie (Langlois, 2010). Cette démarche avait pour but de faire valoir l'importance de l'analyse de la qualité de l'eau des puits privés.

Des installations sanitaires inadéquates et parfois inexistantes peuvent contaminer des puits non étanches ou encore contaminer la nappe d'eau souterraine servant de source d'eau potable. La Direction de santé publique a émis à quelques reprises des recommandations concernant les risques potentiels à la santé humaine associés à l'exposition aux eaux usées domestiques. Concernant les contaminations bactériologiques (coliformes fécaux), il faudrait ajouter qu'il peut y avoir des avis d'ébullition de durée variable jusqu'à la fin du problème.

Comme les réseaux de distribution d'eau potable, les puits résidentiels et les petits réseaux desservant moins de 21 personnes doivent être contrôlés par des analyses bactériologiques, de résidus chlorés et des substances inorganiques. La responsabilité de ces analyses revient au propriétaire du puits. Le MDDELCC recommande de procéder à une analyse de l'eau au moins deux fois par année, soit au printemps et à l'automne (MDDELCC, 2015).

C.4 Eaux usées

Un total de 35 stations d'épuration municipales se retrouve sur le territoire du bassin versant de la rivière Richelieu et de la zone Saint-Laurent. Parmi celles-ci, 16 ont plus de 20 ans (en 2012) et trois auront 30 ans respectivement en 2013, 2014 et 2015 : Sainte-Angèle-de-Monnoir (1983), Sainte-Julie (1984) et Saint-Jean-Baptiste (1985). De plus, diverses nouvelles stations ont été construites ou agrandies et mises en opération vers la fin de 2006 et en 2007. Il s'agit des stations de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix, de Saint-Denis-sur-Richelieu, de Saint-Charles-sur-Richelieu, de Sainte-Julie, de Saint-Mathieu-de-Belœil et de Chambly.

Le type de traitement le plus répandu est celui de l'étang aéré (20 stations). Cependant, les disques biologiques (deux stations), les traitements physico-chimiques (trois stations), les boues activées (deux stations) sont aussi utilisés tout comme les étangs aérés à rétention réduite (trois stations), les étangs aérés complètement mélangés (une station), les filtres intermittents à recirculation (une station), les réacteurs biologiques à média en suspension (une station) et les réacteurs biologique à support fluidisé (une station). Les cours d'eau ou sous-bassins récepteurs des émissaires sont le fleuve Saint-Laurent (5), la rivière Richelieu (13), le ruisseau Belcœil (4,) des Hurons (4), l'Acadie (4), ruisseau Bleury (1), Landry (1) et du Sud (3).

Une évaluation de leur performance est réalisée par le ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire du Québec (MAMOT, 2015). Les notes attribuées sont relativement bonnes pour la majorité des stations du territoire, c'est-à-dire qu'elles respectent les exigences minimales établies par le ministère. Les exigences sont établies en fonction du type de station, des équipements disponibles et concernent divers paramètres tels que la demande biochimique en oxygène (DBO_5), les matières en suspension (MES), le phosphore total (P_{tot}) et les coliformes fécaux. Il est cependant possible de remarquer que des surverses surviennent toujours, malgré que des notes d'exigence soient de 100 %. Ainsi, pour l'année 2013, un total de 383 surverses ont été enregistrées dans l'ensemble des milieux récepteurs.

« Pour chaque ouvrage de surverse, des objectifs de débordement sont fixés par le MDDELCC. À partir de ces objectifs, de la capacité des ouvrages et de l'historique des débordements, des exigences de rejet sont établies par le MAMOT. Un débordement est comptabilisé pour chaque jour civil (de minuit à 23 h 59) au cours duquel se font des débordements, peu importe le nombre de fois où cet ouvrage déborde dans la même journée. C'est dire que ce sont les journées avec débordement qui sont comptabilisées. [...] Même si la plupart des ouvrages respectent les exigences de rejet auxquelles ils sont assujettis, cela ne signifie pas que la performance de ces ouvrages est optimale. En effet, les exigences de rejet fixées pour chaque ouvrage tiennent compte de la qualité du réseau où se trouve l'ouvrage. Ainsi, pour les réseaux unitaires et la plupart des réseaux pseudodomestiques, les exigences sont souvent minimales, c'est-à-dire que les débordements sont tolérés par temps de pluie, de fonte ou en situation d'urgence. Seuls les débordements par temps sec ne sont pas tolérés. Idéalement, il faudrait plutôt avoir pour but qu'aucun débordement ne survienne, sauf en situation d'urgence ou lorsque le nombre de débordements respecte l'objectif de débordement (OD) fixé par le MDDELCC. Cet objectif, qui est généralement plus restrictif que l'exigence établie par le MAMOT, est fixé en fonction des usages du milieu récepteur et il peut être modifié dans le temps » (MAMOT, 2015). Après avoir grandement amélioré les usines de traitement des effluents, la prochaine étape est d'éliminer les épisodes de surverses puisque ces débordements provoquent le rejet dans le milieu d'une quantité probablement importante de contaminants.

Une des causes contribuant aux surverses étant l'apport en eau provenant des pluies et des eaux de ruissellement, des solutions doivent être envisagées afin de contrer ce phénomène. Des initiatives peuvent être entreprises afin d'atténuer les surverses, voir de les éliminer. L'installation de régulateurs de débit, le stockage des eaux de pluie dans des bassins de rétention, un réseau pour le débit pluvial des résidences sont autant de pistes de solutions qui pourraient être envisagées par les villes concernées.

Centre d'épuration Rive-Sud

La station d'épuration qui touche le plus de gens sur le territoire et qui a un plus grand déversement dans le fleuve est celle de Longueuil. Cette station porte le nom de Centre d'épuration Rive-Sud (CERS). Elle traite les eaux usées des villes de Longueuil, Boucherville, Brossard et Saint-Lambert. Les eaux qui arrivent à cette station sont traitées avant d'être retournées au fleuve Saint-Laurent. Le procédé utilisé est un traitement physico-chimique.

Le CERS réalise quatre étapes : 1) le traitement des eaux, 2) le traitement des boues, 3) l'incinération et 4) le traitement de l'air. Il traite 330 000 m³ d'eaux rejetées au fleuve chaque jour. Le CERS permet de retirer des eaux usées une charge quotidienne de 50 tonnes de matières polluantes. Les eaux dépolluées respectent les exigences de rejet. Elles sont évacuées au centre du fleuve Saint-Laurent, à 55 m au nord du pont-tunnel Louis-Hippolyte-Lafontaine ([Ville de Longueuil, 2009 #448]).

Malgré les efforts déjà entrepris, le panache des eaux usées de cette station d'épuration est présent sur plusieurs kilomètres et influence la qualité de l'eau du fleuve Saint-Laurent.



Source: <http://www.longueuil.ca/fr/eaux-usees>

Tableau C.12 Notes des stations d'épuration du bassin versant pour le respect des exigences de rejet pour la station et les ouvrages de surverses durant l'année 2013

Nom du cours d'eau	Nom de la station	Type de traitement	Note attribuée pour le respect des exigences de rejet pour la station d'épuration		Note attribuée pour le respect des exigences de rejet pour les ouvrages de surverses		Nombre de surverses
			Suivi	Exigences	Suivi	Exigences	
Fleuve Saint-Laurent	Contrecœur	Étangs aérés	50	75	87	99	8
	Longueuil	Physico-chimique	100	100	93	99	90
	Sorel-Tracy	Étang aéré	100	100	100	100	60
	Varenes	Étang aéré	85	100	89	86	9
	Verchères	Étang aéré	92	75	93	100	8
Rivière Richelieu	Carignan	Étang aéré	100	100	100	100	1
	Chambly	Étang aéré	100	100	100	100	11
	Lacolle	Étang aéré	61	100	97	61	4
	Noyan	SMBR (Réacteur biologique à support fluidisé)	81	83			0
	Saint-Bruno-Saint-Basile-le-Grand	Étang aéré	100	100	100	94	10
	Saint-Charles-sur-Richelieu	Étang à rétention réduite	93	100	92	100	4
	Saint-Denis-sur-Richelieu	Étang à rétention réduite	90	67	90	100	6
	Saint-Denis-sur-Richelieu (Bonduelle)	Étang aéré complètement mélangé	80	25			0
	Saint-Jean-sur-Richelieu	Physico-Chimique	100	100	96	90	50
	Saint-Mathias-sur-Richelieu	Disques biologiques	72	100	84	100	5
	Saint-Ours (Saint-Roch)	Étang aéré	98	100	82	100	5
	Saint-Paul-de-l'île-aux-noix	Étang à rétention réduite	72	67			0
	Vallée-du-Richelieu (Belœil)	Physico-chimique	100	100	100	86	57
Ruisseau Belœil	Saint-Amable	Étang aéré	96	100	100	100	7
	Saint-Mathieu-de-Belœil	Filtre intermittent à recirculation					
	Saint-Mathieu-de-Belœil	Étang aéré	99	100	100	100	3
	Sainte-Julie	Étang aéré	74	100	96	100	6
Rivière des Hurons	Mariville	Boues activées	99	81	100	92	14
	Saint-Jean-Baptiste	Boues activées	100	100	100	47	4
	Sainte-Angèle-de-Monnoir	Étang aéré	98	100			0
	Sainte-Madeleine-Sainte-Marie-Madeleine	Étang aéré	91	100	90	100	5

Nom du cours d'eau	Nom de la station	Type de traitement	Note attribuée pour le respect des exigences de rejet pour la station d'épuration		Note attribuée pour le respect des exigences de rejet pour les ouvrages de surverses		Nombre de surverses
Rivière L'Acadie	Hemmingford	Étang aéré	99	75	100	100	1
	Napierville (Saint-Cyprien)	Étang aéré	100	100	100	100	4
	Saint-Jean-sur-Richelieu (L'Acadie)	Étang aéré	91	100	97	100	1
	Saint-Patrice-de-Sherrington	Étang aéré	49	75	77	100	2
Ruisseau Bleury	Mont-Saint-Grégoire	Réacteur biologique à média en suspension	93	67	100	100	4
Ruisseau Landry	Saint-Valentin	ROS (Roseau/marais artificiel)	92	83			0
Rivière du Sud	Henryville	Disques biologiques	76	33	100	50	2
	Saint-Alexandre	Étang aéré	100	75	100	100	2
	Venise-en-Québec	Étang aéré	97	75	97	100	3

Source MAMOT, 2015

C.5 Les effluents urbains

L'évacuation des eaux usées et des eaux de pluie est souvent effectuée par le même réseau d'égout dans les systèmes les plus anciens. On parle alors d'un système unitaire. Les eaux de ce système sont acheminées vers des usines de filtration, mais lorsqu'il y a de fortes précipitations, l'apport en eau dépasse la capacité du réseau et provoque un débordement (Vaillancourt et Guertin, 1999). Les eaux usées sont alors directement rejetées dans les cours d'eau sans traitement. Un autre type de réseau d'évacuation des eaux est aussi retrouvé, le type séparatif. Il fait la distinction entre les eaux pluviales et les eaux usées. La figure C.1 schématise ces différentes possibilités de systèmes d'évacuation des effluents.

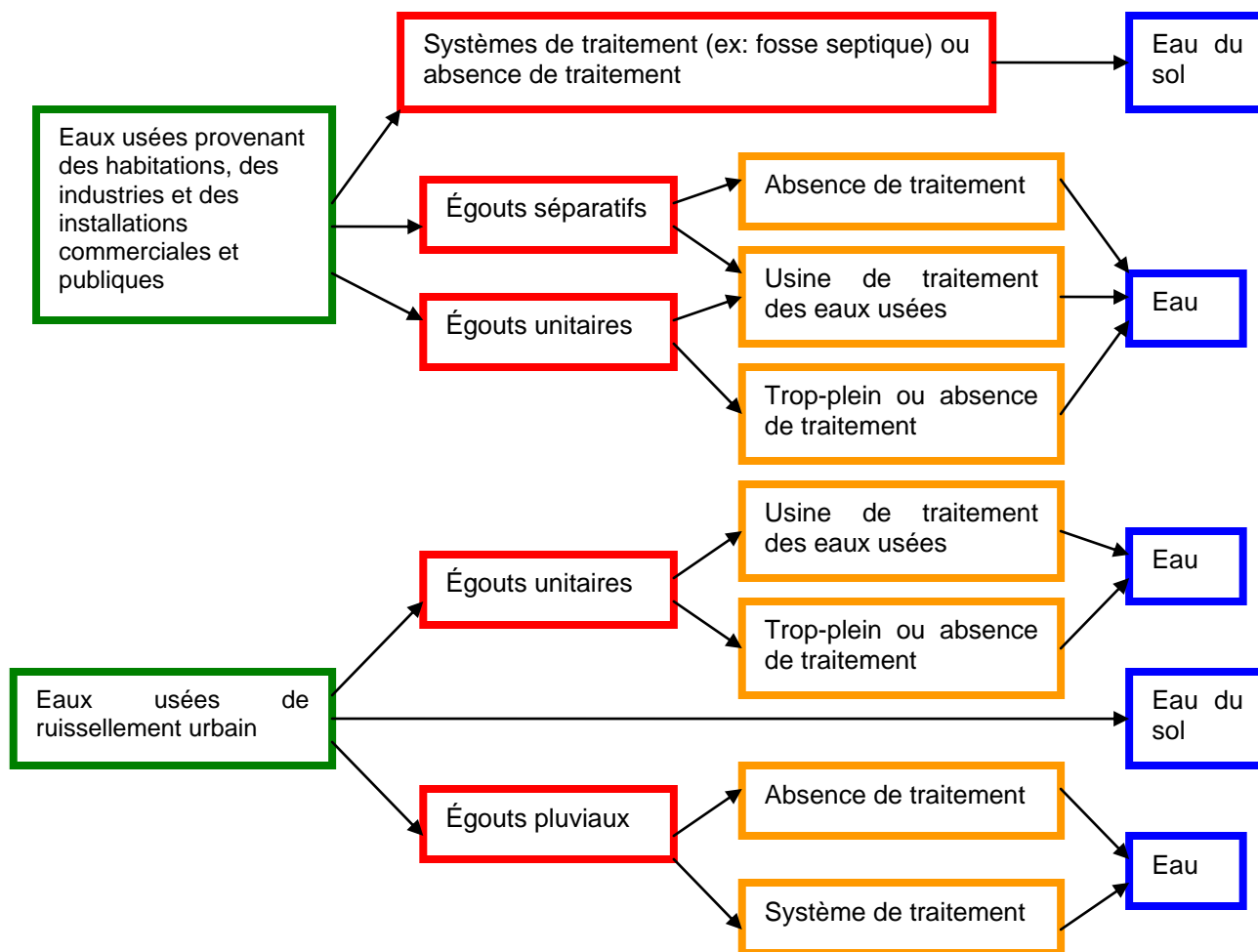


Figure C.1 Système d'évacuation des effluents

C.5.1 Définition

Les effluents urbains sont les déchets liquides issus des égouts et des usines de traitement des eaux usées urbaines. Il existe deux types de déchets : les eaux domestiques et pluviales.

Eaux domestiques

Elles proviennent des habitations, des entreprises, des établissements et des industries. Les eaux domestiques sont généralement traitées avant d'être rejetées dans un plan d'eau.

Eaux pluviales

Elles proviennent de la pluie ou de la fonte des neiges, s'écoulent des toits et ruissellent sur les pelouses, les

routes et autres surfaces urbaines. L'eau de pluie, à cause du ruissellement sur les surfaces urbaines, peut contenir des substances polluantes provenant de la dissolution d'éléments polluants se retrouvant sur le sol du territoire urbain. Il est à souligner que 90 % des polluants sont transportés par les premiers 2,5 cm de pluie. Le processus de contamination de l'eau pluviale par les polluants varie selon la fréquence des pluies : une pluie survenant après une longue période sèche provoquera une pollution plus intense, puisqu'elle se mélangera à des accumulations de polluants plus importantes (Vaillancourt et Guertin, 1999). Les eaux pluviales sont généralement rejetées sans traitement, bien que la capacité de traitement des eaux pluviales se soit améliorée dans bon nombre de collectivités durant la dernière décennie.

C.5.2 Impact des eaux de ruissellement

Il est présentement difficile de quantifier l'impact de l'eau de ruissellement urbain sur la qualité de l'eau. L'étude sur la rivière aux Pins (section B.4.4.1) permet de comprendre que l'impact du milieu urbain sur la qualité de l'eau peut être important. En effet, on observe un apport considérable en phosphore dans l'eau à proximité de sorties d'égout pluvial. En présence d'un système séparatif, les eaux de pluie sont dirigées directement vers le cours d'eau sans traitement.

La problématique de la présence de cyanobactéries au Lac de la Cité de Longueuil est une autre illustration de l'impact des eaux de ruissellement sur les cours d'eau. Ce lac est en réalité un bassin de rétention (Ville de Longueuil) qui récolte l'eau de pluie du quartier. La présence de cyanobactéries est favorisée par l'apport accru en phosphore. Ce bassin de rétention possède une station de traitement des eaux, cependant, au cours des dernières années, des bris mécaniques l'ont empêché de bien fonctionner, ne permettant pas de faire le traitement prévu de l'eau avant son arrivée dans le bassin.

Les effluents urbains peuvent contenir :

- *du sable, des débris et des solides en suspension* qui peuvent modifier la couleur de l'eau, la rendre impropre aux utilisations récréatives, domestiques et industrielles, et même étouffer et contaminer la vie végétale et animale au fond du plan d'eau récepteur;
- *des pathogènes (bactéries, parasites et virus)* qui peuvent rendre l'eau impropre à la consommation, à la baignade et à d'autres usages récréatifs, et contaminer les crustacés et les mollusques;
- *des déchets organiques en décomposition* qui épuisent l'oxygène dissout dans l'eau et menacent la survie des poissons et des autres organismes aquatiques;
- *des éléments nutritifs tels des fertilisants* qui stimulent la croissance des algues et d'autres végétaux aquatiques de façon excessive. Il en résulte la production d'odeurs désagréables et l'apparition de problèmes esthétiques. Les éléments nutritifs réduisent la biodiversité et, dans certains cas, entraînent une contamination toxique des crustacés et des mollusques;
- *environ 200 produits chimiques différents répertoriés*, tels que de l'huile, de la graisse, des résidus d'usure des pneus, des métaux lourds, des pesticides, fertilisants et autres produits industriels toxiques. Un grand nombre de ces produits peuvent être la cause d'une toxicité aiguë ou chronique chez les organismes aquatiques et poser un risque pour la santé humaine (Environnement Canada, 2001).

C.5.3 Changements physiques des eaux réceptrices

C.5.3.1 Élévation de la température

Les effluents d'eaux usées urbaines peuvent faire monter la température de l'eau car ils sont généralement plus chauds que l'eau des plans d'eau dans lesquels ils sont déversés. Les surfaces urbaines chaudes, telles que les routes et les toits, réchauffent les eaux pluviales lors du ruissellement de celles-ci. Étant donné que les formes de vie aquatique ont des plages thermiques et des limites de tolérance propres, une élévation de la température moyenne d'un plan d'eau peut avoir des impacts écologiques importants, dont des changements dans la variété et l'abondance des espèces, une prolifération algale accrue et même une augmentation de la toxicité de certaines substances telle que l'ammoniac (Environnement Canada, 2001).

C.5.3.2 Augmentation du débit d'eau

Le débit d'eau est l'un des facteurs physiques les plus importants qui déterminent la structure des habitats aquatiques. Une augmentation ou une variation du débit des eaux de ruissellement et des effluents d'eaux usées urbaines peuvent entraîner des modifications des habitats dans toutes les eaux réceptrices. Les effets environnementaux de l'augmentation du débit des eaux usées sont entre autres les inondations, l'érosion des berges et l'érosion du lit des cours d'eau, qui, tous, dégradent l'habitat (Environnement Canada, 2001).

C.5.3.3 Contamination bactériologique et chlore

Les zones récréatives proches des rives peuvent être facilement contaminées par des microorganismes s'ils sont présents dans les eaux pluviales et les eaux d'égout insuffisamment traitées. Le contact avec des eaux contaminées par des microbes peut causer des troubles gastro-intestinaux et des infections mineures de la peau, des yeux, des oreilles, du nez et de la gorge. Pour s'assurer de l'absence des microorganismes dans l'eau potable et les eaux usées, les eaux sont souvent traitées au chlore pour être désinfectées. Paradoxalement, un autre risque potentiel des effluents d'eaux usées urbaines pour la santé humaine est lié à cette utilisation du chlore. Le grand pouvoir oxydant du chlore le fait réagir avec les matières organiques naturelles de l'eau brute pour donner des centaines de composés organiques chlorés, appelés sous-produits de la chloration. Les plus courants d'entre eux sont les trihalométhanes (THM) qui forment un groupe de produits chimiques incluant le chloroforme, le bromodichlorométhane, le chlorodibromométhane et le bromoforme. Des tests sont effectués pour vérifier la présence de ces résidus. Le *Règlement sur la qualité de l'eau potable* prévoit que lorsque les eaux délivrées par un système de distribution font l'objet d'un traitement de désinfection en continu par le chlore, elles doivent avoir une teneur en chlore résiduel libre de moins de 0,3 mg/l à la sortie de l'installation de traitement (LRQ c Q-2, r. 40 a.8).

C.5.3.4 Dégradation de l'esthétisme

Enfin, la pollution visuelle (couleur des eaux, déchets, etc.) contribue à la dépréciation esthétique des cours d'eau urbains (Vaillancourt et Guertin, 1999), ce qui contribue à la diminution de la qualité du paysage (voir section Paysage).

C.6 Loisirs et tourisme

Les loisirs et le tourisme représentent un secteur important de l'économie de la Montérégie. D'ailleurs, en 2009, la Montérégie occupait le deuxième rang au Québec quant aux entreprises reliées au tourisme (3 323) et aux emplois générés (21 100), juste après Montréal (Tourisme Québec, rapport 2010). Par contre, la région ne récoltait que 2,7 % du total des recettes provinciales, se situant ainsi au huitième rang des régions administratives (Tourisme Québec, 2007). Parmi les touristes qui visitent la région, la grande majorité (90,3 %) provient du Québec. Les autres proviennent des États-Unis (3,4 %), des différentes provinces canadiennes (4,6 %) et des autres pays du monde (1,7 %) (Tourisme Québec, rapport 2010).

Les activités récréotouristiques dans le bassin versant sont principalement attribuables à la présence de la rivière Richelieu. En effet, le plein air et le nautisme constituent une grande portion des activités reliées au tourisme. Les autres infrastructures touristiques retrouvées sur le territoire sont, entre autres, les campings, les terrains de golf, les pistes cyclables, les pistes de randonnées pédestres et les fermes spécialisées en agrotourisme. De plus, on retrouve sur le territoire une grande quantité d'attraits à caractère culturel tels que des musées et lieux historiques.

C.6.1 Le manque d'accès publics à l'eau

Rivière Richelieu

La présence d'une rivière comme la rivière Richelieu représente un atout et tous aimeraient y avoir accès, citoyens locaux et visiteurs. Cependant, on peut remarquer que les aménagements pour accueillir les citoyens

ne sont pas nombreux. Il y a un réel manque d'accès publics à l'eau. Les principales infrastructures retrouvées dans les 25 municipalités riveraines sont des parcs, des haltes routières et quelques lieux historiques. Ces infrastructures représentent un peu plus de 15 000 mètres de berges accessibles. En observant le tableau C.13, on peut remarquer que dans chaque municipalité, les dimensions des berges publiques sont relativement faibles, étant souvent inférieures à 1 000 mètres. C'est dans les villes de Belœil, Chambly, Saint-Jean-sur-Richelieu et Sorel-Tracy qu'on retrouve la plus grande accessibilité. Dans quatre des municipalités riveraines (Carignan, Henryville, Saint-Blaise-sur-Richelieu et Sainte-Victoire-de-Sorel), il n'y a aucun accès public.

Fleuve Saint-Laurent

Le fleuve Saint-Laurent représente également un atout pour les municipalités riveraines. Les principales infrastructures riveraines présentes sont des parcs, des pistes cyclables, des quais, des rampes de mise à l'eau et des marinas. Le tableau C.14 présente les parcs riverains présents dans la zone Saint-Laurent.

Afin d'améliorer l'accessibilité aux plans d'eau, le Programme de mise en valeur des espaces bleus du Grand Montréal bleu (Fonds bleu) de la CMM (2014) a permis la réalisation de projets riverains sur le territoire. Ceux-ci protègent et mettent en valeur les berges, les îles et les plans d'eau, dans le respect de l'environnement. Ainsi, 11 projets ont été financés sur le territoire (tableau C.13).

Tableau C.13 Accès publics à la rivière Richelieu

Municipalités riveraines	Longueur de berge en accès public (m)	Aménagements	Principales infrastructures
Belœil	1 076	oui	Halte
Carignan	0	non	
Chambly	1 558	oui	Parc, promenade riveraine, piste cyclable (site du lieu historique national du Canada du Fort Chambly)
Henryville	0	non	
Lacolle	15	non	
McMasterville	12	oui	Halte (table pique-nique)
Mont-Saint-Hilaire	185	oui	
Noyan	76	non	
Otterburn Park	*	oui	Halte routière
Richelieu	110	oui	Halte routière (table pique-nique)
Saint-Antoine-sur-Richelieu	160	oui	Halte routière
Saint-Basile-le-Grand	30	oui	Parc, halte
Saint-Blaise-sur-Richelieu	0	non	
Saint-Charles-sur-Richelieu	13	oui	Parc
Saint-Denis-sur-Richelieu	40	non	
Sainte-Anne-de-Sabrevois	45	non	
Sainte-Victoire-de-Sorel	0	non	
Saint-Jean-sur-Richelieu	8 876	oui	Parc, promenade riveraine, piste cyclable
Saint-Joseph-de-Sorel	0	non	
Saint-Marc-sur-Richelieu	315	oui	Parc
Saint-Mathias-sur-Richelieu	233	oui	Parc
Saint-Ours	*	oui	Parc, écluse (site du lieu historique national du Canada du Canal-de-Saint-Ours)
Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix	*	oui	Site du lieu historique du Canada du Fort Lennox
Saint-Roch-de-Richelieu	50	oui	Parc
Sorel-Tracy	2 347	oui	Parc
TOTAL	15 141		

Tableau C.14 Parcs riverains du fleuve Saint-Laurent

Municipalités	Parcs riverains
Brossard	- Parc des Vélos (observation d'oiseaux, pêche, aire de repos) - Parc du Pont Champlain (aire de détente, planche à voile) - Parc Saint-Laurent (promenade, pêche) - Parc Léon-Gravel (aire de repos, sentier de randonnée, descentes pour la mise à l'eau, quai).
Saint-Lambert	- Parc de la Voie-Maritime
Longueuil	- Parc Marie-Victorin (piste cyclable, aire de repos, lieux d'observation de la faune et de la flore, pointe du Marigot, lien avec la navette fluviale) - Parc régional de Longueuil
Boucherville	- Parc national des Îles-de-Boucherville - Parc de la Broquerie - Parc de la Frayère (milieu naturel de conservation)
Varenes	- Parc de la Commune (rampe de mise à l'eau) - Frayère Saint-Charles
Verchères	- Parc de Pionnier
Contrecoeur	- Parc du Belvédère (belvédère, promenade sur pilotis, aire de repos) - Parc Cartier-Richard (sentier boisé, promenade, aire de repos) - Parc François-De-Sales-Gervais (aire de repos, quai municipal, rampe de mise à l'eau) - Parc Joseph-É.-Chaput (accès au site de la pêche blanche) - Parc Joseph-Étienne-Duchamel (aire de repos, marina) - Parc régional des Grèves (randonnées pédestres)
Sorel-Tracy	- Parc Regard-sur-le-Fleuve (installation sportive, sentier de randonnées pédestres, piste cyclable, piste de ski de fond, sentier pour raquette, aire de repos) - Parc Nautique fédéral - Parc de plein air Sorel-Tracy
Saint-Joseph-de-Sorel	- Parc de la Pointe-aux-Pins



Figure C.2 Promenade riveraine au parc du Belvédère, Contrecoeur

Source : Tourisme et culture Lajemmerais

Tableau C.15 Projets réalisés dans le cadre du programme de mise en valeur des espaces bleus

Municipalité	Projet	Objectifs
Contrecoeur	Réaménagement du parc nautique de Contrecoeur	Offrir une fenêtre sur le fleuve; Espace public; Observation du sanctuaire d'oiseau migrateur.
	Promenade riveraine sur pilotis	Redonner un accès aux rives; Découvrir le fleuve et le sanctuaire d'oiseaux migrateurs.
Varenes	Parc de la Commune	Aménagement d'une rampe de mise à l'eau (accès public au plan d'eau).
	Aménagement faunique dans le parc de la Commune	Conservation des milieux humides et des terres adjacentes (protéger les habitats).
Boucherville	Mise en valeur du parc de la Frayère	Protéger les milieux humides et riverains et une frayère; Mettre en place du matériel d'information et de sensibilisation.
Longueuil	Parc municipal de l'île Charron-Travaux d'architecture du paysage	Fournir un équipement métropolitain récréotouristique champêtre de destination.
	Consolidation de la promenade René-Lévesque	Promenade riveraine (réparation).
	Aménagement du port de plaisance Réal-Bouvier	Parc linéaire (équipement nautique).
	Amélioration du port de plaisance Réal-Bouvier et de la halte motorisée	Sécuriser le site existant et améliorer les services offerts au public.
Otterburn Park	Réhabilitation du parc de la Pointe-Valaine	Aménagement afin d'offrir à la population une accessibilité à la rivière Richelieu
Carignan	Restauration et aménagement Chenaux de Carignan	Restaurer les conditions naturelles d'écoulement de l'eau (zone marécageuse d'environ 21 hectares)

C.6.2 La navigation de plaisance

C.6.2.1 Rivière Richelieu

Le tourisme nautique est un des pôles importants du tourisme dans le bassin versant de la rivière Richelieu. Au niveau provincial, le Richelieu se situe au deuxième rang en importance puisqu'il accueille près de 36 % des voyages de plaisance de plus de trois jours (Groupe DBSF, 2002). La rivière est en effet une porte d'entrée majeure pour le lac Champlain. Elle est donc, du même coup, une destination d'importance pour les plaisanciers québécois et américains. À titre d'exemple, en 2007, les canaux de Saint-Ours et de Chambly ont vu passer 6 251 et 2 200 bateaux respectivement (CRÉ Montérégie Est, 2007). Ces chiffres ont été en baisse constante entre 1995 et le début des années 2000 où le nombre de bateaux comptabilisés aux écluses est passé de plus de 6 400 bateaux au canal de Saint-Ours (1995) à 4 844 (2000). Il est possible d'attribuer cette baisse au marché local puisque le nombre de visiteurs extérieurs n'a pas diminué. Depuis, le taux de fréquentation est revenu pratiquement au même niveau qu'il était dans les années 1990.

Un certain nombre d'attraits touristiques tels que les lieux historiques du Fort Chambly ou du Fort-Lennox et les restaurants situés aux abords de la rivière Richelieu permettent aux plaisanciers de faire de courtes excursions sur la terre ferme. Enfin, certains pourvoyeurs offrent des croisières sur le Richelieu permettant ainsi de faire découvrir les différents attraits de cette rivière.

Pour répondre à la demande, on compte 22 marinas le long de la rivière Richelieu, la majorité étant située dans la section en amont de la ville de Chambly (carte C.6) (Marina Québec, 2007). Toutefois, en haute saison, il y a un manque de places dans les marinas, certaines étant occupées à plus de 95 %.

C.6.2.2 Fleuve Saint-Laurent

Le fleuve Saint-Laurent est un secteur très achalandé par les bateaux de plaisance. Afin de donner accès au fleuve, des infrastructures sont présentes dans les municipalités riveraines. Un total de six marinas sont présentes le long du fleuve Saint-Laurent. Quatre de celles-ci ont une rampe de mise à l'eau (tableau C.16). Il y

a également présence d'autres rampes de mise à l'eau dans les municipalités du territoire. Ainsi, Verchères n'a qu'une seule rampe de mise à l'eau alors que les autres municipalités en comptent plus d'une.

Tableau C.16 Marinas présentes dans la zone Saint-Laurent

Marina	Nombre de places pour les saisonniers	Nombre de places pour les visiteurs	Rampe de mise à l'eau
Club nautique de Boucherville	140	30	oui
Club nautique Longueuil Inc.	90	15	oui
Club de Yacht de Saint-Lambert	50	5	oui
Port de plaisance de Longueuil (Sogerive inc.)	375	25	non
Parc nautique de Contrecoeur	40	10	non
Port de plaisance de Contrecoeur	40	10	oui

Source : Marina Québec, 2010

Afin de mettre en valeur la navigation et de favoriser l'économie locale, des stations nautiques ont été créées sur le territoire. Ainsi trois stations nautiques couvrent l'entièreté de la rivière Richelieu (Rivière Richelieu-Lac Champlain; Vallée-du-Richelieu et Lac-Saint-Pierre). Une station nautique est présente sur le fleuve Saint-Laurent, soit la station nautique Rive-Sud. Ces stations ainsi que les attraits locaux sont présentés sur une carte interactive sur le site internet Québec Station Nautique de l'Association maritime du Québec (AMQ).



C.6.3 Les conflits liés à la navigation de plaisance

Les embarcations à moteur peuvent cependant être une source de conflits. Le bruit causé par ces dernières est une nuisance pour les autres utilisateurs et citoyens ayant un terrain riverain. De nombreux riverains se sont plaints au cours des dernières années dans certains secteurs plus problématiques, par exemple, dans le secteur des îles Jeannotte et aux Cerfs.

De plus, la forte présence de bateaux crée une pression. En effet, les gens désirant se balader aux abords de la rivière Richelieu pour profiter du paysage paisiblement se voient privés de ce plaisir puisque cette rivière devient fréquemment une autoroute maritime par les belles fins de semaine estivales. De plus, le brassage des eaux produit par le mouvement des bateaux motorisés nuit aux activités de pêche, de canotage et de plongée sous-marine et les vagues produites augmentent l'érosion des berges.

Pour pallier ces problèmes, en 1999, le Groupe Actif en Environnement (D'Auteuil, 1999) faisait quelques recommandations telles que :

- établir des limites de vitesse pour permettre l'émission de contraventions;
- assurer un meilleur contrôle des activités nautiques;
- favoriser la navigation de plaisance non motorisée.

Lors de la forte présence de bateaux motorisés, la cohabitation avec des embarcations non motorisées devient difficile et parfois dangereuse. La Route bleue du Grand Montréal, une initiative des ZIP Accès Fleuve Comité ZIP Ville-Marie et le Comité ZIP Jacques-Cartier, est un bel exemple de valorisation d'embarcation non motorisée sur le fleuve Saint-Laurent (Route bleue du grand Montréal, 2014).

C.6.4 La baignade (sites et qualité des eaux de baignade)

Bassin versant de la rivière Richelieu

Chaque saison estivale, le Ministère invite les exploitants de plage à participer au programme Environnement-Plage. Grâce à ce partenariat, le Ministère et les participants au programme sont ainsi en mesure d'informer la population de la qualité bactériologique des eaux de baignade des plages participantes et, ainsi, de permettre à la population de profiter de ces lieux, pleinement et en toute quiétude. La plus grande quantité des plages et sites de baignade est située sur des lacs artificiels à l'intérieur de campings privés (carte C.6). Le tableau C.17 montre les plages du bassin versant et la qualité de leur eau mesurée dans le cadre du Programme Environnement-Plage du MDDELCC (MDDEP, 2013). On remarque que les plages qui participent au Programme ont des eaux de qualité allant de bonne à excellente. Il est à noter qu'aucun suivi de la qualité de l'eau de baignade n'est fait pour la rivière Richelieu, mais de nombreuses personnes s'y baignent lors de leur promenade en bateau.

Tableau C.17 Classification de la qualité bactériologique des eaux de baignade

Municipalités	Plages	Plans d'eau	Été 2013	Été 2010	Été 2007
Hemmingford	Plage du camping Canne de bois	Lac Hermas	X	X	X
Lacolle	Plage du camping Grégoire	Lac artificiel	X	X	X
Marieville	Plage du camping des jardins d'eau	Lac artificiel	X	X	X
Saint-Bernard-de-Lacolle	Plage du camping lac Cristal	Lac Crystal	X	X	X
Saint-Bernard-de-Lacolle	Plage du camping Cool Breeze	Lac artificiel	X	X	A
Saint-Charles-sur-Richelieu	Plage du camping domaine Madalie	Lac des Sables	C	A	A
Saint-Cyprien-de-Napierville	Plage domaine des Arpents verts	Lac artificiel	X	A	X
Sainte-Angèle-de-Monnoir	Plage du domaine du Rêve	Lac artificiel	A	A	A
Saint-Jacques-le-Mineur	Plage du camping du lac Mineur	Lac artificiel	A	A	A
Saint-Jean-Baptiste	Plage du domaine de Rouville (2-B)	Lac artificiel	B	B	A
Saint-Jean-Baptiste	Plage du domaine de Rouville (1-B)	Lac artificiel	A	B	A
Saint-Jean-Baptiste	Plage du domaine de Rouville (1-A)	Lac artificiel	A	B	A
Saint-Jean-Baptiste	Plage du domaine de Rouville (2-A)	Lac artificiel	B	B	B
Saint-Jean-sur-Richelieu	Plage du camping les Cèdres	Lac artificiel	X	X	A
Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix	Plage du centre de plein air l'Estacade	Rivière Richelieu	B	X	B
Saint-Roch-de-Richelieu	Plage camping domaine des Érables	Lac artificiel	B	B	B

A : excellente, B : Bonne, C : Médiocre, D : Polluée, X : ne participe pas au Programme Environnement-Plage

Source : MDDEP, 2013

C.6.5 La fermeture de plages

Il arrive que les plages doivent être fermées lorsque la qualité de l'eau est mauvaise ou lorsqu'on note la présence de cyanobactéries. Toutefois, les lacs du bassin versant de la rivière Richelieu sont peu touchés par ce phénomène et rares sont les sites de baignade ayant subi une fermeture, les lacs étant majoritairement artificiels.

Fleuve Saint-Laurent

Grâce à des interventions, la qualité bactériologique des eaux des rivières et du fleuve Saint-Laurent s'est améliorée. Certains sites de baignade, qui avaient été délaissés il y a plusieurs années à cause de leur mauvaise qualité, sont aujourd'hui sécuritaires et de nouveau accessibles à la population (Hébert, 2009).

Depuis 2003, 16 sites au Québec ont été sélectionnés comme sites sentinelles et font l'objet d'un suivi hebdomadaire (du mois de juin à la fin du mois d'août). Trois de ces stations sont situées dans la zone Saint-Laurent (tableau C.18).

Quelques explications aux résultats retrouvés dans le tableau C.18 doivent être apportées. La qualité bactériologique de l'eau à la pointe ouest de l'île Charron était bonne en 2008, par contre, elle avait toujours été classée comme excellente depuis 2003. Ce site est peu influencé par les débordements des réseaux d'égouts. Ce sont plutôt les fortes précipitations de l'été 2008 qui expliqueraient la situation. Pour la station de Varennes, qui présente une mauvaise qualité, la variabilité interannuelle de la qualité de l'eau est plus importante (tableau C.19). Une plus grande influence des précipitations et des débordements des réseaux d'égouts, qui se produisent en amont, y sont liés. Le dernier site, situé à Tracy, présente une bonne qualité bactériologique et varie peu d'une année à l'autre, ayant obtenu une cote excellente en 2007 et bonne au cours des étés antérieurs (Hébert, 2009).

Tableau C.18 Potentiel pour la baignade, été 2009, pour les sites présents sur le territoire de la zone Saint-Laurent

N° du site	Localisation	Nombre de visites	Fréquence des classes de qualité				Pourcentage du temps où la baignade aurait été sécuritaire (%)	Moyenne géométrique saisonnière (UFC/100 ml)	Cote saisonnière	Potentiel pour la baignade
			%							
			A excellente	B Bonne	C Passable	D Polluée				
S1	Île Charron	10	40	30	10	20	80	38	B	très bon
S2	Varennes	10	0	30	10	60	40	225	D	Très faible
S5	Tracy (parc Maisouna)	10	20	60	10	0	100	35	B	très bon

L'attribution des cotes est basée sur la qualité bactériologique (coliformes fécaux) et peuvent être : A : Excellente, B : Bonne, C : Passable, D : Polluée

Source : Hébert, 2010

Tableau C.19 Potentiel pour la baignade de 2003 à 2009, pour les sites présents sur le territoire de la zone Saint-Laurent

N° du site	Localisation	2009		2008		2007		2006		2005		2004		2003	
		P	%	P	%	P	%	P	%	P	%	P	%	P	%
S1	Île Charron	Très bon	80	Très bon	80	Très bon	100	Très bon	90	Très bon	100	Très bon	90	Très bon	100
S2	Varennes	Très faible	40	Faible	60	Très bon	70	Très faible	40	Très bon	70	Bon	80	Faible	50
S5	Tracy (parc Maisouna)	Très bon	100	Très bon	100	Très bon	100	Très bon	90	Très bon	100	Très bon	90	Très bon	90

P : Potentiel pour la baignade

% : Pourcentage du temps où la baignade aurait été sécuritaire

Source : Hébert, 2010; 2009; 2008; 2007; 2005; 2004

Au tableau C.19, il est possible d'observer la variation temporelle (2003 à 2009) du potentiel pour la baignade, et ce, pour les trois stations sentinelles localisées sur le territoire. Pour les stations de l'île Charron et de Tracy, le potentiel est toujours très bon, avec un pourcentage du temps où la baignade aurait été sécuritaire variant de 80 à 100 %. La station de Varennes a par contre une variation plus grande de son potentiel de baignade, variant de très faible à très bon et avec un pourcentage du temps où la baignade aurait été sécuritaire de 40 à 80 %. Cette station présente une certaine variabilité interannuelle. La qualité bactériologique semble fortement influencée par les précipitations et par les débordements des réseaux d'égouts par temps de pluie (Hébert, 2007).

« Depuis 2010, ce programme est donc interrompu jusqu'à ce que certaines interventions majeures soient réalisées, notamment la désinfection des eaux usées de Montréal et la construction de bassins de rétention supplémentaires à Québec. Le programme de suivi sera donc repris éventuellement et devrait permettre de mettre en évidence une nette amélioration de la qualité bactériologique du fleuve » (Plan Saint-Laurent, 2014).

C.6.6 La plongée (archéologie sous-marine)

La rivière Richelieu, ayant été historiquement une importante voie d'échanges commerciaux et militaires, est aujourd'hui riche en épaves de toutes sortes (carte C.6). La rivière Richelieu serait ainsi un des sites de plongée sous-marine les plus populaires du sud du Québec. On y retrouve une quantité de sites archéologiques sous-marins comprenant des épaves, d'anciens quais et des dépôts d'artefacts. Le secteur amont de la rivière est plus fourni en épaves puisque cette zone à vocation militaire a vécu plusieurs batailles. En aval de Chambly, on trouve plusieurs anciens quais submergés, mais peu d'épaves. Le secteur entre le lac Champlain et Saint-Jean-sur-Richelieu est propice aux plongées sous-marines. En effet, le faible courant de l'eau, la bonne visibilité et la bonne quantité des sites à voir en font une destination de choix.

C.6.7 L'impact de la turbidité de l'eau sur certaines activités

L'attrait d'un site de plongée sous-marine est grandement tributaire de la visibilité sous l'eau. Ainsi, le taux de matière en suspension a un impact direct sur la qualité du site. Le chapitre concernant la qualité de l'eau de la rivière Richelieu montre que la section en amont de Saint-Jean-sur-Richelieu possède une eau d'excellente qualité confirmant du même coup la qualité de ce site. Toutefois, en aval, les apports en sédiments des affluents du Richelieu tels que la rivière du Sud, des Hurons, L'Acadie ou Belœil diminuent la visibilité sous-marine du Richelieu. La plongée sous-marine dans certaines sections de la rivière pourrait donc être menacée par ce facteur.

C.6.8 Les campings

Les campings sont à la fois un service d'hébergement ainsi qu'un site d'activités de plein air. Plusieurs d'entre eux offrent des piscines, des lacs artificiels, des terrains avec des équipements sportifs, des accès à des sentiers de randonnées et des rampes de mise à l'eau à leur clientèle. Dans le bassin versant, il existe plus d'une quarantaine de campings répartis sur la totalité du territoire (carte C.7), dont le taux d'occupation moyen est de 76 % durant l'été (Ministère du Tourisme, 2007). Le nombre d'emplacements ainsi que le taux d'occupation élevé font de la Montérégie la première destination camping au Québec.

C.6.9 Les golfs

C.6.9.1 Bassin versant de la rivière Richelieu

Le territoire du bassin versant de la rivière Richelieu compte 21 terrains de golf, dont près de la moitié sont situés dans la MRC Vallée-du-Richelieu (carte C.7).

C.6.9.2 Zone Saint-Laurent

Le territoire de la zone Saint-Laurent compte sept terrains de golf (tableau C.20). À noter que la ville de Brossard a également un terrain de golf, mais que celui-ci n'est pas dans les limites de la zone. Trois golfs sont à proximité du fleuve Saint-Laurent (Country Club de Montréal, Golf des Îles et Centre de Golf du Vieux Varennes).

Tableau C.20 Golfs présents dans la zone

Municipalité	Clubs de golf
Saint-Lambert	Country Club de Montréal; Club de Golf St-Lambert
Longueuil	Club de Golf Parcours du Cerf
Boucherville	Club de Golf de Boucherville; Golf des Îles
Varennes	Centre de Golf du Vieux Varennes
Verchères	Club de Golf Verchères



Bien que le golf soit une activité extérieure, il n'est pas sans impact sur la nature. Les parcours de golf, bien qu'ils puissent être considérés comme des espaces verts, utilisent des terres qui pourraient être cultivées ou protégées comme milieu naturel. De plus, ils utilisent une importante quantité d'eau et de produits chimiques afin de maintenir un terrain de qualité. Cependant, selon le Code de gestion des pesticides, l'exploitant d'un terrain de golf qui y applique un pesticide doit, tous les trois ans, depuis le 3 avril 2006, transmettre au ministère un plan de réduction des pesticides comprenant la description des pesticides et la quantité appliquée ainsi que les objectifs et les méthodes de réduction d'utilisation des pesticides (c. P-9.3, r. 1).

Il existe aussi le programme Audubon Cooperative Sanctuary pour aider les terrains de golf à réduire leurs impacts sur l'environnement (Audubon International, 2007). Ce programme d'éducation et de certification permet ainsi de sauvegarder les espaces verts pour la faune et la flore. Au Québec, seulement douze terrains de golf sont certifiés, et malheureusement aucun d'entre eux n'est situé dans le bassin versant.

C.6.10 Les pistes cyclables

La Route Verte, une idée originale de Vélo Québec, est un réseau cyclable qui parcourt le Québec d'est en ouest. À la fin du projet, le réseau comportera plus de 4 000 km de sentiers, dont une portion en Montérégie. Dans le bassin versant de la rivière Richelieu, on retrouve, en totalité ou en partie, sept circuits. La portion du réseau cyclable de la Route Verte incluse dans le bassin versant couvre une distance de près de 130 km de routes composées de sections asphaltées ou recouvertes de poussière de roche (carte C.7). Les pistes cyclables du bassin versant Richelieu sont surtout situées en amont de la ville de Chambly.

- Le Sentier nature du lac Saint-Pierre
- La montée du Fort Chambly
- La route des Champs
- Le sentier du paysan
- La Montérégiade
- La piste cyclable du canal de Chambly
- La Vallée des Forts

Dans la zone Saint-Laurent, la Route Verte et la Montée du chemin Chambly passent sur le territoire de la municipalité de Longueuil. Il y a également la piste cyclable La Riveraine qui traverse la zone de Brossard jusqu'à Varennes, en longeant, sur de grandes parties, le fleuve Saint-Laurent. Elle donne aussi accès à des municipalités adjacentes à la zone et a un total de 53 km (Tourisme Montérégie). Il y a également présence d'une piste cyclable au Parc national des Îles-de-Boucherville. Ce circuit totalise 21 km de piste.

C.6.11 Les sentiers de randonnées

Le tableau C.21 présente la liste des sentiers de randonnée situés dans le bassin versant Richelieu et inventoriés par Loisir et Sport Montérégie. Les principaux sites de randonnée pédestre sont situés sur les monts Saint-Hilaire et Saint-Bruno. En effet, ces deux destinations sont sillonnées par 52 km de sentiers (27 km au mont Saint-Bruno et 25 km au mont Saint-Hilaire), soit près de la moitié du total inventorié pour tout le bassin versant.

Tableau C.21 Sentiers de randonnée pédestre situés dans le bassin versant

Sentiers	Municipalités	Nombre de km de sentiers
Parc Soleil	Sorel-Tracy	1,5
Ville la Joie	Saint-Victoire-de-Sorle	6
Parc de plein air Sorel	Sorel-Tracy	1,2
Centre d'interprétation du milieu écologique du mont Saint-Grégoire	Mont-Saint-Grégoire	1,8
Parc de la Cité	Saint-Hubert	7,5
Muséobus	Otterburn Park	4
Centre d'interprétation de la nature du mont Saint-Hilaire	Mont-Saint-Hilaire	25
Parc du mont Saint-Bruno	Saint-Bruno-de-Montarville	27
Parc du Millénaire	Mont-Saint-Hilaire	3
Sentier le long du ruisseau Lamarre	Chambly	0,8
Parc Edmour J. Harvey	Sainte-Julie	6
Parc Le Rocher	Saint-Amable	1,5
Parc Régional écologique et récréatif de Saint-Bernard-de-Lacolle	Saint-Bernard-de-Lacolle	14
Total :		99,3

Source : Loisir et sport Montérégie , 2007

Dans la zone Saint-Laurent, il y a présence de trois sites pour faire de la randonnée pédestre dans la zone (tableau C.22). Le plus grand site est localisé sur les Îles-de-Boucherville, dans le parc national.

Tableau C.22 Sentiers de randonnées présents dans la zone Saint-Laurent

Sentiers	Municipalités	Nombre de km de sentiers
Parc national des Îles-de-Boucherville	Boucherville	21 8 (randonnée pédestre sur neige)
Parc de plein air de Sorel-Tracy	Sorel-Tracy	6
Parc régional de Longueuil	Longueuil	10
Parc régional des Grèves	Contrecoeur	Près de 7 (dont certains praticables que l'hiver)
Total :		44

C.6.12 Les sports d'hiver

Différents sports d'hiver sont pratiqués sur le territoire du bassin versant de la rivière Richelieu. Il y a la présence d'un centre de ski alpin, situé sur le mont Saint-Bruno. Ces centres de loisirs ont un impact sur la qualité des eaux souterraines et de surface. En effet, lors de la fonte de la neige artificielle, les contaminants contenus dans les sédiments du sol, les bactéries et autres détritiques risquent d'être transportés par cette eau de fonte et contaminent ainsi les milieux naturels en aval. Par ailleurs, avec l'avènement du réchauffement climatique, de plus en plus de neige artificielle devra être produite avec pour conséquence un risque de pénurie en eau pour certaines régions. De plus, il y a la présence de plusieurs pistes de ski de randonnée. Par exemple, on retrouve une piste de ski de fond dans la ville de Chambly, il y a également la présence de pistes de ski de fond et de raquette sur les monts Rougemont, Saint-Bruno et Saint-Hilaire. Le canal de Chambly est aménagé en patinoire l'hiver dans les villes de Chambly et Saint-Jean-sur-Richelieu. De plus, on dénombre de nombreuses patinoires dans les différentes municipalités du territoire.

Dans la zone Saint-Laurent, certains parcs offrent des pistes de ski de fond, de randonnée pédestre sur neige et de raquette (Parc national des Îles-de-Boucherville, Parc de plein air de Sorel-Tracy, Parc des Grèves de Contrecoeur, Parc régional de Longueuil). Le parc national des Îles-de-Boucherville offre également la trottinette des neiges. Plusieurs patinoires extérieures sont également présentes, dans chaque municipalité.

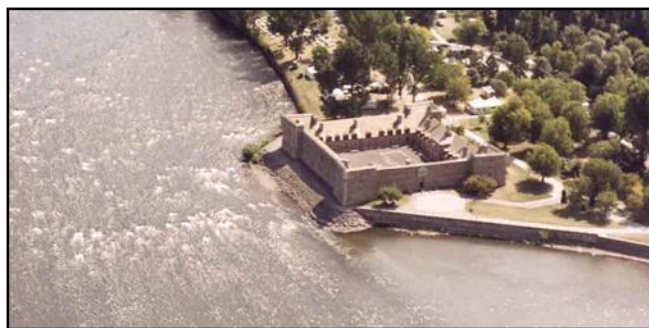
C.6.13 L'agrotourisme

Le secteur de l'agrotourisme comprend les entreprises mettant en valeur les produits agricoles. Elles peuvent offrir des visites à la ferme, de l'hébergement, de la restauration ou de la vente de produits agroalimentaires. De par sa grande vocation agricole, le bassin versant est un important pourvoyeur d'agrotourisme. Parmi les activités reliées à cette activité, notons la cueillette des pommes en automne. De plus, associée aux vergers très présents dans la région, la Route des Cidres regroupe près d'une dizaine de producteurs de cidre situés exclusivement dans des municipalités du bassin versant. En outre, une dizaine de vignobles et de fromageries artisanales sont maintenant solidement établis dans le bassin et offrent habituellement leurs produits aux visiteurs sur les lieux de production. La Montérégie est aussi riche en érablières. On en retrouve près de 15 dans le bassin versant de la rivière Richelieu, dont six seulement dans la municipalité de Mont-Saint-Grégoire. D'autres sont localisées en nombre sur la faille de Logan aux environs de Saint-Marc-sur-Richelieu et dans le secteur de Saint-Valentin. Notons aussi l'événement « journée porte ouverte » sur les fermes du Québec qui a vu le jour en 2003. Lors de cette journée, la population est invitée à visiter les fermes participantes afin de se familiariser avec le métier d'agriculteur. Il s'agit d'un événement d'envergure. En 2007 seulement, plus de 125 000 visiteurs ont fréquenté les différentes fermes. Parmi les entreprises œuvrant en restauration et faisant la promotion des produits du terroir, notons le très réputé restaurant Fourquet Fourchette à Chambly. Le domaine de Lavoie, situé à Rougemont, est reconnu pour la richesse de son savoir-faire et produit des vins et des cidres de grande qualité aux attraits uniques à partir de fruits du Québec (Tourisme Montérégie).

C.6.14 Lieux et événements culturels

Le bassin versant est parsemé d'attraits touristiques liés au patrimoine culturel de la région tels que les forts Chambly et Lennox, de même que le blockhaus de Lacolle. De plus, on compte près de 200 sites et monuments historiques répartis sur le bassin versant. Sur le territoire, il y a aussi présence de 13 musées, deux centres d'interprétation et quatre salles de théâtre (carte C.8).

Les municipalités du bassin versant présentent aussi une variété de festivals attirant chaque année des milliers de visiteurs. Citons par exemple le festival nautique de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix, le festival d'été de Belœil, le festival de la Gibelotte de Sorel et l'International de montgolfières de Saint-Jean-sur-Richelieu.



Lieu historique national du Fort Chambly

C.7 La santé environnementale

C.7.1 Les répercussions de la pollution de l'eau sur la santé publique

L'eau provenant du réseau municipal a traversé une série de traitements, afin de prévenir les risques de contamination, avant d'être distribuée. Sans ces traitements, l'eau pourrait contenir plusieurs contaminants (ex. : virus, bactéries, arsenic, nitrates...) favorables aux maladies. Par exemple, les parasites *Giardia* et *Cryptosporidium*, retrouvés à l'occasion dans l'eau potable, peuvent être responsables de maladies intestinales : la giardiase et la cryptosporidiose (Santé Canada, 2003). Cependant, tous les réseaux municipaux ne sont pas équipés de traitement. Par exemple, le réseau de Saint-Cyprien-de-Napierville en est dépourvu. C'est pourquoi des actions doivent être développées, afin de préserver la ressource eau.

L'eau dans laquelle des activités récréatives sont pratiquées peut contenir des contaminants qui peuvent constituer une source de risques pour la santé. En effet, la contamination microbienne des eaux de baignade peut causer des infections des oreilles, des yeux et de la peau (MDDEP, 2002). De plus, des troubles gastro-intestinaux peuvent survenir. Cependant, l'indicateur de qualité bactériologique qui est basé sur les coliformes fécaux a ses limites et ne suffit pas à protéger complètement de tous les risques déjà mentionnés. Les algues bleu-vert ou cyanobactéries peuvent aussi être présentes et causer des problèmes de santé aux usagers (voir chapitre Eau, section Cyanobactéries). Néanmoins, le *Programme Environnement-Plage* permet la vérification de la qualité des eaux récréatives pour les plages qui y sont inscrites, en surveillant la qualité bactériologique de l'eau de ces plages, ce qui demeure le meilleur moyen de prévention des problèmes de santé. L'échantillonnage peut varier d'une à cinq fois durant l'été selon la cote que la plage a reçue l'année précédente. Selon les résultats de 2013, quatre plages ont été classées excellentes selon la moyenne et quatre autres bonnes. La Plage de Saint-Charles-sur-Richelieu a quant à elle obtenu la mention médiocre (tableau C.17). Cela ne signifie pas qu'une de ces plages n'aurait pu avoir une cote D car c'est une moyenne des résultats. Ainsi, ce programme ne nous donne qu'un aperçu sommaire de la qualité des plages puisque l'échantillonnage n'est pas très intensif. Cependant, rappelons que beaucoup de gens se baignent dans la rivière Richelieu (à partir d'embarcations) et qu'aucun suivi de qualité de l'eau de baignade n'est fait.

En milieu urbain, les problèmes de qualité d'eau affectant la santé publique sont majoritairement causés par le rejet d'eaux usées traitées non désinfectées et des débordements d'égouts lors de fortes pluies (MDDEP, 2002). En milieu agricole, ces problèmes sont davantage associés à l'épandage des fumiers, lisiers, fertilisants et pesticides, sans oublier les fosses septiques non conformes.

Toutefois, le traitement de l'eau et sa distribution apportent aussi leur lot de contaminants. Par exemple, on utilisait le plomb et le cadmium dans l'installation et la fabrication de certaines canalisations, ce qui peut entraîner un risque de contamination chez les usagers. Cependant, ce problème se manifeste surtout dans les maisons avec conduite en plomb, soit les maisons d'après-guerre ou construites avant les années 1970. D'autre part, il existe des problèmes techniques comme des baisses de pression, défectuosité du système de chloration dans les usines qui nécessitent des avis d'ébullition préventifs qui sont émis par l'exploitant.



Rejet urbain

C.8 La pêche et la chasse

C.8.1 La pêche

La *Politique nationale de l'eau* tend à favoriser les activités récréotouristiques liées à l'eau. Parmi celles-ci, on note la pêche sportive. Cette activité étant en décroissance depuis quelques années au Québec, le gouvernement a donc décidé de développer une stratégie pour accroître le nombre d'adeptes au Québec.

Le réseau hydrographique comporte de nombreuses espèces à intérêt sportif comme la perchaude (*Perca flavescens*), le doré jaune (*Sander vitreus*) et le doré noir (*Sander canadensis*), le maskinongé (*Esox masquinongy*), le brochet (*Esox sp*), la barbotte brune (*Ameiurus nebulosus*) ainsi que la présence de deux types d'achigan, soit l'achigan à petite bouche (*Micropterus dolomieu*) et l'achigan à grande bouche (*Micropterus salmoides*). La pêche sportive est pratiquée toute l'année, sur l'ensemble de la rivière Richelieu, bien qu'elle soit plus intensive dans le sud du bassin versant. Les espèces de salmonidés telles que la truite brune (*Salmo trutta*) et la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*), qui ont été introduites, suscitent un vif intérêt chez les pêcheurs sportifs. La rivière Richelieu a ainsi fait l'objet d'ensemencement et ce programme a eu des résultats intéressants, notamment pour la truite arc-en-ciel. Les populations d'ombles de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) et de touladis (*Salvenius namaycush*) sont quant à elles faibles. La pêche blanche connaît, elle aussi, un vif succès sur le bassin versant compte tenu du large éventail d'espèces présentes dans ses eaux.

C.8.2 La pêche commerciale

L'anguille d'Amérique (*Anguilla rostrata*) est une espèce qui se reproduit dans la mer des Sargasses. Les femelles remontent ensuite vivre jusqu'à l'âge adulte dans le lac Champlain et les Grands Lacs. Par conséquent, elles doivent passer par la rivière Richelieu. Il y a une trentaine d'années, la quantité d'anguilles capturées dans le Richelieu correspondait, à elle seule, à 5 % du total des captures canadiennes (MRNF, 2005). En 1980, 66 tonnes métriques d'anguilles furent prélevées de la rivière. Cependant, la réfection des barrages de Chambly et de Saint-Ours, non accompagnée de la reconstruction des passes migratoires, a beaucoup nui aux populations d'anguilles. D'ailleurs, seulement deux tonnes d'anguilles furent pêchées en 1996.

Afin de contrer la situation, les passes migratoires de Chambly (1997) et de Saint-Ours (2001) furent construites. Déjà, lors de la première année d'opération de la passe migratoire de Chambly, 10 000 anguilles l'utilisèrent. Suite à cela, la pêche commerciale à l'anguille fut interdite en 1998 dans ce bassin versant (MERN, 2014).

Entre 2005 et 2008 (inclusivement), environ 2 300 000 petites anguilles (civelles) ont été transférées dans le lac Champlain (sur un tronçon de 15 km, entre Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix et la frontière canado-américaine) par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (anciennement le MRNF) (MERN, 2015).

C.8.3 La pêche sportive

La Montérégie comprend 47 376 adeptes locaux de la pêche et attire 18 156 pêcheurs québécois de l'extérieur de la région (MRNF, 2007). Le total des dépenses touristiques liées à cette activité atteint 171 469 339 \$ et crée 1 353 emplois. La zone de pêche 8 englobe la totalité du bassin versant de la rivière Richelieu et inclut Montréal, Laval, une grande partie de la Montérégie ainsi qu'une petite portion des régions de Lanaudière et des Laurentides. Les restrictions associées à cette zone et plus particulièrement à la rivière Richelieu sont énoncées au tableau C.23. Dans le refuge faunique Pierre-Étienne-Fortin, toute pêche est interdite durant la période du 20 juin au 20 juillet dans les secteurs B et C du refuge (zone 8).

Tableau C.23 Périodes de pêche et limites de prises pour le bassin versant de la rivière Richelieu et la zone Saint-Laurent pour 2015-2016

Plans d'eau	Sites	Espèces	Périodes 2015-2016
Zone 8		Bar rayé	Pêche interdite
		Achigan et maskinongé	19 juin 2015 au 31 mars 2016
		Brochet et perchaude	1 ^{er} mai 2015 au 31 mars 2016
		Doré jaune et noir	8 mai 2015 au 31 mars 2016
		Esturgeon	15 juin 2015 au 31 oct. 2016
		Autres espèces	Toute l'année
Rivière de l'Acadie	Du pont de la route 112 au pont de la route 104	Toutes les espèces	1 ^{er} juillet 2015 au 31 mars 2016
Rivière Richelieu	Entre le pont de l'autoroute 30, reliant Tracy et Sorel, et une ligne tirée à partir du fort de Chambly et joignant la rive opposée, tout en longeant à une distance de 50 m l'extrémité nord-ouest des îles situées en aval des rapides (45°27'20" N 73°16'30" O).	Chevalier, meunier	Pêche interdite
		Autres espèces	Comme pour la zone 8
Rivière Richelieu	Entre une ligne tirée à partir du Fort-Chambly et joignant la rive opposée, tout en longeant à une distance de 50 m l'extrémité nord-ouest des îles en aval des rapides et le côté en amont de la ligne de transport d'énergie qui surplombe les rapides de Chambly (secteurs B et C du refuge faunique Pierre-Étienne-Fortin)	Achigan, maskinongé	19 juin 2015 21 juillet 2015 au 31 mars 2016
		Esturgeon	15 juin 2015 au 19 juin 2015 21 juillet 2015 au 31 octobre 2015
		Chevalier, meunier	Pêche interdite
		Autres espèces	8 mai 2014 au 19 juin 2014 21 juillet 2014 au 31 mars 2015
Rivière Richelieu	Entre le côté en amont de la ligne de transport d'énergie qui surplombe les rapides de Chambly et le barrage de Chambly (secteur A du refuge faunique Pierre-Étienne-Fortin).	Achigan, maskinongé	19 juin 2015 au 31 mars 2016
		Esturgeon	15 juin 2015 au 31 oct. 2015
		Chevalier, meunier	Pêche interdite
		Autres espèces	8 mai 2015 au 31 mars 2016

Source : Adapté de MFFP, Périodes de pêche et limites de prise, du 1^{er} avril 2015 au 31 mars 2016 – Zone 8.
Disponible en ligne à peche.faune.gouv.qc.ca/

Malheureusement, avec la détérioration de la qualité de l'eau (voir section B. Eau), il n'est plus possible de consommer certaines espèces de poissons en grande quantité de façon régulière (tableau C.24). Ceci s'explique par le fait que le niveau de toxine contenu à l'intérieur de la chair des poissons varie en fonction des toxines contenues dans le cours d'eau, de l'espèce du poisson ainsi que de sa grosseur. En effet, par le phénomène appelé bioamplification, les animaux aux derniers rangs de la chaîne alimentaire accumulent les toxines contenues dans les animaux plus petits qu'ils mangent. Donc, la chair des grands poissons prédateurs a tendance à être plus contaminée que celle des poissons qui s'alimentent de phytoplancton, par exemple.

Les principales toxines qu'on retrouve dans les poissons sont le mercure, le BPC (biphényle polychloré), le DDT (dichlorodiphényltrichloroéthane) et le plomb. Néanmoins, de façon générale, les principales espèces de poissons pêchées dans le bassin versant peuvent être consommées jusqu'à huit fois par mois (tableau C.24). Un peu partout dans le bassin versant, le meunier noir affiche des teneurs en métaux supérieurs au critère de la protection de la faune terrestre. Son taux de BPC dépasse la limite de ce critère dans la partie ouest du bassin de Chambly, à Belœil et en amont de Saint-Ours et de Saint-Jean-sur-Richelieu (MRNF, 2006). Sa contamination par le mercure est aussi élevée partout dans la rivière Richelieu et dans la rivière L'Acadie. Le plomb constitue une autre importante source de contamination du meunier noir dans la partie ouest du bassin de Chambly, à l'embouchure de la rivière l'Acadie et à Belœil. C'est d'ailleurs à ces endroits que l'on retrouve les teneurs en plomb des plus élevées au Québec.

Quelque 13 espèces peuvent être exploitées commercialement dans la rivière Richelieu. Les activités de pêche commerciale sont réalisées principalement dans le Haut-Richelieu, au verveux, dans les périodes allant du 1^{er} au 30 avril et du 1^{er} octobre au 31 mars et les principales espèces exploitées sont la barbotte brune, la carpe (Cyprinus carpio), le crapet de roche, le crapet-soleil, le meunier noir, le meunier rouge, le poisson-castor et la tanche (2009). En 2010, la principale espèce prélevée par les pêcheurs commerciaux était la barbotte brune avec 78 % des débarquements (MAPAQ). La situation est sensiblement la même au lac Champlain, tout en ajoutant que les chevaliers blanc, rouge et jaune, le cisco de lac, le grand corégone, le malachigan et la lotte peuvent aussi y être exploitées commercialement, à la seine. Toutefois, dans cette zone, les activités de pêche commerciale à la seine sont pratiquement nulles. Enfin, un secteur très important de la pêche commerciale dans le bassin versant repose sur l'exploitation des poissons-appâts. Par contre, depuis 2008, il est interdit de capturer des poissons-appâts dans la rivière Richelieu à partir du barrage de Chambly jusqu'à l'embouchure du fleuve Saint-Laurent (Plan de gestion de la pêche 2011-2012). Cette mesure a été instaurée pour protéger le chevalier cuivré, une espèce en voie de disparition (MRNF, 2011).

Tableau C.24 Guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce pour le bassin versant de la rivière Richelieu

Plans d'eau	Sites	Espèces	Petits		Moyens		Gros	
			Teneur en mercure mg/kg	Repas/mois*	Teneur en mercure mg/kg	Repas/mois*	Teneur en mercure mg/kg	Repas/mois*
Rivière L'Acadie	Embouchure	Achigan à petite bouche	0,27	8	0,48	8	0,38	8
		Barbotte brune			0,13	8		
		Doré jaune	0,29	8	0,76	4	0,98	4
		Grand brochet	0,10	8	0,45	8		
		Meunier noir			0,11	8	0,34	8
		Perchaude	0,20	8				
Rivière Richelieu	Aval de Belœil	Achigan à petite bouche	0,71	4	0,51	4		
		Barbotte brune			0,06	8	0,33	8
		Doré jaune	0,17	8	0,46	8	0,81	4
		Grand brochet	0,10	8				
		Meunier noir	0,25	8	0,09	8	0,35	8
		Perchaude			0,20	8	0,40	8
Rivière Richelieu	Bassin de Chambly	Achigan à petite bouche	0,10	8	0,16	8	0,30	8
		Barbotte brune	0,06	8	0,06	8	0,08	8
		Barbue de rivière			0,13	8	0,14	8
		Doré jaune	0,17	8	0,27	8	0,52	4
		Grand brochet	0,10	8	0,32	8	0,58	4
		Meunier noir	0,04	8	0,10	8	0,30	8
		Perchaude	0,15	8	0,18	8	0,36	8
Rivière Richelieu	Amont de Saint-Denis	Barbotte brune	0,10	8				
		Doré jaune	0,30	8	0,40	8		
		Grand brochet			0,30	8		
		Meunier noir					0,20	8
		Perchaude	0,10	8				
Rivière Richelieu	Aval de Saint-Roch	Achigan à petite bouche			0,50	8		
		Barbotte brune			0,10	8	0,20	8
		Doré jaune	0,30	8	0,70	4		
		Grand brochet	0,20	8				
		Meunier noir					0,30	8
Rivière Richelieu	McMasterville	Barbue de rivière			0,09	8	0,12	8
		Doré jaune	0,09	8	0,69	4		
		Grand brochet	0,33	8				
		Meunier noir			0,19	8	0,21	8

Plans d'eau	Sites	Espèces	Petits		Moyens		Gros	
			Teneur en mercure mg/kg	Repas/mois*	Teneur en mercure mg/kg	Repas/mois*	Teneur en mercure mg/kg	Repas/mois*
Rivière Richelieu	Amont de Saint-Ours	Achigan à petite bouche			0,33	8	0,61	4
		Barbue de rivière	0,15	8				
		Doré jaune	0,19	8	0,32	8	0,47	8
		Grand brochet			0,29	8		
		Meunier noir			0,11	8	0,26	8
		Perchaude	0,05	8	0,15	8		

*Un repas correspond à une portion de 230 grammes (8 onces) avant la cuisson.

Consommation recommandée : 8 repas/mois en vert, 4 repas/mois en jaune, 2 repas/mois en orange et 1 repas/mois en rouge.

Adapté du MDDELCC. Guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce.

C.8.4 La chasse

La Montérégie est la région qui compte le plus grand nombre d'adeptes locaux de la chasse sportive avec 20 471 adeptes, soit près de 10 % des adeptes québécois (MRNF, 2007). Cependant, la région n'attire que 13 270 chasseurs/visiteurs. En 2007, on comptait sept stations d'enregistrement pour le gros gibier (ours noir, orignal, dindon sauvage et cerf de Virginie) dans le bassin versant (tableau C.25)

Le bassin versant, avec la présence de la rivière Richelieu et de ses nombreuses terres agricoles, constitue un endroit de choix pour les oiseaux migrateurs lors d'une pause pendant leur migration. À l'automne, la chasse est permise pour plusieurs espèces : on note, par exemple, la bernache du Canada, les foulques, les bécasses, l'oie des neiges, etc. (Service canadien de la faune, 2004). Les populations de bernaches dites résidentes continuent à croître dans le bassin versant et attirent leurs consœurs lors de leur migration (Société de la faune et des parcs du Québec, 2002). De plus, en 2005, 2006 et 2007, une chasse expérimentale au dindon sauvage fut autorisée dans la zone 8 sud (une petite partie de cette zone est incluse dans le bassin versant). Depuis 2008, une chasse printanière au dindon sauvage a été mise en place pour toutes les zones de chasse.

Tableau C.25 Récolte de gros gibiers pour la zone de chasse 8 – Saison 2013

Gibiers	Engins	Femelles adultes	Mâles adultes	Jeunes	Totaux
Cerf de Virginie	ACB	1 283	1 612	912	3 807
	Arbalète	445	317	218	980
	Arc	48	45	29	122
	Carabine	442	550	316	1 308
	Fusil	14	9	3	26
	Totaux		2 232	2 533	1 478
Orignal	Arbalète	5	4	0	9
	Arc	0	1	0	1
	Totaux	5	5	0	10
Ours noir	Chasse	0	0	2	2
	Piégeage	0	3	0	3
	Totaux	0	3	2	5
Dindon	Arbalète	0	4	1	5
	Arc	0	5	0	5
	Fusil	1	353	185	539
	Totaux	1	362	186	549

Données en date de décembre 2013

Source : MRNF, 2013

C.9 L'exploitation forestière

L'exploitation commerciale de la forêt du bassin versant est très limitée, les boisés occupant une petite superficie du territoire (431 km²). Sur le territoire de la Montérégie, 3,4 % de la forêt est publique (Poulin, 2015). Ce pourcentage représente également une belle estimation de la proportion présente dans le bassin, laquelle n'est sous aucun aménagement, donc non exploitée (parc national, réserve écologique, etc.) (MFFP, 2014). La forêt du bassin est donc principalement de tenure privée, plusieurs propriétaires se partageant de petites parcelles boisées. Plusieurs propriétaires ne visent pas l'exploitation forestière, mais plutôt une utilisation à des fins récréatives. D'ailleurs, un sondage a été effectué il y a quelques années auprès des propriétaires forestiers de la Montérégie. Les résultats indiquaient que 45 % d'entre eux possédaient une terre pour le simple plaisir. Lorsqu'il y a exploitation, celle-ci est essentiellement destinée à la production de bois de chauffage, d'arbres de pépinière et d'arbres de Noël.

Afin d'assurer une gestion durable de la forêt privée sur le territoire de la Montérégie, l'Agence forestière de la Montérégie (AFM) a pour mandat, entre autres, d'orienter et de développer la mise en valeur des forêts du territoire dans le cadre du régime de protection et de mise en valeur des forêts privées québécoises. Ceci s'effectue par l'élaboration de plans de protection et de mise en valeur et en apportant un soutien financier et technique en vue de l'exécution de travaux d'aménagement forestier (voir la section Forêt pour plus d'information).



C.10 Les activités industrielles

Différents pôles économiques sont présents sur le territoire du bassin versant de la rivière Richelieu. Saint-Jean-sur-Richelieu constitue la zone principale, suivie de celles de la ville de Chambly, de Sorel-Tracy et de la conurbation de Saint-Hilaire, Belœil, Saint-Mathieu-de-Belœil et Saint-Bruno-de-Montarville (voir carte C.9).

Les industries présentes sur le territoire du bassin versant de la rivière Richelieu ont une production très diverse (aliments, vêtements, produits chimiques, etc.) et rejettent plusieurs types d'eaux usées dont les volumes et le degré de contamination sont très variables. Ainsi, pour étudier leur impact sur le bassin versant, les industries ont été regroupées en huit secteurs industriels sur la base de leur secteur d'activité, mais aussi par rapport à leur rejet :

- les raffineries de pétrole;
- les industries de la métallurgie primaire (incluant les fonderies);
- les industries de la chimie comprenant la chimie organique (plastiques, caoutchouc, etc., à l'exception des raffineries de pétrole) et la chimie inorganique;

- les industries de transformation du métal (industries de la métallurgie secondaire, industries des produits métalliques, fabrication de machinerie, d'équipements électroniques, de matériel de transport, etc.);
- les industries agroalimentaires;
- les industries du textile et du vêtement;
- les industries de transformation du bois (scieries, fabrication de meubles, etc.);
- les industries diverses non classées dans les secteurs précédents, par exemple les industries de transformation de la pierre et de l'argile, de l'imprimerie, etc.

Depuis 1988, le MDDELCC a commencé à développer un nouveau programme, le Programme de réduction des rejets industriels (PRRI), dont l'objectif est de réduire l'ensemble des rejets industriels, c'est-à-dire les effluents, les émissions atmosphériques et les déchets, selon une approche intégrée et en accordant une attention particulière aux substances toxiques (MDDEFP, 2014). La section IV.2 de la *Loi sur la qualité de l'environnement* qui prévoit la délivrance d'attestations d'assainissement constitue l'assise de ce programme qui s'adresse à des établissements industriels majeurs appartenant à six secteurs industriels prioritaires : les pâtes et papiers, les mines, la métallurgie, la chimie organique (incluant le raffinage du pétrole), la chimie inorganique et le revêtement de surface métallique (MDDEFP, 2014).

Afin d'exploiter, les établissements industriels dont les activités sont assujetties à la section IV.2 de la L.Q.E. doivent obtenir une attestation d'assainissement (renouvelable tous les cinq ans) délivrée par le ministère. Cette attestation, équivalente à un permis environnemental d'exploitation, établit les conditions environnementales sous lesquelles l'établissement industriel doit exercer ses activités. Aussi, cet outil légal permet de rendre opérationnel le Programme de réduction des rejets industriels (PRRI) visant la réduction graduelle des rejets industriels dans les milieux récepteurs.

Le gouvernement du Québec établit, par décret, les catégories d'établissements industriels assujettis à l'obtention d'une attestation d'assainissement. Actuellement, deux décrets gouvernementaux ont assujetti les établissements industriels des secteurs des pâtes et papiers (décret 602-93, 28 avril 1993) et de l'industrie minérale et de la première transformation des métaux (décret 515-2002, 1^{er} mai 2002). Ces deux décrets ont été intégrés au *Règlement sur les attestations d'assainissement en milieu industriel* (décret 652 2013, 19 juin 2013). Également, il convient de signaler un certain nombre de mesures gouvernementales relevant du niveau fédéral qui ont contribué, au cours des années, à contrôler directement ou indirectement les effluents industriels : la *Loi sur les pêches*, la *Loi sur les ressources en eau du Canada*, la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* ainsi que divers règlements (MDDEFP, 2014c).

C.10.1 Industries par MRC

Les Centres locaux de développement (CLD) ont permis de récupérer une base de données sur une grande majorité des industries sur le territoire (sauf pour les MRC du Haut Richelieu, des Jardins de Napierville et de Marguerite-D'Youville où les données sont incomplètes à ce jour, car les listes ne sont pas disponibles gratuitement dans les CLD). La répartition des industries par MRC est inégale sur le territoire comme la montre la carte C.9. Une description plus ciblée des pôles industriels a donc pu être effectuée par MRC.

- Agglomération de Longueuil :

Les cinq villes de l'agglomération de Longueuil sont celles qui comportent le plus d'entreprises manufacturières de tout le bassin versant de la rivière Richelieu. Mais on peut voir que Longueuil et Boucherville sont les deux villes qui regroupent le plus d'entreprises. Si on regarde le nombre d'entreprises dans les différentes branches, on s'aperçoit que trois grands secteurs ressortent : transformation du métal; agroalimentaire et enfin la transformation du bois. On peut aussi ajouter que ces cinq villes comptent le plus d'entreprises inscrites à l'Inventaire national des rejets de polluants (INRP), comme le *Groupe Danone*, à Boucherville.

- MRC de Marguerite-D'Youville :

Pour cette MRC, les données ne sont pas disponibles à l'heure actuelle, car il faut attendre que le site internet de la CLD soit mis à jour (date indéterminée). Une liste des entreprises de la ville de Sainte-Julie a pu nous être fournie, ce qui constitue les seules données pour cette CLD avec l'INRP. Mais, grâce aux entreprises obligées de s'inscrire à l'INRP, on sait qu'au moins 19 entreprises potentiellement polluantes sont situées dans cette

MRC. On peut ainsi présumer la présence du secteur métallurgie primaire, avec l'entreprise de *Arcelor Mittal Montréal Inc.* qui s'est installée dans la ville de Contrecoeur.

- MRC Le Haut Richelieu :

Les données disponibles sont fragmentaires pour cette MRC. Cependant, avec les données présentement recueillies, on peut voir que la ville de St-Jean-sur-Richelieu est le cœur économique de la MRC, car elle regroupe la grande majorité des industries. Les huit secteurs manufacturiers sont présents à part plus ou moins égale sur son territoire.

- MRC Les Jardins de Napierville :

Pour cette MRC, on peut voir deux grandes industries potentiellement polluantes. Les *Boulangeries Gadoua Ltee* dans l'agroalimentaire et les *Raffineries de Napierville*.

- MRC Les Maskoutains :

Pour la MRC des Maskoutains, on peut voir que la ville de Saint-Hyacinthe est le principal pôle économique, car elle regroupe 125 des 156 entreprises de la MRC. On peut, par contre, considérer les entreprises du secteur de la transformation du bois et du métal comme les plus présentes sur le territoire de la MRC.

- MRC Pierre de Saurel :

La transformation du métal et la métallurgie primaire sont indéniablement les deux grands secteurs d'activité de cette MRC. De grandes entreprises métallurgiques y sont installées comme *Rio Tinto-Fer et Titane inc.*, qui, à elle seule, embauche 1 250 personnes.

- MRC Roussillon :

Parmi les entreprises de la MRC Roussillon se situant sur le bassin versant de la rivière Richelieu, on peut dire que le secteur le plus présent est la transformation du métal, mais les secteurs agroalimentaire et industries diverses arrivent juste après. Cette MRC comptabilise seulement neuf entreprises, dont la briqueterie *HANSON BRICK*.

- MRC de Rouville :

Dans cette MRC, l'agroalimentaire et la transformation du métal sont les deux grands secteurs, qui regroupent à eux seuls 68 % des entreprises de la MRC avec des entreprises telles que *A.Lassonde inc.* et *Infasco*.

- MRC de la Vallée du Richelieu :

Troisième MRC avec le plus d'entreprises sur son territoire, la MRC de la Vallée du Richelieu a son pôle industriel concentré dans la ville de Chambly. Les secteurs d'activité des industries de ce territoire sont majoritairement axés sur transformation du bois et sur l'agroalimentaire.

C.10.2 Les rejets municipaux

Le rapport sur l'état de l'écosystème aquatique du bassin versant de la rivière Richelieu révèle que 46 sur 64 municipalités du territoire sont susceptibles de déverser leurs eaux usées dans des cours d'eau (Simoneau et Thibault, 2009) (tableau C.26). À la suite de la mise en activité des stations d'épuration de Saint-Denis-sur-Richelieu et de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix, en 2006, ainsi que de la station de Saint-Charles-sur-Richelieu en 2009, c'est la totalité de la population du bassin qui est raccordée à un réseau d'égouts et qui sera servie par un total de 26 stations d'épuration (Simoneau et Thibault, 2009). Le tableau suivant montre le nombre de municipalités dont les émissaires se déversent dans le bassin versant de la rivière Richelieu.

Tableau C.26 Portrait de l'assainissement des eaux usées (sources ponctuelles)

	Municipalités situées à l'intérieur du bassin versant ou y déversant des eaux usées (2007 ¹)			Entreprises industrielles retenues dans le cadre du Programme d'assainissement des eaux (1996)		
	Total	Avec réseau d'égouts ²	Avec station d'épuration	Total	Réseau municipal	Hors réseau
Nombre	64	39	38	50	15	26
Population ³	301 212	205 692	199 735	-	-	-

¹Selon Kessab, 2004

²Réseaux d'égouts dont les émissaires se déversent dans le bassin versant de la rivière Richelieu.

³Approximation, car certaines municipalités n'ont qu'une partie de leur territoire dans le bassin versant de la rivière Richelieu.

Source : Adapté de Simoneau et Thibault, 2009

C.10.3 Les rejets industriels

La composition des rejets des eaux usées varie avec le type d'industrie, par exemple, la fabrication d'aliments produit des contaminants organiques alors que la fabrication des produits en métal génère surtout des contaminants inorganiques. Il est donc possible de déterminer les rejets des industries du territoire suivant leur secteur d'activité. Pour chaque secteur d'activité, une liste des différents contaminants des eaux usées et de leur impact sur le milieu a pu être mise en place, elle est compilée dans le tableau C.27. Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) rejetés par les différents secteurs industriels sont surtout produits par la combustion ou la pyrolyse de matières organiques. Une fois déversé dans le milieu naturel tel que la rivière Richelieu, ce produit va être assimilé par les sédiments ou par des organismes vivants tels que les poissons. Ces substances qui se retrouvent parfois à des concentrations très faibles, voire à peine mesurables, dans l'eau, peuvent alors atteindre de très fortes concentrations dans les tissus des végétaux et des animaux par bioaccumulation. Ce phénomène est dû aux substances qui vont s'accumuler dans les tissus adipeux plutôt que d'être éliminées de l'organisme. Toutefois, il n'y a pas de bioamplification des HAP dans les chaînes alimentaires aquatiques, étant donné que son élimination est relativement rapide chez les poissons (EAG, 1990). Néanmoins, ces produits sont aujourd'hui considérés comme cancérigènes pour les animaux et potentiellement cancérigènes chez l'être humain. D'autres produits ont les mêmes particularités telles que les métaux comme le mercure qui est aussi rejeté et qui se retrouve dans le milieu naturel.

Plusieurs secteurs industriels rejettent souvent des eaux usées avec un pH inférieur à 5,5 ou supérieur à 9,5, lequel diffère énormément avec celui du milieu naturel. Ce changement de pH dans le milieu naturel se fait ressentir par les végétaux, mais aussi par les animaux qui se retrouvent agressés par un milieu plus acide ou basique qui les entoure.

Les matières en suspension qui sont rejetées par les différents secteurs industriels n'ont pas toutes les mêmes caractéristiques, mais certains de leurs impacts sont communs. Cette masse de matière empêche la lumière de passer dans l'eau et, donc, diminue la luminosité du milieu. Le manque de luminosité essentielle au développement des végétaux aquatiques freine leur développement. La photosynthèse produite par les végétaux avec la lumière du soleil diminue et, donc, abaisse le taux d'oxygène produit dans le milieu. Les rejets des produits tels que le phosphate ou l'azote sont des facteurs qui peuvent accélérer le phénomène d'eutrophisation du milieu.

Carte C.9 Secteurs d'activité pour chacune des MRC du bassin versant

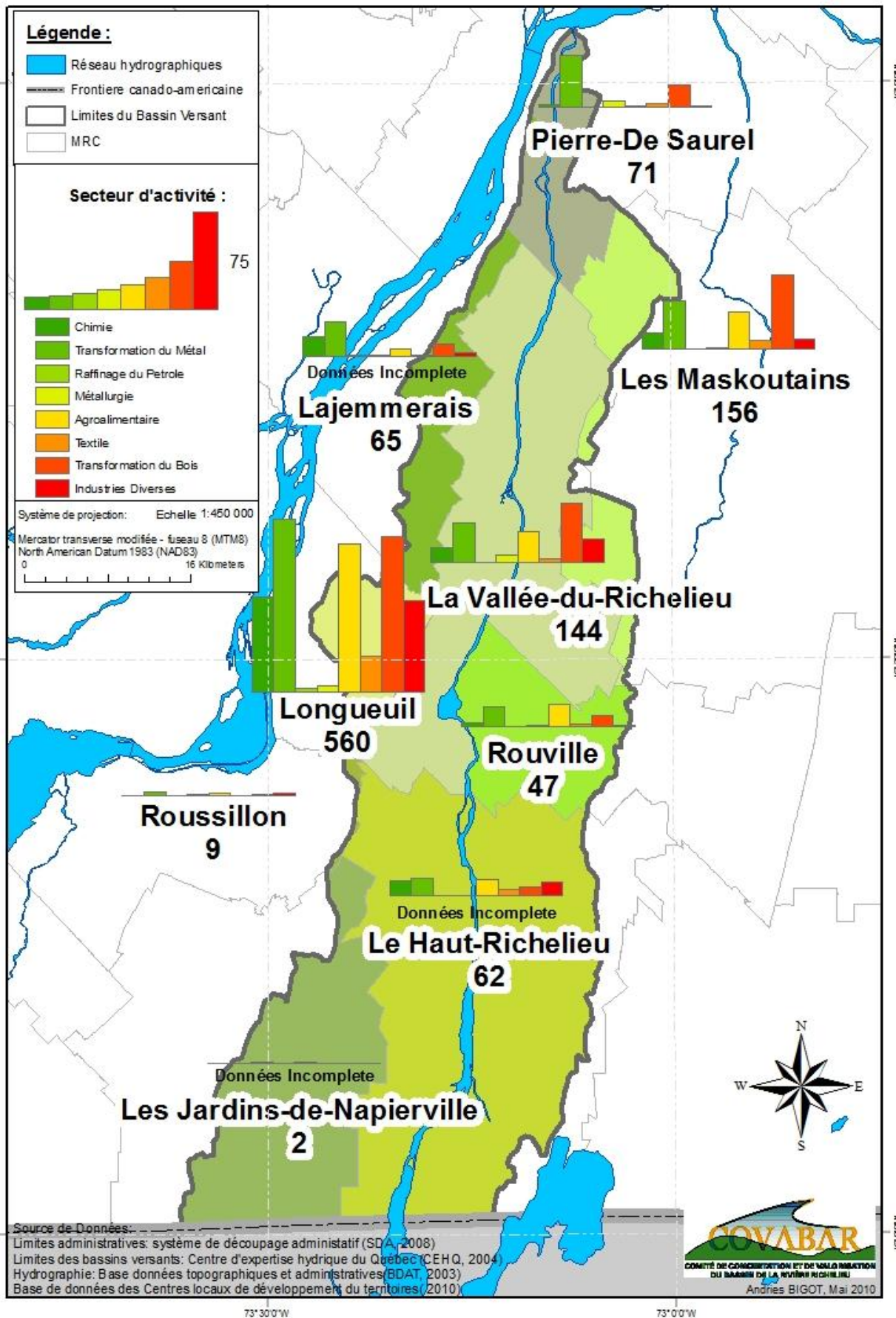


Tableau C.27 Caractéristiques des rejets des eaux usées par secteur d'activité

Secteur	Rejets	Effet	Définition du secteur
Chimie	Composés organiques Substance acides	Acidification du milieu	Le secteur de la chimie comprend le sous-secteur de la chimie organique qui fabrique divers produits, notamment des explosifs, des polymères, des résines synthétiques, des fils synthétiques, des pigments, des teintures, des solvants et une multitude de produits d'usage courant tels que : produits pharmaceutiques, produits en caoutchouc, produits en plastique, produits de nettoyage, produits adhésifs, produits décapants, peintures, parfums, huiles essentielles, etc., et le sous-secteur de la chimie inorganique produit, quant à lui, des substances chimiques telles que des acides, des bases, divers sels et oxydes, des gaz industriels inorganiques, des pigments, des produits désinfectants, etc.
	Composés inorganiques Azote ammoniacal Phosphates	Constituent un facteur d'eutrophisation	
	MES (matières en suspension)	Réduit la luminosité et abaisse la productivité du milieu récepteur par une chute de l'oxygène dissous due à la réduction des phénomènes de photosynthèse. Dans ce cas, les particules seront très fines.	
Transformation du métal	Substances acides	Acidification du milieu	La transformation du métal, comprend les entreprises qui produisent des tuyaux, des feuilles ou des fils de métal ainsi que des usines qui fabriquent des pièces métalliques, des véhicules, des machines agricoles, des moteurs, des appareils électroménagers, des meubles, des objets d'ornement, de quincaillerie et de ferronnerie, des équipements de chauffage, d'éclairage, de ventilation, etc.
	MES (matières en suspension)	Réduit la luminosité et abaisse la productivité du milieu récepteur par une chute de l'oxygène dissous due à la réduction des phénomènes de photosynthèse	
	Phosphates	Constituent un facteur d'eutrophisation	
	Cyanures/métaux	Présente une toxicité et une aptitude à la bioconcentration, ce qui engendre des nuisances aux milieux aquatiques	
Raffinage du pétrole	Huiles/grasses	Présente une toxicité et une aptitude à la bioconcentration, ce qui engendre des nuisances aux milieux aquatiques	Raffineries de pétrole
	Sulfures	Acidification du Milieu	
	Azote	Contribuent au phénomène d'eutrophisation	
	MES (matières en suspension)	Réduit la luminosité et abaisse la productivité du milieu récepteur par une chute de l'oxygène dissous due à la réduction des phénomènes de photosynthèse	
Métallurgie primaire	MES (matières en suspension)	Réduit la luminosité et abaisse la productivité du milieu récepteur par une chute de l'oxygène dissous due à la réduction des phénomènes de photosynthèse	L'ensemble des industries productrices de métaux primaires (non reliées à un site d'exploitation minière) ainsi que les fonderies de métaux sont regroupées dans le secteur de la métallurgie primaire.
	Cyanures/fluorures/métaux	Présente une toxicité et une aptitude à la bioconcentration, ce qui engendre des nuisances aux milieux aquatiques	
	HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques)	Présente une toxicité et une aptitude à la bioconcentration, ce qui engendre des nuisances aux milieux aquatiques	
Agroalimentaire	MES (matières en suspension)	Réduit la luminosité et abaisse la productivité du milieu récepteur par une chute de l'oxygène dissous due à la réduction des phénomènes de photosynthèse	Le secteur agro-alimentaire comprend des industries très variées, telles que les secteurs de la transformation des viandes (abattoirs, salaisons, établissements d'équarrissage), de la transformation du lait (laiteries, fromageries, crémeries, beurreries), de la transformation des fruits et légumes (conserveries, préparation de jus, production de frites et de croustilles, etc.) et de la transformation des poissons et crustacés.
	Un pH qui varie fortement	Dérèglements du milieu récepteur	
	Phosphore/azote	Contribuent au phénomène d'eutrophisation	
	Chlorure de sodium	Augmentation de la salinité du milieu	
Textile	Substances alcalines/métaux	Présente une toxicité et une aptitude à la bioconcentration, ce qui engendre des nuisances aux milieux aquatiques	À l'intérieur du secteur du textile et du vêtement, il y a principalement quatre sous-secteurs qui ont des rejets d'eaux usées significatifs, soit les usines textiles proprement dites qui procèdent au filage, au tissage, au lavage, à la teinture des fibres et à l'impression des tissus, les usines qui fabriquent et teignent les tapis, les entreprises qui effectuent le délavage de tissus et les tanneries.
	Un pH qui varie fortement	Dérèglements du milieu récepteur	
	Colorants/détergents	Acidification du milieu	
	Phosphate/azote	Contribuent au phénomène d'eutrophisation	

Secteur	Rejets	Effet	Définition du secteur
Transformation du bois	MES (matières en suspension)	Réduit la luminosité et abaisse la productivité du milieu récepteur par une chute de l'oxygène dissous due à la réduction des phénomènes de photosynthèse	Industries œuvrant dans la fabrication d'articles en bois de toutes sortes (meubles, matériaux de construction), dans le sciage du bois, etc.
	HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques)	Présente une toxicité et une aptitude à la bioconcentration, ce qui engendre des nuisances aux milieux aquatiques	
	Métaux	Présente une toxicité et une aptitude à la bioconcentration, ce qui engendre des nuisances aux milieux aquatiques	
Industries diverses	MES (matières en suspension)	Réduit la luminosité et abaisse la productivité du milieu récepteur par une chute de l'oxygène dissous due à la réduction des phénomènes de photosynthèse	La catégorie industries diverses regroupe des industries fabriquant des produits très diversifiés. Parmi celles-ci, des entreprises qui préparent de la pierre concassée, du béton de ciment, des briques, des dalles, du béton bitumineux; ou des compagnies qui fabriquent des boîtes pliantes et du papier peint; des imprimeries; des fabricants de verre, de fibre de verre; des installations produisant de l'énergie, etc.

C.10.4 Inventaire national des rejets polluants (INRP)

L'inventaire national des rejets polluants est l'inventaire légiféré du Canada, accessible au public, des données sur les polluants rejetés, éliminés et envoyés pour recyclage par les installations à travers le Canada. Les installations industrielles, institutionnelles et commerciales qui utilisent une ou plusieurs des substances répertoriées au cours de l'année 2007 et qui dépassent le seuil de 20 000 heures de travail pour les employés, doivent produire une déclaration annuelle à l'INRP en vertu de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999)* (INRP, 2007).

Sans être une liste exhaustive (car un grand nombre d'industries aussi potentiellement polluantes ne sont pas encore assujetties), les données recueillies par la PRRI et la INRP apportent une bonne appréciation des entreprises potentiellement polluantes situées dans le bassin versant de la rivière Richelieu (tableau C.28). La localisation de ces industries peut être repérée dans la carte C.10.

Tableau C.28 Liste d'entreprises comportant le plus de risques de rejeter des polluants sur le bassin versant de la rivière Richelieu

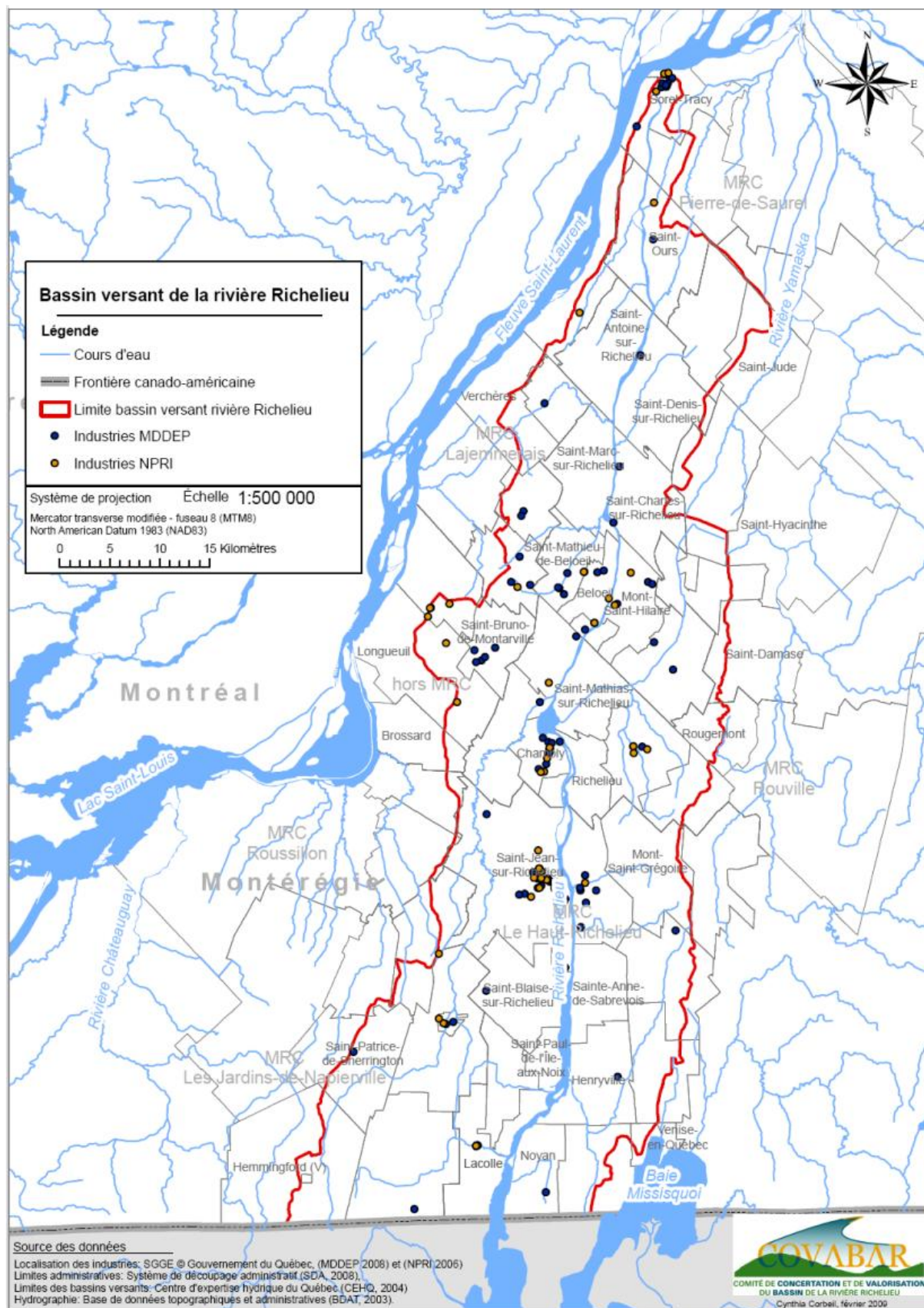
Nom de l'industrie	Description des activités	Remarques	Réhabilitation et qualité du sol
2M Ressources inc.			
Agromex inc.	Abattoir de porcs		
Agropur Cooperative	Usine laitière		
Aliments Reinhart Limitée		Acides organiques	R : non terminée
Alstom Canada inc. (Société des parcs industriels)	Distribution d'électricité et services d'équipement hydraulique		
Arneg Canada inc.	Usine de fabrication de compteurs réfrigérés		
Balcons experts			
Bâtiment résidentiel Les Richeloises	Ancienne usine de fabrication d'explosifs		
Béton Rive-Sud inc.	Usine de béton	Huiles usées	R : Terminée en 2000 Q : Plage B-C
Boehme Filatex Canada inc.			
Bonduelle Canada inc.	Conserverie	Possède sa propre station d'épuration	
Cabinex inc.			
Camfab inc.		Hydrocarbures aromatiques polycycliques	R : Non terminée
Centre environnemental Techni-Cite inc.	Centre de transfert et de traitement de MRD et non dangereuses		
Chimiques Nellen			
CNC composites inc.	Usine		
Collins & Aikman	Finition spécialisée IACNA Canada		
Compagnie de Pigments Québec inc.	Ancienne usine de fabrication de pigments		
Compagnie Katoen Natie Canada	Transformation de matières plastiques		
Construction McNally du Québec inc.	Réparations d'équipements de bateaux		
Copal Metal inc.			
Corporation de techno. GSC	Usine de moulage		
Darona inc.	Moulage de pièces en aluminium	Gestion des matières dangereuses résiduelles : bilan au MDDELCC	
Dramex	Fabrication de métal	Hydrocarbures pétroliers	R : Non terminée
Ébénisterie Sapele inc.	Fabrication de meubles, portes, ornements...		
Ébenisterie Van Der Beken inc.			
Emballage St-Jean	Fabrication de produits chimiques et de produits en plastique et en caoutchouc		
Enerlab 2000	Fabrication de produits chimiques, en plastique et en caoutchouc		
Équipement demapro inc.		Gestion des matières dangereuses résiduelles : bilan au MDDELCC	
F.L. Smithe of Canada inc.		Terrain contaminé	
Fabspec inc.			
Fenclo ltee	Usine de traitement de bois		
Ferrinov	Revalorisation des poussières d'aciérage		
Fibres et Fils National Itée			
Fibrocap inc.			
Fonderie Laperle	Fonderie de fer		
Fondremy inc.		Gestion des matières dangereuses résiduelles : bilan au MDDELCC	

Nom de l'industrie	Description des activités	Remarques	Réhabilitation et qualité du sol
Formica Canada inc.	Usine de pâtes à papier et fabrication de produits en papier		
Foyers Valcourt inc.			
Fralma Technologies		Terrain contaminé	
Fromagerie Fritz Kaiser inc.	Fromagerie		
Général Électrique Canada	Usine de bobine		
Gilles Phenix inc.		Produits pétroliers	
Goltec Industriel Marine inc.		Huiles et graisses totales	R : Non déterminée
Groupe G.L.P. Hi-Tech inc.			
Groupe Tremca inc.			
GSC Technology Corporation (Napierville)	Usine de moulage	Hydrocarbures pétroliers	R : Terminée en 2002. Q : Non précisée
Hercules Canada inc.	Ancienne entreprise de résines organiques (fermée depuis le 15 juillet 2002)		
ICI Explosifs Canada	Fabrication d'explosifs	Cadmium (Cd), chrome total (Cr), composés phénoliques, hydrocarbures pétroliers, plomb (Pb), trinitro-2,4,6 toluène (TNT), zinc (Zn)	R : Non terminée
Ifastgroupe 2004 L.P.			
Ifastgroupe LP			
Imprimerie Marchessault et fils inc.		Plomb (Pb)	R : Terminée en 1991. Q : <Critère spécifique
Imprimerie Transcontinental			
Industries Piedmont Itée		Benzène, cadmium (Cd), éthylbenzène, hydrocarbures aromatiques volatils, hydrocarbures pétroliers, toluène, xylène	R : Terminée en 1993
James Richardson Itée			
Jenbal inc.		Benzène, éthylbenzène, hydrocarbures aromatiques polycycliques, hydrocarbures pétroliers, toluène, xylène	R : Terminée en 2000. Q : <= A
Kildair Service Itée (La financière)			
Lagace et Freres inc.			
Les Aliments Infiniti inc.	Usine de transformation de poulet		
Les Boulangeries Gadoua Itée			
Les Embouteillages Coca-Cola Itée		Terrain contaminé	
Les Entreprises Wipli inc.			
Les Forges de Sorel Cie			
Les Industries Monan inc.		Créosote, pentachlorophénol (PCP)	R : Non terminée
Les investissements Universels Canadiens, inc.	Usine de transformation du bois		
Les Produits Chimiques Textile Itée			
Les Produits verriers Novatech inc.		Dioxines (PCDD), furanes (PCDF)	R : Non terminée
Longtin Conduits inc.		Terrain contaminé	
Lub Excellence		Terrain contaminé	
Mecar-Metal inc.			
Métaux St-Jean, Recyclage des carrières			
Meubles Mobican inc.	Fabricant de meubles résidentiels et de bureau de style scandinave		
Meunerie Hebert inc.			
Mittal Canada Inc.			
Moissons d'Or inc.			
Nabisco Brands Itée			

Nom de l'industrie	Description des activités	Remarques	Réhabilitation et qualité du sol
Parmalat Dairy & Bakery inc.			
Pavages Maska inc.	Usine d'asphalte		
Petro Canada inc. (Les2rives)		Hydrocarbures pétroliers	R : Non terminée
Plastique Reinier inc.	Fabrication de composés de polychlorure de vinyle (PVC)		
Portec, Produits ferroviaires ltée		Hydrocarbures pétroliers	R : Non terminée
Pratt & Whitney Canada			
Produits Polychem ltée		Huiles usées	R : Non terminée
Quebecor World	Imprimerie commerciale		
Rio Tinto Fer et titane (autrefois QIT Fer et titane), Tracy	Traitement du minerai	Dépassement des exigences relatives au fer en 2005. Cinq cas de dépassement du pH en 2009	Vise pour attestation d'assainissement
Raffineries de Napierville inc.	Industrie de production chimique (naphtalène et dichlorobenzène)	Benzène de l'air plus élevé qu'attendu pour milieu rural.	
Remtec inc.	Fabrication de camions-citernes	Hydrocarbures pétroliers	R : Terminée en 1998 Q : Plage B-C
Safety-Kleen Canada inc.	Centre de transfert de matières résiduelles dangereuses		
Service de location Ste-Croix	Garage		
Simar-Dacon inc.			
Sivaco Québec			
Sleeman Unibroue inc.	Brasserie		
Société en commandite T & B Commander	Usine de produits électriques		
Soleno inc.			
Sorinco Inc.	Gestion de matières dangereuses résiduelles		
Sport Maska Inc.	Fabrication d'équipements de sports	Cadmium (Cd), chrome total (Cr), hydrocarbures pétroliers, zinc (Zn)	R : Non terminée
Stella-Jones Inc.	Usine de traitement du bois		
St-Jean Photochimie	Fabrication de produits chimiques, en plastique et en caoutchouc		
Prysmian Canada Lt	Usine de fabrication et de distribution de câbles électriques		
Tapis I.B.E. inc. (Uzite Canada)	Fabrication de tapis		
Terminal & Cable inc.		Gestion des matières dangereuses résiduelles : bilan au MDDELCC	
Textile Rubber & Chemical Canada (Ltd)	Fabrication de produits chimiques, en plastique et en caoutchouc		
Tremcar inc.		Hydrocarbures pétroliers	R : Non terminée
Unibéton		Benzène, éthylbenzène, hydrocarbures pétroliers, toluène, Xylène	R : Non terminée
Uni-viande, Saint-Jean-sur-Richelieu	Produits dérivés de viande	Raccordé au réseau d'eau de la Municipalité	
VeZina Mario			
Westinghouse Canada inc.			
Zemex Mineral Group			

Source : MDDEP, 2008; MDDEFP, 2014 ; INRP,2007.

Carte C.10 Localisation des industries par le MDDEFP et l'INFRP pour le territoire du bassin versant de la rivière Richelieu



C.10.5 Les sites contaminés par les industries

On appelle sites contaminés ou friches contaminées, les terrains sur lesquels se sont déroulées par le passé des activités industrielles ou commerciales et qui doivent être assainis avant d'être aménagés. Remis à l'état naturel ou ayant subi un aménagement sans tenir compte de la présence de contamination, ces sites peuvent augmenter le niveau de risque pour la santé humaine, la faune, la flore ou l'environnement. Pour ces raisons, les terrains contaminés ne peuvent être laissés à eux-mêmes. Au Québec, ces sites contaminés sont gérés à l'aide de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* (Ministère de l'Environnement du Québec, 1999). Cette politique veut mettre en place une stratégie d'intervention qui doit permettre, à court terme, de mettre fin aux impacts qu'ils occasionnent et, à plus long terme, de réhabiliter les terrains de façon à leur permettre de réintégrer le cycle du développement durable. Le MDDELCC a donc mis en place pour le Québec un répertoire de terrains contaminés par les activités industrielles, commerciales ou par déversements accidentels, afin de donner au public certains renseignements sur les dossiers des certains terrains contaminés et sur les terrains qui ont été réhabilités. Il est important de mentionner qu'aucun terrain n'est retiré de la liste même après sa réhabilitation.

La nature de la contamination varie d'un site à l'autre en fonction du type d'industrie qui a été exploitée sur le site. Il y a ainsi présence de sol contaminé par des métaux, composés inorganiques, composés organiques volatils (COV), composés phénoliques, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), composés benzéniques non chlorés, chlorobenzènes, BPC, pesticides, autres substances organiques, paramètres intégrateurs, dioxines et furanes, huiles usées, etc.

Pour le bassin versant de la rivière Richelieu, on peut dénombrer à l'heure actuelle la présence de 1 625 sites contaminés. La majorité de ces sites touchent uniquement le sol, mais dans certains cas, les eaux souterraines sont aussi touchées.

C.10.5.1 Sites des eaux souterraines contaminées

Les contaminants dans les eaux souterraines sont très problématiques, car ils peuvent toucher à l'eau potable pompée pour la consommation humaine. Le tableau C.29 montre la présence de 145 sites des eaux souterraines contaminées pour le territoire du bassin versant de la rivière Richelieu, distribués par MRC et par municipalité. Cependant, les informations sur la nature des contaminants, l'état de la réhabilitation et la qualité des sols résiduels après la réhabilitation pour chaque terrain peuvent être consultés au site Internet du MDDELCC, rubrique répertoire des terrains contaminés du Québec :

<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/sol/terrains/terrains-contamines/recherche.asp>.

C.10.5.2 Site des sols contaminés

Le tableau C.30 montre la présence de 1 480 sites des sols contaminés pour le territoire du bassin versant de la rivière Richelieu, distribués par MRC et par municipalité. Cependant, les informations sur la nature des contaminants, l'état de la réhabilitation et la qualité des sols résiduels après la réhabilitation pour chaque terrain peuvent être consultés au site Internet du MDDELCC, rubrique répertoire des terrains contaminés du Québec : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/sol/terrains/terrains-contamines/recherche.asp>.

C.10.6 L'exploitation des gaz de schiste

L'exploitation des gaz de schiste mobilise beaucoup l'attention au Québec. Vers la fin 2007, la région des Basses-Terres du Saint-Laurent a été le lieu d'une importante découverte de gaz naturel dans les schistes argileux de la formation géologique du Shale d'Utica. De 2011 à 2014, une évaluation environnementale stratégique (EES) sur les gaz de schiste a eu lieu. Cette évaluation sur le gaz de schiste visait à comprendre et à documenter les impacts sociaux, environnementaux et économiques du développement du potentiel gazier au Québec (MDDELCC, 2015). Les informations concernant cette EES sont disponibles sur le site www.hydrocarbures.gouv.qc.ca et sur le site <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/evaluations/Gaz-de-schiste/index.htm>. Dans l'EES, une section concerne les enjeux touchant l'eau. Ceux-ci sont à prendre en considération si l'exploitation des gaz de schiste va de l'avant sur le territoire du bassin versant de la rivière Richelieu et de la zone Saint-Laurent.

Tableau C.29 Nombre de sites aux eaux souterraines contaminées par MRC et par municipalité.

MRC	Municipalité	Nombre de sites contaminés
La Vallée-du-Richelieu	Belœil	1
	Chambly	5
	McMasterville	2
	Mont-Saint-Hilaire	3
	Saint-Basile-le-Grand	1
Marguerite-D'Youville	Saint-Amable	3
	Sainte-Julie	3
	Calixa-Lavallée	1
	Varenes*	6
	Verchères*	1
	Renseignements protégés	3
Le Haut-Richelieu	Lacolle	2
	Saint-Jean-sur-Richelieu	16
	Saint-Luc	1
	Renseignements protégés	1
Les Jardins-de-Napierville	Saint-Bernard-de-Lacolle	1
	Saint-Jacques-le-Mineur	1
	Clotilde-de-Châteauguay	1
	Saint-Rémi	4
	Renseignements protégés	1
Ville Longueuil	Boucherville*	10
	Longueuil*	22
	Saint-Bruno-de-Montarville	6
	Brossard*	6
	Saint-Hubert*	6
	Greenfield-Park*	2
	Saint-Lambert*	4
	Renseignements protégés	3
Pierre-De Saurel	Sorel-Tracy	9
	Saint-Joseph-De-Saurel	1
	Saint-Roch-Sorel-Tracy	1
	Renseignements protégés	1
Rouville	Marieville	1
	Saint-Césaire	1
	Sainte-Angèle-de-Monnoir	1
	Renseignements protégés	1
Les Maskoutains	Saint-Hyacinthe	11
	Saint-Liboire	1
	Saint-Valérien-de-Milton	1
TOTAL		145

* indique que la municipalité est située dans la zone Saint-Laurent

Tiré du MDDELCC, Répertoire des terrains contaminés du Québec

Tableau C.30 Nombre de sites aux sols contaminés par MRC et par municipalité.

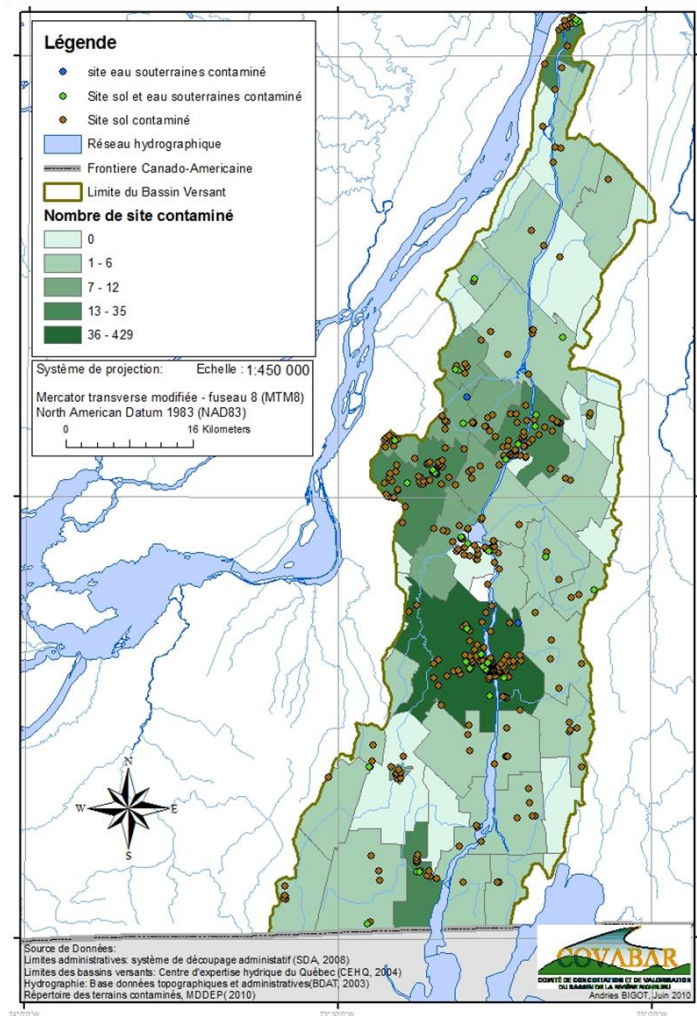
MRC	Municipalité	Nombre de sites contaminés
La Vallée-du-Richelieu	Belœil	22
	Chambly	24
	McMasterville	10
	Carignan	10
	Mont-Saint-Hilaire	19
	Saint-Basile-le-Grand	10
	Saint-Antoine-sur-Richelieu	2
	Saint-Charles-sur-Richelieu	5
	Saint-Denis-sur-Richelieu	1
	Saint-Jean-Baptiste	2
	Saint-Marc-sur-Richelieu	2
	Saint-Mathieu-de-Belœil	7
	Otterburn Park	3
Renseignements protégés	3	
Marguerite-D'Youville	Saint-Amable	10
	Sainte-Julie	18
	Calixa-Lavallée	2
	Contrecoeur*	7
	Varennes*	30
	Verchères*	5
	Renseignements protégés	5
Le Haut-Richelieu	Henryville	6
	Lacolle	15
	Mont-Saint-Grégoire	5
	Noyan	1
	Saint-Alexandre	6
	Saint-Blaise-sur-Richelieu	3
	Saint-Anne-de-Sabrevois	6
	Sainte-Brigide-d'Iberville	3
	Saint-Georges-de-Clarenceville	4
	Saint-Jean-sur-Richelieu	406
	Saint-Luc	3
	Saint-Athanase	9
	Saint-Paul-de-l'île-aux-Noix	5
	Saint-Sébastien	1
	Venise-en-Québec	2
Renseignements protégés	23	
Les Jardins-de-Napierville	Hemmingford	7
	Napierville	8
	Saint-Bernard-de-Lacolle	4
	Cyprien-de-Napierville	4
	Saint-Jacques-le-Mineur	3
	Clotilde-de-Châteauguay	10
	Saint-Édouard	2
	Saint-Michel-de-Napierville	3
	Saint-Patrice-de-Sherrigton	1
	Saint-Rémi	14
Renseignements protégés	3	
Ville Longueuil	Boucherville*	77
	Longueuil*	138
	Lemoyne*	10
	Saint-Bruno-de-Montarville	38
	Brossard*	59
	Saint-Hubert*	82
	Greenfield-Park*	31
	Saint-Lambert*	88
Renseignements protégés	25	
Pierre-De Saurel	Sorel-Tracy	37
	Saint-Victoire-De-Saurel	1
	Saint-Joseph-De-Saurel	5
	Saint-Ours	3
	Saint-Robert	2
Renseignements protégés	5	
Rouville	Marieville	7
	Richelieu	6

MRC	Municipalité	Nombre de sites contaminés
	Rougemont	5
	Saint-Georges	1
	Saint-Césaire	7
	Sainte-Angèle-de-Monnoir	2
	Saint-Mathias-sur-Richelieu	5
	Saint-Paul-d'Abbotford	3
Les Maskoutains	Renseignements protégés	1
	Saint-Hyacinthe	62
	Saint-Bernard-de-Michaudville	1
	Saint-Dominique	3
	Sainte-Hélène-de-Bagot	4
	Saint-Madeleine	2
	Saint-Huges	1
	Saint-Liboire	3
	Saint-Marcel-de-Richelieu	1
	Saint-Pie	2
Saint-Simon	1	
	Renseignements protégés	8
TOTAL		1480

* indique que la municipalité est située dans la zone Saint-Laurent.

Tiré du MDDELCC, Répertoire des terrains contaminés du Québec

Carte C.11 Localisation des sites contaminés du bassin versant de la rivière Richelieu



C.10.7 L'exploitation des ressources minières

Sur le territoire du bassin versant de la rivière Richelieu, les entreprises reliées aux secteurs miniers sont principalement vouées à la transformation des matières premières. Quelques exemples des exploitations présentes sur le territoire sont présentés au tableau C.31 et sur la carte C.12).

Le *Règlement sur les carrières et sablières* découlant de la *Loi sur la qualité de l'environnement* stipule que toute nouvelle carrière ou sablière doit être située à une distance minimale d'un kilomètre de toute prise d'eau servant à l'alimentation d'un réseau d'aqueduc municipal à moins qu'elle ne soit pas susceptible de porter atteinte au rendement du puits qui alimente ce réseau d'aqueduc (Q-2, r. 7, a. 15).

De plus, les eaux rejetées dans l'environnement par l'exploitation d'une carrière ou d'une sablière ne doivent pas contenir une concentration de contaminants supérieure aux normes pour l'huile, la graisse ou goudron d'origine minérale et pour les matières en suspension (Q-2, r. 7, a. 22).



Carrière Poudrette, mont Saint-Hilaire

Tableau C.31 Répertoire des industries minières du bassin versant de la rivière Richelieu

Nom	Ville	Produit	Nombre d'employés
B. Fregeau et fils inc.	Saint-Alexandre	Sable et gravier	1-19
Carriere Bernier Itée	Saint-Jean-sur-Richelieu	Calcaire	20-49
Carriere Richard Poudrette inc.	Saint-Hilaire	Granit	20-49
Construction DJL inc. Carignan	Carignan	Schiste	1-19
Construction DJL inc. Saint-Bruno-de-Montarville	Saint-Bruno-de-Montarville	Granit	20-49
Construction DJL inc. Saint-Philippe	Saint-Philippe	Calcaire	1-19
P. Baillargeon Itée	Saint-Jean-sur-Richelieu	Calcaire	20-49
PJM inc.	Saint-Roch-de-Richelieu	Sable et gravier	1-19
Rio Tinto Fer et titane*	Sorel-Tracy	Fer de fonte, titane	1500-1999
Sables Colette Itée	Saint-Roch-de-Richelieu	Sable et gravier	20-49

* indique que l'usine est située et verse ses eaux usées dans la zone Saint-Laurent.

** Liste non exhaustive. D'autres industries minières peuvent être présentes.

Tiré du répertoire des établissements miniers, 2007.

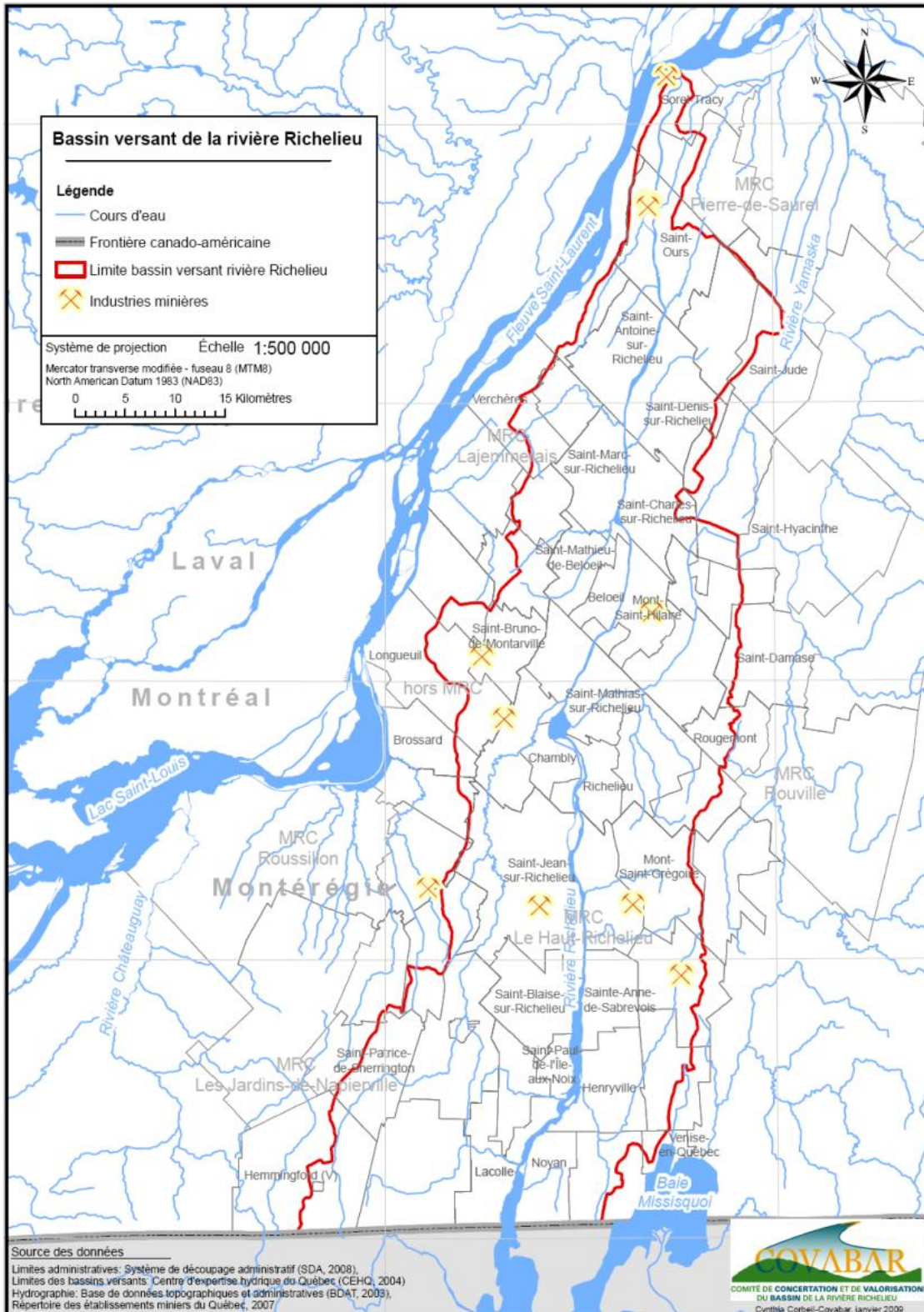
C.10.7.1 Sources potentielles de contamination de l'eau

Les effluents provenant d'un site minier sont constitués d'exhaure : de l'eau s'écoulant à l'exutoire d'une aire d'accumulation de résidus miniers (parc à résidus miniers) ou de l'eau de ruissellement d'une halde de stériles ou d'une combinaison de ces types d'eau. L'eau d'exhaure est pompée vers la surface afin de maintenir la mine à sec et d'en permettre l'exploitation. Elle peut contenir des contaminants émis par les activités de dynamitage, par l'utilisation de véhicules et d'autres équipements ainsi que par des réactions biologiques ou chimiques qui se produisent à la surface de l'assise rocheuse.

Lorsque les installations minières comprennent une usine de traitement de minerai, l'aménagement d'une aire

d'accumulation de résidus miniers est nécessaire afin d'éliminer les résidus du traitement. Ces résidus sont constitués de gangue (la partie du minerai brut qui ne contient pas de minéraux exploitables sur le plan économique) finement broyée et de beaucoup d'eau. Cette eau, ainsi que les précipitations atmosphériques, s'écoulent à la sortie du parc après un séjour plus ou moins prolongé. Les eaux de drainage de cette aire d'accumulations de résidus miniers sont collectées et traitées dans un bassin de décantation situé en aval de celle-ci (MDDEP, 2005).

Carte C.12 Explorations minières situées sur le territoire du bassin versant de la rivière Richelieu



C.10.8 Les barrages

Sur le territoire du bassin versant de la rivière Richelieu, il y a présence de 38 barrages. La majorité de ceux-ci se retrouvent sur ou à proximité des monts du territoire (mont Saint-Bruno, mont Saint-Hilaire et mont Rougemont) (carte C.13). Trois barrages sont situés directement sur la rivière Richelieu (tableau C.32), dont deux représentant un obstacle pour la faune aquatique comme les barrages de Saint-Roch-de-Richelieu et celui de Richelieu. Afin de contrer ceci, la passe migratoire multi-espèces Vianney-Legendre a été mise en fonction en mai 2001 au barrage de St-Roch-de-Richelieu pour permettre le rétablissement de la libre circulation de différentes espèces de poissons en amont et en aval du barrage. Le barrage de Chambly représente le seul obstacle encore présent pour la remontée des poissons jusqu'au lac Champlain. La seule espèce bénéficiant d'une passe sur ce barrage est l'anguille. Hydro-Québec est le propriétaire des vestiges du barrage et s'occupe du fonctionnement de la passe permanente. Depuis 1998, 37 789 anguilles ont traversé la passe. De plus, environ 2 300 000 petites anguilles (civelles) ont été transférées dans le lac Champlain (sur un tronçon de 15 km, entre Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix et la frontière canado-américaine) par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (anciennement le MRNF) entre 2005 et 2008 (inclusivement) (MERN, 2015).



Barrage de Chambly



Passe migratoire au barrage de Saint-Roch-de-Richelieu

Tableau C.32 Barrages présents dans le bassin versant de la rivière Richelieu

MRC	Municipalité	Numéro du barrage	Cours d'eau	Utilisation	Année de construction	Propriétaire	Classe*
Pierre-De Saurel	Saint-Roch-de-Richelieu	X0005768	Rivière Richelieu	Récréatif et villégiature Contrôle des inondations	1968	Parc Canada	D
	Sorel-Tracy	X0005769	Cournoyer	Récréatif et villégiature	---	Personne physique	---
Rouville	Rougemont	X0005795	Ruisseau Blanc	Agriculture	1970	Personne physique	---
	Rougemont	X0005796	Ruisseau Standish	Régularisation	1957	Personne physique	---
	Rougemont	X0005797	Lac des outardes/tributaire de la rivière Richelieu	Agriculture	1980	Verger Gilles Guertin Enr.	---
	Richelieu	X0005811 / Barrage de Chambly	Bassin de Chambly/rivière Richelieu	Vestige (anciennement hydroélectricité)	1964	Hydro-Québec	E
Marguerite-D'Youville	Sainte-Julie	X0005826	Lac des outardes/tributaire de la rivière Richelieu	Récréatif et villégiature	1965	Ville de Sainte-Julie	---
Les Jardins-de-Napierville	Hemmingford	X0005834	Lac Hermas/ rivière L'Acadie	Récréatif et villégiature	1952	Camping Canne de Bois de Hemmingford Inc.	---
	Hemmingford	X0005835	Lac Hermas/ rivière L'Acadie	Récréatif et villégiature	1953	Camping Canne de Bois de Hemmingford Inc.	---
	Saint-Cyprien-de-Napierville	X0007998	Rivière L'Acadie	Autre ou inconnu		MRC des Jardins-de-Napierville	---
	Saint-Cyprien-de-Napierville	X2014150	Ruisseau Paradis	Agriculture	1969	Municipalité de la Paroisse de Saint-Cyprien-de-Napierville	---
	Saint-Cyprien-de-Napierville	X0007449	Ruisseau Simioni	Agriculture	---	Municipalité de la Paroisse de Saint-Cyprien-de-Napierville	---
La Vallée du Richelieu	Saint-Jean-Baptiste	X0005800	Lac/décharge des Soixante	Récréatif et villégiature	1961	Personne physique	---
	Saint-Jean-Baptiste	X0005801	Lac/décharge du lac Hertel	Récréatif et villégiature	1959	Le Domaine de Rouville Inc.	C
	Saint-Jean-Baptiste	X0005802	Lac/décharge du lac Hertel	Récréatif et villégiature	1957	Le domaine de Rouville inc.	D
	Saint-Jean-Baptiste	X0005803	Lac/décharge du lac Hertel	Récréatif et villégiature	1961	Le domaine de Rouville inc.	---
	Saint-Jean-Baptiste	X0005804	Décharge du lac Hertel	Prise d'eau	1948	Personne physique	---
	Saint-Jean-Baptiste	X0005806	Ruisseau Cochon	Récréatif et villégiature	1985	Le domaine de Rouville inc.	---
	Saint-Jean-Baptiste	X0005807	Lac/décharge du lac Hertel	Prise d'eau	1983	Le Domaine de Rouville inc.	D
	Carignan	X0005813	Ruisseau Robert	Faune	1967	Personne physique	---
	Carignan	X0005814	Lac/ruisseau Robert	Faune	1967	Personne physique	---
	Mont-Saint-Hilaire	X0005820	Lac Hertel/décharge du lac Hertel	Régularisation	1960	Université McGill	C
	McMasterville	X0005819	Lac/ruisseau Bernard Ouest	Régularisation	1976	ICI Canada inc.	---
	Mont-Saint-Hilaire	X0005821	Décharge du lac Hertel	Régularisation	1964	Régie intermunicipale de l'eau de la Vallée du Richelieu	---
	Mont-Saint-Hilaire	X0005822	Lac Hertel/décharge du lac Hertel	Régularisation	1952	Université McGill	---
	Mont-Saint-Hilaire	X0005823	Décharge du lac Hertel	Récréatif et villégiature	1964	Personne physique	---
La Vallée du Richelieu	Carignan	X0007461	Rivière Richelieu	Prise d'eau	1968	Société d'exploitation de la centrale de	---

MRC	Municipalité	Numéro du barrage	Cours d'eau	Utilisation	Année de construction	Propriétaire	Classe*
						traitement d'eau Chambly-Marieville- Richelieu	
	Saint-Jean-Baptiste	X2016052	Ruisseau Marcoux	Récréatif et villégiature	---	Le Domaine de Rouville	---
Longueuil	Saint-Bruno-de-Montarville	X0005818/ Barrage du Village	Lac du Village/ruisseau du Moulin	Récréatif et villégiature	1951	Ville de Saint-Bruno-de-Montarville	---
	Saint-Bruno-de-Montarville	X0005817 / Barrage du Lac-du-Ruisseau	Lac du Ruisseau/ruisseau du Moulin	Récréatif et villégiature	1960	Ville de Saint-Bruno-de-Montarville	---
	Saint-Bruno-de-Montarville	X0007439 / Barrage du Lac-Du-moulin	Lac du Moulin /ruisseau du Moulin	Récréatif et villégiature	1960	Ville de Saint-Bruno-de-Montarville	B
	Saint-Bruno-de-Montarville	X0007440 / Barrage Seigneurial	Lac Seigneurial /ruisseau du Moulin	Récréatif et villégiature	1998	Ville de Saint-Bruno-de-Montarville	B
	Saint-Bruno-de-Montarville	X0007441 / Barrage des Bouleaux	Lac des Bouleaux/ruisseau du Moulin	Récréatif et villégiature	---	Ville de Saint-Bruno-de-Montarville	---
Le Haut-Richelieu	Lacolle	X0005808 / Barrage de Lacolle-1	Rivière Lacolle	Régularisation	1975	Personne physique	---
	Lacolle	X0005809 / Barrage de Lacolle-2	Rivière Lacolle	Prise d'eau	1975	Municipalité de Lacolle	---
	Lacolle	X0007868	Tributaire rivière Richelieu	Autre ou inconnu	1975	---	---

* Barrage de classe « A » : classe de barrages présentant la plus grande vulnérabilité et/ou les plus grandes conséquences en cas de rupture. Barrage de classe « E » : classe de barrages présentant la plus faible vulnérabilité et les plus faibles conséquences en cas de rupture. Ainsi, les barrages des classes « B », « C » et « D » sont des barrages de classes intermédiaires. Aucune donnée sur les barrages numéro X0007442 (Saint-Patrice-de-Sherrington) et X20160520 (Saint-Jean-Baptiste).

Source : Centre d'expertise hydrique du Québec

C.11 Le transport

Le territoire est bien desservi en termes d'infrastructures de transport routier. Les routes peuvent représenter une source de contamination, par les sels de voirie notamment. L'hiver, les routes doivent être déneigées et maintenues sécuritaires, mais cela n'est pas sans répercussions sur l'environnement. Lorsque les routes sont glacées, par exemple, on y épand une quantité non négligeable de sels de voirie. Cependant, ces sels ne demeurent pas sur la chaussée. Par conséquent, les ions chlorures contaminent les sols, les eaux souterraines et de surface. Ces sels font partie de la liste des substances toxiques au terme de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement*. Lorsque les routes sont déneigées, la neige « sale » est cumulée à un même endroit. Lors de la fonte des neiges, les sels risquent encore une fois de se retrouver dans les sols et les eaux environnantes. Afin de réduire les risques associés aux sites d'entreposage des neiges usées, l'installation d'un système permettant le rejet des eaux dans le réseau d'égouts pluviaux peut s'avérer une solution. La mise en place de la Stratégie québécoise pour une gestion environnementale des sels de voirie vise à inviter les administrations publiques et privées à gérer de façon plus efficiente leurs sels de voirie. Ainsi, il est possible d'adopter de meilleures pratiques de gestion en matière de sels de voirie tout en assurant la sécurité routière et le maintien de la circulation des personnes (MTQ, 2010).

C.12 Site d'enfouissement

Aucun site d'enfouissement sanitaire n'est actuellement en service sur le territoire du bassin versant de la rivière Richelieu. Tous les déchets produits à l'intérieur du bassin versant sont exportés à l'extérieur du territoire. Cependant, il y a déjà eu présence de quatre sites d'enfouissement sanitaire, mais ceux-ci ne sont plus actifs.

C.13 Annexe

Annexe C.1 Les usines de traitement des eaux.

Municipalités	Type de station*	Date de mise en service*
Carignan	Étang aéré	05/2000
Chambly	Étang aéré	12/1989
Contrecœur	Étang aéré	11/1987
Hemmingford	Étang aéré	12/1994
Henryville	Disques biologiques	06/1988
Lacolle	Étang aéré	12/1991
Longueuil	Physico-chimique	
Marieville	Boues activées	12/1990
Mont-Saint-Grégoire	Disques biologiques	11/1989/
Napierville (Saint-Cyprien)	Étang aéré	
Saint-Alexandre	Étang aéré	12/1991
Saint-Amable	Étang aéré	01/2002
Saint-Basile-le-Grand/Saint-Bruno	Étang aéré	11/1999
Saint-Charles-sur-Richelieu	Étang aéré à rétention réduite	
Saint-Denis-sur-Richelieu	Étang aéré à rétention réduite	
Saint-Denis-sur-Richelieu (Bonduelle)	Étangs aérés avec bassin complètement mélangé	
Saint-Jean-Baptiste	Boues activées	12/1985
Saint-Jean-sur-Richelieu	Physico-chimique Étang aéré (L'Acadie)	10/1997 09/2000
Saint-Jude	Étang aéré	04/2005
Saint-Mathias-sur-Richelieu	Disques biologiques	03/1999
Saint-Mathieu-de-Belœil	Étang aéré	04/2001
Saint-Ours	Étang aéré	09/1994
Saint-Patrice-de-Sherrington	Étang aéré	02/1994
Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix	Étang aéré à rétention réduite	12/2005
Saint-Angèle-de-Monnoir	Étang aéré	10/1983
Sainte-Julie	Étang aéré	12/1984
Sainte-Madeleine/Sainte-Marie-Madeleine	Étang aéré	01/1999
Sorel-Tracy	Étang aéré	06/1990
Vallée du Richelieu (Belœil)	Physico-chimique	
Varenes	Étang aéré	01/1987
Verchères	Étang aéré	06/1990

* Données du MDDELCC et MAMOT.

D. Les risques naturels

D.1 Les risques naturels : Inondations

Au niveau mondial, les inondations sont l'une des catastrophes naturelles les plus fréquentes dans les dernières décennies, causant le plus de dommages économiques, sociaux et environnementaux (Leaning et Guha-Sapir, 2013; CRED, 2014). Le bassin versant de la rivière Richelieu ne fait pas l'exception, car le risque d'inondation est bien présent. De plus, à cause des activités humaines, les terrains longeant les berges des rivières peuvent être menacés par l'érosion et les glissements de terrain.

D.1.1 Bassin versant de la rivière Richelieu

D.1.1.1 Historique des inondations

Une inondation, c'est le débordement d'une rivière, d'un lac ou d'une autre plaine d'eau qui provoque ou menace de provoquer des pertes de vie et de biens et des dommages à l'environnement (Environnement Canada, 2014; ministère des Richesses Naturelles Ontario, s.d.). De nombreux facteurs régulent la fréquence et l'intensité des inondations dans la région, tels que :

- les pluies abondantes;
- la fonte de la neige rapide, causée par la température élevée;
- les tempêtes accompagnées de forts vents;
- les embâcles, surtout pendant les redoux en hiver et le dégel du printemps;
- les changements climatiques.

Le bassin versant du lac Champlain, situé à l'extrémité nord des états du Vermont et de New York, est entouré par un prolongement des chaînes Appalaches de plus de 1000 m d'altitude : les montagnes Adirondack à l'ouest et les montagnes Vertes à l'est. Ces montagnes jouent un rôle essentiel dans la dynamique hydrographique du bassin du lac Champlain, lequel se déverse et régule à son tour la quantité d'eau qui rentre dans le bassin versant de la rivière Richelieu. Cependant, des inondations indépendantes des flux du lac Champlain peuvent survenir plus en aval du Richelieu et de ses affluents à cause des pluies et embâcles locaux au printemps.



Inondations 2011 à Saint-Jean-Sur-Richelieu

Plusieurs épisodes de crues ont été enregistrés au 20^e siècle, mesurés à Burlington (Vermont) et au barrage Fryers au Québec (Commission Mixte Internationale Canada et États-Unis, 2013). En effet, un ouragan est survenu en fin de saison à cause des inondations destructrices dans le bassin du lac Champlain et ses affluents en 1927 (Programme de mise en valeur du lac Champlain, 2013). Une fonte de neige provenant des montagnes qui entourent le bassin du lac Champlain a provoqué des inondations printanières successives dans les années 30 (Programme de mise en valeur du lac Champlain, 2013). Encore des ouragans survenus à l'automne des années 1936 et 1938 ont causé une importante inondation dans toutes les régions du bassin du lac Champlain et de la rivière Richelieu (Programme de mise en valeur du lac Champlain, 2013). Dans les années 70, des événements considérables de fonte de neige suivie de tempêtes de pluie au printemps ont provoqué des crues tout au long la rivière Richelieu et ont fait augmenter à jamais le niveau du lac Champlain de 0,45 m (1,5 pied) (Programme de mise en valeur du lac Champlain, 2013). Également, en 1993 et 1998, des tempêtes printanières ont causé des inondations dans tout le bassin versant, mais celle de 1993 a fait augmenter le niveau du lac à un nouveau sommet de 31 m (101,9 pieds) (Programme de mise en valeur du lac Champlain, 2013). L'hiver 2011, les montagnes qui entourent le bassin du lac Champlain ont reçu des précipitations de neige très importantes. Au printemps, une fonte de neige rapide suivie d'un printemps pluvieux a donné naissance aux pires inondations

que la région ait connues (voir section D.1.1.2). Cette même année, la tempête tropicale Irene a causé des inondations dévastatrices, mais principalement dans le bassin versant du lac Champlain.

À la suite de chaque grande inondation, la Commission mixte internationale (CMI) a collaboré avec les administrations compétentes des États-Unis et du Canada à diverses études et au développement de recommandations pour atténuer les impacts des futures crues (Commission mixte internationale Canada et États-Unis, 2013). Par exemple, en 1939, le barrage de Fryers fut construit à l'île du même nom au Québec afin d'éviter de nouvelles inondations via la régularisation du débit du lac Champlain et de la rivière Richelieu. Cependant, il n'a jamais été utilisé, car on risquait de trop abaisser le niveau des eaux du lac Champlain (Commission mixte internationale Canada et États-Unis, 2013). Présentement, la CMI évalue de nouvelles mesures d'atténuation pour le bassin versant du lac Champlain et de la rivière Richelieu, à la suite des inondations du printemps 2011.

D.1.1.2 Portrait des inondations 2011

Une suite d'événements météorologiques extrêmes a provoqué les pires inondations que le Québec ait connues. Ce phénomène a commencé à l'hiver 2011 sur les sommets qui entourent le bassin du lac Champlain : les Adirondacks et les montagnes Vertes. Une accumulation record de neige est tombée sur ces montagnes ainsi que dans le sud du Québec. Au printemps, une fonte de neige tardive et rapide et les fortes précipitations qui ont suivi ont fait déborder les eaux du lac Champlain vers son seul déversoir, la rivière Richelieu. En effet, le niveau annuel moyen des eaux du lac s'est élevé à 31,4 m (103,2 pi) au-dessus du niveau moyen de la mer, soit une augmentation de 0,4 m (1,3 pi) par rapport au record établi en mai 1993 (figure D.1) (MSP, 2013; Commission mixte internationale Canada et États-Unis, 2013).

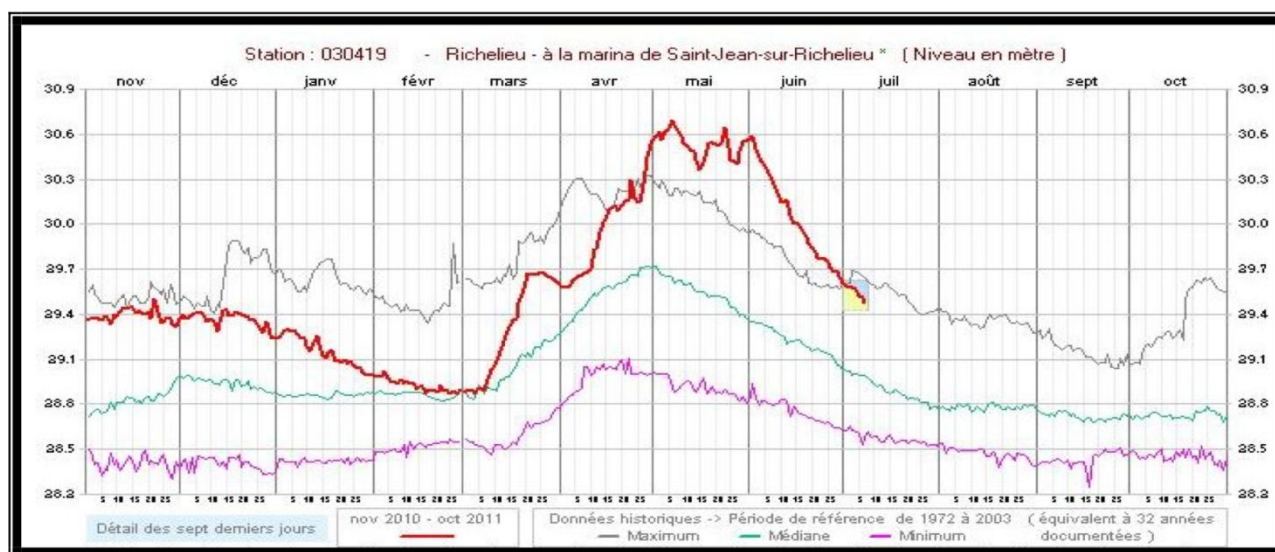


Figure D.1 Le niveau des eaux de la rivière Richelieu (ligne rouge) entre les mois de novembre 2010 et juillet 2011.

Tiré de MSP, 2013

Pour empirer la situation, de la mi-avril à la mi-mai, la vallée du Richelieu a reçu 230 mm de pluie (2,5 fois plus que la quantité normale), saturant ainsi le sol et provoquant le débordement des eaux pendant 67 jours consécutifs, soit du 13 avril au 19 juin 2011 (Commission mixte internationale Canada et États-Unis, 2013). En même temps, le phénomène a été amplifié par les forts vents du sud qui ont soufflé constamment sur le lac Champlain, poussant ses eaux vers la vallée du Richelieu et la baie Missisquoi, ce qui a fait lever des vagues d'un mètre de haut et accroître le niveau des eaux (Environnement Canada, 2013; MSP, 2013). Ces conditions météorologiques ont favorisé des débits allant jusqu'à 1 300 m³/s (45 900 pi²/s) se déchaînant près de Saint-Jean-sur-Richelieu (Programme de mise en valeur du lac Champlain, 2013), provoquant ainsi des dommages colossaux sur les rives des zones urbaines et agricoles. Les deux débits les plus élevés furent de 1 554 m³/s et

1 560 m³/s et furent observés le 6 et le 23 mai respectivement (MSP, 2013). Or, le débit moyen de la rivière est de 442 m³/s (Programme de mise en valeur du lac Champlain, 2013).

Afin de mieux apprécier l'ampleur des crues 2011, la figure D.2 illustre l'étendue normale des eaux (photo de gauche) et l'amplitude maximale atteinte par la crue printanière 2011 (photo de droite) dans la partie sud du Haut-Richelieu. Le débordement des eaux du Richelieu a submergé des milliers d'hectares de terres agricoles et grandement endommagé des routes, des ponts et des rivages. Le personnel des Forces armées canadiennes (environ 800 membres) et des patrouilles de la Sûreté du Québec ont été mobilisés pour aider les résidents et les responsables locaux des mesures d'urgence qui étaient épuisés (MSP, 2013).



Figure D.2 Vue du secteur du haut Richelieu, hauteur de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix. La photo de gauche montre le niveau de la rivière avant les inondations du printemps 2011 et celle de droite, après les inondations.

Source : Agence Spatiale Canadienne, 2013

Dans l'ensemble du bassin versant du lac Champlain et de la rivière Richelieu, près de 4 000 maisons ont été endommagées. Il y a eu environ 90 millions de dollars de dégâts et plus de 30 municipalités ont été directement touchées (Commission mixte internationale Canada et États-Unis, 2013). Du côté canadien, ces inondations ont affecté environ 3 000 résidences, principalement dans les municipalités de Venise-en-Québec, Noyan, Saint-Jean-sur-Richelieu, Henryville, Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix, Sainte-Anne-de-Sabrevois, Saint-George-de-Clarenceville, Lacolle, Saint-Blaise-sur-Richelieu et Saint-Armand (Agence spatiale canadienne, 2013; MSP, 2013). Une estimation des répercussions en date de janvier 2013 est décrite dans le tableau D.1.

Tableau D.1 Estimation des dommages causés par la crue du printemps 2011 dans le bassin versant du lac Champlain et de la rivière Richelieu.

	Vermont	New York	Québec
Nombre de personnes évacuées	75	124	1 651
Nombre de maisons endommagées	500	929	2 375
Nombre de municipalités touchées	8	5	27
Nombre de réclamations individuelles	800	900	3 000
Estimation des dégâts signalés	8 600 000 \$	9 900 000 \$	72 000 000 \$

Données en date de janvier 2014

Source : Agence spatiale canadienne, 2013

Dans la partie québécoise, plusieurs résidences ont donc été endommagées dans la zone de grand courant (crues de récurrence de 0-20 ans), les rendant inhabitables et nécessitant leur reconstruction. Cependant, la *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables* (PPRLPI) interdit la reconstruction d'une

habitation considérée détruite dans la zone de récurrence 0-20 ans. De plus, la réglementation d'aménagement et d'urbanisme du territoire touché par les inondations ne permettait pas non plus la réfection ou la reconstruction d'habitations détruites, devenues dangereuses ou ayant perdu plus de 50 % de leur valeur à la suite d'une inondation (MAMOT, 2014).

Étant donné l'ampleur du territoire touché et afin de répondre aux préoccupations des élus municipaux, un décret a été adopté par le gouvernement du Québec afin de favoriser la réintégration des ménages à leur domicile tout en assurant la sécurité publique et la protection de l'environnement. Ainsi, une zone d'intervention spéciale (ZIS) a été déterminée afin de permettre, entre autres, la reconstruction de certaines résidences, et ce, à certaines conditions. Le décret numéro 964-2011 (Gazette officielle du Québec, 2011) a donc été adopté afin de permettre la reconstruction des habitations dans les parties du territoire des MRC de La Vallée-du-Richelieu, du Haut-Richelieu, de Brome-Missisquoi et de Rouville situées dans la zone inondable 0-20 ans de la rivière Richelieu et de la baie Missisquoi. La zone d'intervention spéciale avait pour objectifs (MAMOT, 2014) :

- d'offrir aux personnes sinistrées la possibilité de faire la réfection ou la reconstruction de leur habitation domiciliaire, à certaines conditions, et ce, le plus rapidement possible;
- de favoriser la réintégration des ménages à leur milieu domiciliaire d'appartenance;
- d'éviter de porter préjudice, notamment financier et psychologique, à des personnes déjà lourdement affectées par la perte de leurs biens;
- de faire en sorte que l'ensemble des municipalités et des personnes sinistrées visées soient soumises à des normes uniformes, édictées par le décret.

La reconstruction des maisons a dû être réalisée en respectant, entre autres, les règles d'immunisation décrites dans le décret, lequel vise l'augmentation de la résistance des infrastructures lors des futures crues saisonnières (figure D.3).

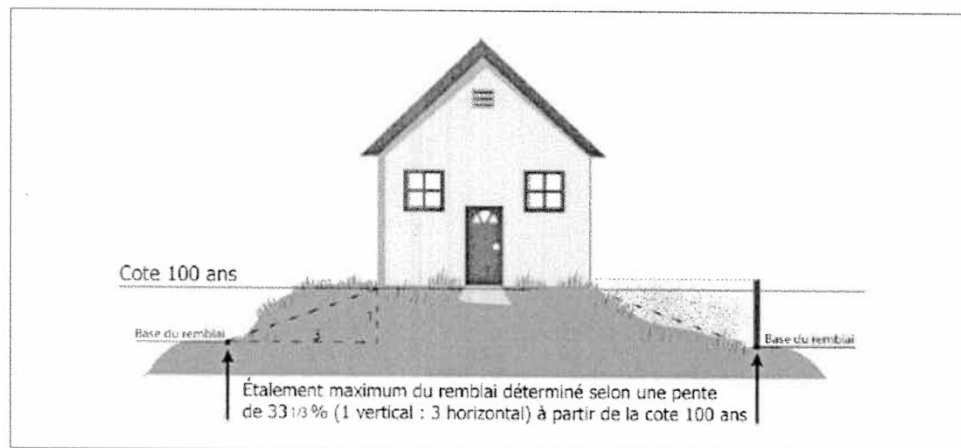


Figure D.3 Exemple d'immunisation d'une maison située dans la zone d'intervention spéciale 0–20 ans

Source : Gazette officielle du Québec, 2011

D.1.1.3 Les impacts de l'inondation 2011

Impacts sur la santé publique

L'un des principaux impacts lors des inondations est la perte de la qualité de l'eau potable. En effet, la qualité de l'eau peut se détériorer à cause d'une haute concentration de polluants, notamment de pesticides, de produits pharmaceutiques, de métaux lourds et d'agents pathogènes (bactéries, virus, champignons) qui sont transportés par le lavage des fosses septiques, des réservoirs à essence et des réseaux d'égout, ainsi que par le ruissellement des champs agricoles, des usines d'élevage d'animaux, des sédiments, de la végétation et autres matières organiques pourrissantes. L'eau pour la consommation humaine devient donc insalubre et son ingestion ou son contact comporte des risques de maladies hydriques (ex. : choléra, dysenterie, typhoïdes, hépatites A-E, fièvres, etc.) et de développement d'épidémies dans la région.



Source: forum Politique Québec
Saint-Jean-sur-Richelieu sous l'eau

Dans ce contexte, certaines villes et municipalités (ex. : Saint-Jean-sur-Richelieu, MRC du Haut-Richelieu), de même que la Santé publique du Québec, recommandent de faire bouillir l'eau pendant au moins une minute dès que le goût, la couleur ou l'odeur de l'eau n'est plus le même (Sécurité publique du Québec, 2008). Par contre, pendant la période de crise, il est fortement recommandé de consommer de l'eau en bouteille. Les propriétaires des puits artésiens sont responsables de faire analyser et décontaminer l'eau de leurs puits. La Sécurité publique du Québec conseille d'enlever tout corps étranger ou dépôt organique à l'aide d'un grattoir, ainsi qu'en utilisant de l'eau de Javel. Après le retrait de la crue, il faut attendre au moins 10 jours et procéder à une désinfection du puits en suivant la procédure établie par la Sécurité publique du Québec.

D'un autre côté, les problèmes de potabilité ne sont pas les seuls, la qualité de l'air intérieur, elle aussi, n'est pas épargnée. En effet, l'humidité ambiante dans une habitation, faisant suite aux inondations, est propice à l'apparition et au développement de moisissures et autres champignons (Langlois, 2010). Même une maison qui a été au préalable nettoyée et désinfectée n'est pas à l'abri. Il est donc très important de corriger le tir au plus vite dès que :

- Des odeurs de moisi, de terre ou d'alcool font leur apparition;
- Des taches noirâtres ou colorées apparaissent à la surface des matériaux.

Une solution est d'aérer et de chauffer les pièces de la maison ou du bâtiment dès le retrait des eaux, et ce, dans la mesure du possible, dans le but d'évacuer un maximum d'humidité et ainsi d'éviter une suite de désagréments. Les moisissures peuvent engendrer ou aggraver les problèmes de santé suivants :

- Toux, congestion et écoulement nasal, éternuement, respiration bruyante;
- Asthme et allergies respiratoires;
- Irritation des yeux, de la gorge et du nez;
- Problèmes de peau;
- Fièvre, maux de tête, nausées, vomissements et diarrhée.

D'autre part, il ne faut pas négliger lors des inondations les effets sur la santé qui peuvent découler d'une mauvaise utilisation des pompes avec moteur à combustion. Ainsi, les personnes pourraient s'intoxiquer au monoxyde de carbone, ce qui peut causer des effets variés allant du mal de tête jusqu'au coma et à la mort. Il faut se rappeler que les gaz asphyxiants sont inodores, incolores et indolores. Il faut donc placer ces appareils à l'extérieur et s'assurer que le vent ne pousse pas les gaz d'échappement vers l'intérieur de la demeure. De plus, avant de réintégrer votre domicile, il faut s'assurer que l'électricité peut être rétablie sans danger. Consultez le *plan d'intervention de votre ville* afin de réagir adéquatement lors des inondations.

Enfin, à la suite des inondations de 2011, plusieurs questions relatives à la santé publique demeurent encore à l'étude, à savoir : quelles substances chimiques et quels autres polluants toxiques ont été transportés dans le lit du bassin versant de la rivière Richelieu ? Où se sont-ils déposés ? Quels sont leurs impacts sur la santé humaine ? Sur l'environnement ?

Impacts sur l'économie de la région

La Commission mixte internationale a révélé dans son rapport 2013 que les inondations du printemps 2011 dans le bassin versant de la rivière Richelieu ont coûté 72 millions de dollars, soit sept et huit fois plus que dans les états de New York et du Vermont, respectivement. En 67 jours de crue dans la vallée de la Richelieu, les dommages causés par les forts débits d'eau ont atteint environ 2 500 résidences principales, affecté au moins 4 000 personnes et forcé l'évacuation d'au moins 1 600 autres qui ont dû être replacées dans des refuges d'urgence et des hôtels (Commission mixte internationale Canada et États-Unis, 2013; MSP, 2013). Un total de 40 municipalités ont été touchées dans la Montérégie, dont 11 ont déclaré l'état d'urgence (MSP, 2013). Aussi, cette catastrophe naturelle a demandé la mobilisation d'urgence de 14 ministères et organismes, notamment, la Croix-Rouge, le groupe communautaire SOS Richelieu, la protection civile du Québec, les forces armées canadiennes et des centaines de bénévoles (MSP, 2013).



Domages aux terres agricoles

Par ailleurs, un autre secteur fortement touché par la crue 2011 fut la production agricole. On estime que lorsque le niveau des eaux a atteint son niveau le plus haut, soit en mai et juin, environ 170 entreprises agricoles et 2 500 hectares bordant la rivière Richelieu ont été endommagés (Programme de mise en valeur du lac Champlain, 2013). Également, la production laitière n'a pas été épargnée, car la perte des cultures de maïs, foin et fourrage a diminué la qualité d'alimentation des bêtes et donc la production de lait (Programme de mise en valeur du lac Champlain, 2013).

De façon générale, les inondations 2011 au Québec ont coûté jusqu'à maintenant 72 millions de dollars (Commission mixte internationale Canada et États-Unis, 2013). D'autres coûts pourraient s'ajouter dans le futur, mais les impacts sur l'économie de la région proviennent notamment des coûts associés à :

- L'endommagement des infrastructures urbaines telles que des routes, ponts, structures de béton, parcs municipaux et propriétés résidentielles;
- L'endommagement des biens personnels (autos, bateaux, quais, aménagements résidentiels, etc.);
- La santé de la population touchée;
- La contamination des eaux douces et potables;
- L'endommagement de la tuyauterie de distribution d'eau potable et des égouts;
- Les journées de travail et d'école manquées;
- Les séjours en hôtels des sinistrés et les coûts d'alimentation;
- Les dommages environnementaux par la dégradation d'habitats fauniques et floristiques.

Impacts sur l'environnement

Lors de la crue printanière de 2011, les eaux de la rivière Richelieu ont balayé les écosystèmes riverains, infrastructures municipales, propriétés résidentielles et terres agricoles qui se trouvent dans la plaine inondable de 20 et 100 ans. Le courant a entraîné avec elle des centaines de gallons de produits chimiques résidentiels, des matières organiques en décomposition provenant des fosses septiques et réseaux d'égouts, des débris organiques (arbres, corps d'animaux, etc.), des huiles et combustibles fossiles provenant de stations de services, des pesticides provenant des terres agricoles, des produits pharmacologiques et des métaux lourds qui reposaient déjà dans le lit de la rivière et du lac Champlain (Programme de mise en valeur du lac Champlain, 2013). Les conséquences d'un tel phénomène d'érosion et de surcharge d'éléments organiques et inorganiques (à court et à long terme) ne sont pas entièrement connues pour le bassin de la rivière Richelieu, principalement

à cause du manque d'études sur le sujet. Certaines questions restent donc en suspens : quels sont les impacts des inondations sur la structure des bandes riveraines et sur la flore et la faune qui habitent ces écosystèmes ? Les inondations de 2011 ont-elles favorisé la propagation des espèces exotiques envahissantes ? Quels sont les effets des pesticides et autres polluants sur la qualité de l'eau ?

Cependant, on peut séparer quelques possibles impacts des inondations 2011 sur différents composants de l'environnement du bassin versant de la rivière Richelieu, à noter :

- **Érosion accélérée des rives**

Un débit d'eau maximal allant jusqu'à 1 560 m³/s (MSP, 2013) a emporté plusieurs arbres et arbustes matures et en a déraciné d'autres tout au long des rives de la rivière Richelieu. Également, dans plusieurs endroits, notamment ceux aménagés et artificialisés, la bande riveraine a été sévèrement érodée à cause de l'arrachement et du décrochement de terre de la berge. Ce phénomène a touché particulièrement les rives situées à la hauteur de Saint-Jean-sur-Richelieu et des rapides de Chambly (ex. : parc Marcel-Fortin et refuge faunique Pierre-Étienne-Fortin dans les villes de Chambly et Richelieu). L'érosion des rives conduit à l'envasement du lit de la rivière et à l'augmentation de la turbidité, ce qui détruit les habitats benthiques via le dépôt de sédiment sur les roches qui composent le substrat. Elle peut aussi réduire la capacité de plantes à faire la photosynthèse et obstruer les voies respiratoires de poissons et les appareils digestifs des animaux planctoniques. À long terme, cette érosion peut avoir affaibli la capacité du bassin à atténuer de nouveaux épisodes d'inondation.



Dégâts causés dans les rapides de Chambly

- **Perte de la qualité de l'eau pour la vie aquatique**

Lors de l'inondation de 2011 (du 13 avril au 19 juin) la plupart de terres agricoles étaient non couvertes et avaient été fertilisées pour préparer l'ensemencement (Programme de mise en valeur du lac Champlain, 2013). L'érosion causée par la crue a provoqué un apport massif d'éléments nutritifs (N, P, K) provenant de l'engrais utilisé dans les terres agricoles, ce qui a probablement, à court terme, favorisé la prolifération de cyanobactéries (algues bleu-vert), de bactéries pathogènes (*E. coli*, *Salmonella*, etc.) et de plantes aquatiques dans le bassin de la rivière Richelieu. Une étude menée par l'agence des ressources naturelles du Vermont dans certains affluents du lac Champlain a démontré que la charge de phosphore était de 35 à 62 % plus élevée que la concentration normale à cette époque de l'année (figure D.4). Alors, il est fortement probable que le même phénomène s'est produit aussi dans la rivière Richelieu et ses affluents.

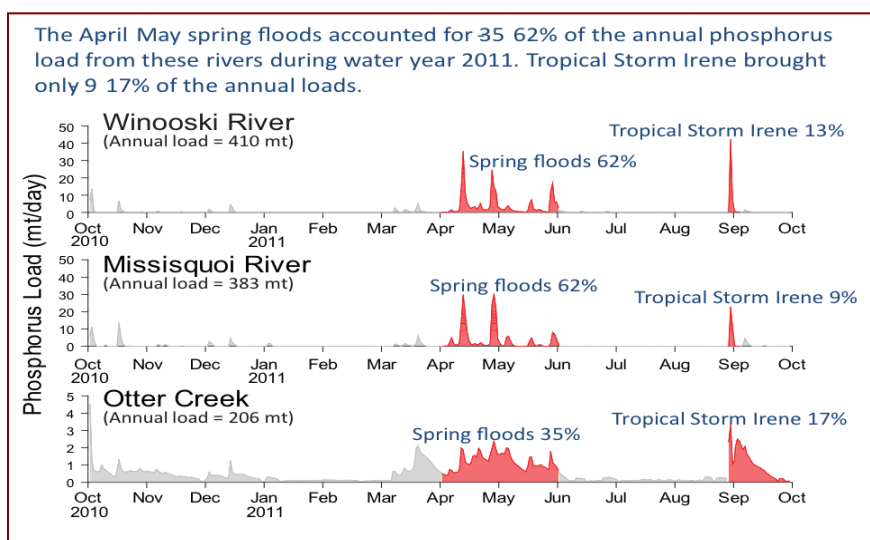


Figure D.4 Charge de phosphore en 2011 dans quelques affluents principaux du lac Champlain, état du Vermont.

Tiré de Source : Programme de mise en valeur du lac Champlain, 2013

D'un autre côté, les pesticides (herbicides, insecticides et fongicides) utilisés en milieu agricole et transportés par le courant pourraient avoir des effets négatifs sur la santé animale et humaine à long terme. Par exemple, plus de 30 herbicides sont utilisés au Québec pour la culture du maïs (Giroux, 2010). Certains pesticides utilisés dans la vallée du Richelieu (ex. : atrazine, DDT, métolachlore, glyphosate, dicamba) sont connus pour être des perturbateurs endocriniens, ayant des effets dérégulateurs sur le cycle reproductif et la maturation des amphibiens et poissons aquatiques (Giroux, 2000; Giroux, 2010; De Lafontaine *et coll.*, 2002). Il est aussi connu que certaines espèces de poissons, dont certaines en voie d'extinction comme le chevalier cuivré ou d'importance économique, sont extrêmement sensibles aux polluants dissous dans l'eau (De Lafontaine *et coll.*, 2002; Équipe de rétablissement du chevalier cuivré du Québec, 2012). Également, les effets sur la chaîne alimentaire des habitats aquatiques causés par la bioaccumulation des dioxines, furannes et métaux lourds (plomb, mercure, cadmium) ingérés par la faune benthique (ex. : mollusques) sont inconnus en date de mars 2014.

- **Accélération de l'eutrophisation dans certains endroits**

Les éléments nutritifs et la décomposition de la matière organique emportée par la crue et déposée dans les écosystèmes aquatiques du bassin versant de la rivière Richelieu pourraient diminuer la quantité d'oxygène dissous par la croissance excessive d'algues et de plantes aquatiques. Ce phénomène pourrait favoriser le vieillissement prématuré (eutrophisation) des zones d'eaux stagnantes, notamment pendant la période d'étiage ou dans les milieux humides situés dans la plaine inondable et sur les rivières L'Acadie et des Hurons. L'eutrophisation entraîne des changements sur l'équilibre de toute la chaîne alimentaire, car l'enrichissement des habitats aquatiques favorise seulement les espèces tolérantes à ce changement.

- **Modification à la morphologie des rives et au courant de la rivière**

La crue du printemps 2011 a causé certainement des dommages aux bandes riveraines de la rivière Richelieu et de ses affluents. Par exemple, une caractérisation menée par le COVABAR en 2013 a démontré que les inondations 2011 ont modifié la structure physique (taille et forme) de certains endroits des îles qui forment le refuge faunique Pierre-Étienne Fortin. Ces modifications ont entraîné une augmentation de la force du courant principalement dans la partie est du refuge. D'autres signes de ce phénomène naturel ont été observés dans deux bandes riveraines dénaturées et fortement érodées par l'intensité du courant, ainsi que par l'accumulation d'une importante quantité de sédiments, d'arbres morts et autres débris dans la partie sud-est du refuge faunique. Ce phénomène naturel peut avoir des effets (à court terme et à long terme) sur la diversité d'espèces qui y habitent, dont certaines possèdent un statut de protection particulière par la loi, notamment le chevalier cuivré. D'autres travaux d'évaluation sont nécessaires afin de repérer les endroits les plus touchés par la crue du printemps 2011 et ses effets sur la biodiversité locale.

- **Diminution de la biodiversité locale**

La force des eaux de la rivière Richelieu lors de l'inondation 2011 a changé la structure du lit et le débit du courant dans certains endroits (Programme de mise en valeur du lac Champlain, 2013). Dans ces endroits, l'érosion a entraîné une diminution de la couverture végétale de la bande riveraine, où plusieurs espèces terrestres telles que des reptiles, mammifères, oiseaux et invertébrés trouvent leur habitat. Donc, à court terme, on peut s'attendre à une réduction de la diversité animale qui habite dans les bandes riveraines. Également, l'élargissement de la zone littorale de la rivière, la modification du fond rocheux, les températures froides et l'augmentation de la turbidité ont probablement retardé la période reproductive des poissons, ce qui en revanche aurait pu diminuer le succès reproductif des espèces sensibles à ces changements. Ces modifications de l'habitat ont probablement affecté d'autres espèces aquatiques, comme les amphibiens et invertébrés benthiques. De plus, la perte de la couverture végétale des rives causées par la crue de 2011 a probablement ouvert de nouvelles niches à coloniser par d'autres espèces, notamment des espèces exotiques envahissantes comme le phragmite, la renouée japonaise et le butome à ombelle. Ces espèces peuvent déplacer les espèces de plantes indigènes et donc réduire la diversité locale via la compétition pour les mêmes ressources (c.-à-d. nutriments essentiels, soleil, espace).

- **Propagation des espèces envahissantes**

Des espèces exotiques envahissantes hautement fertiles telles que la tanche (*Tinca tinca*) ont probablement profité de l'occasion des crues pour coloniser de nouveaux habitats dans la rivière Richelieu. Apparemment, l'abondance de tanche semble avoir augmenté dans le fleuve Saint-Laurent suite aux inondations de 2011 (Programme de mise en valeur du lac Champlain, 2013). Cependant, aucune étude ne peut confirmer à ce jour cette hypothèse. D'autres espèces aquatiques potentiellement envahissantes à surveiller sont : certaines

carpes, le gobie à taches noires et la tête de serpent, soit trois espèces jusqu'à maintenant présentes uniquement dans le lac Champlain.

D.1.2 Zone Saint-Laurent

D.1.2.1 Historique des inondations dans la zone Saint-Laurent

L'inondation des Basses-Terres du fleuve Saint-Laurent et les dommages aux propriétés riveraines ont toujours constitué un danger en hiver (Environnement Canada, 2014). Des embâcles se forment sur des sections du fleuve à différents moments de l'année (Environnement Canada, 2014). Comme ailleurs, il se produit des embâcles pendant la période de gel entre la fin novembre et la fin décembre, et ils sont causés par la poussée et l'effondrement de la nappe de glace non consolidée. Il y a également des embâcles majeurs au moment des crues nivales, lorsque la montée de l'eau rompt la nappe de glace jusqu'alors stable. La crue d'embâcle la plus grave à se produire sur le Saint-Laurent eut lieu en 1886, lorsque l'eau du fleuve recouvrit la rue Notre-Dame à Montréal et causa pour plusieurs millions de dollars de dégâts (Environnement Canada, 2014). En 1965, plusieurs collectivités en aval de Montréal connurent d'importants dommages pendant la débâcle et 20 personnes perdirent la vie (Environnement Canada, 2014).

D.1.3 Zones à risque d'inondation

Les secteurs sujets à des inondations ou aux embâcles de glace représentent des zones de contraintes pour l'occupation humaine. Plusieurs risques peuvent leur être associés. Il est possible de connaître ces zones dans les schémas d'aménagement des MRC. Plusieurs secteurs des municipalités et villes du bassin versant de la rivière Richelieu et de la zone Saint-Laurent se sont développés dans des zones à risque d'inondation ou de récurrence de 0–20 ans et de 20–100 ans. On peut observer dans la carte D.1 les zones inondables du territoire correspondant à ces deux catégories. Également, le tableau D.2 montre les municipalités et les rivières ayant le plus de risque d'inondation.

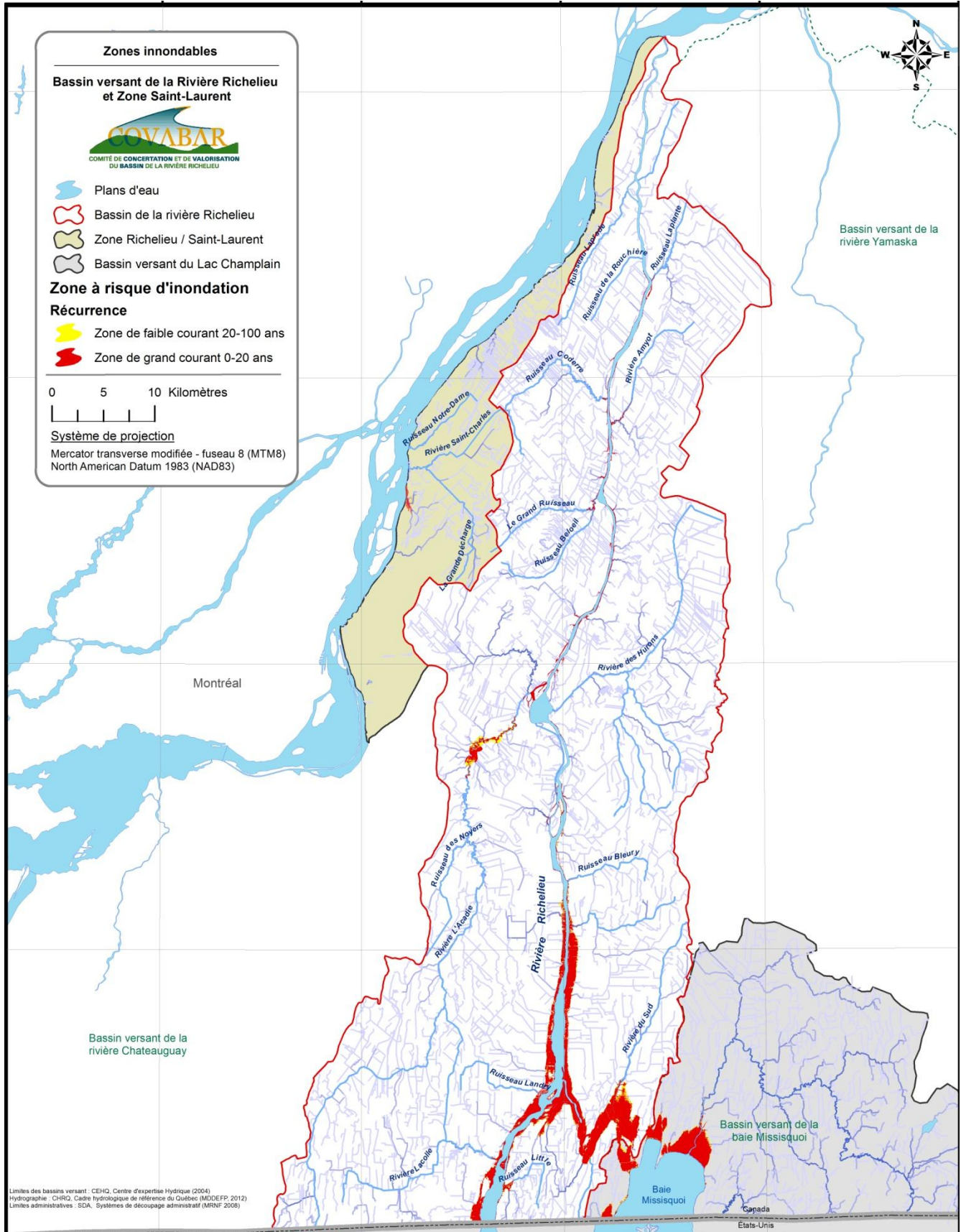
Tableau D.2 Liste des rivières et des municipalités à risque d'inondation dans le bassin versant de la rivière Richelieu

MRC	Rivières	Municipalités*
Vallée-du-Richelieu	L'Acadie	Carignan, Chambly
	Richelieu	Chambly, Carignan, Saint-Basile-le-Grand, Otterburn Park , McMasterville, Mont-Saint-Hilaire, Belœil, Saint-Charles-sur-Richelieu, Saint-Marc-sur-Richelieu, Saint-Denis, Saint-Antoine-sur-Richelieu
Pierre-De Saurel	Richelieu	Saint-Ours, Saint-Roch-de-Richelieu, Saint-Joseph-de-Sorel-Tracy
	Fleuve Saint-Laurent	Sorel-Tracy, Saint-Joseph-de-Sorel
Haut-Richelieu	L'Acadie	L'Acadie, Saint-Luc
	Richelieu	Noyan, Lacolle, Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix, Henryville, Sainte-Anne-de-Sabrevois, Saint-Blaise-sur-Richelieu, Saint-Jean-sur-Richelieu
Jardins-de-Napierville	de la Tortue	Saint-Édouard
Rouville	des Hurons	Saint-Jean-Baptiste, Saint-Mathias-sur-Richelieu
	Richelieu	Richelieu, Saint-Mathias-sur-Richelieu
Longueuil	Rivière aux Pins	Boucherville
Marguerite D'Youville	Fleuve Saint-Laurent	Varenes, Verchères, Contrecoeur

*Les municipalités les plus fréquemment et sérieusement affectées par le phénomène d'inondation ont été inscrites en caractères gras.

Source : ministère de la Sécurité publique, 1995; Vigilance du MSP 2015.

Carte D.1 Zone inondable de la rivière Richelieu et de la zone Saint-Laurent



D.1.4 Mesures de prévention lors des inondations

À la suite de la crue printanière de 2011, plusieurs municipalités du bassin versant de la rivière Richelieu, en collaboration avec la Sécurité publique du Québec, ont adopté un plan d'intervention afin d'informer leurs citoyens sur les étapes à suivre avant, pendant et après une inondation (Ville de Saint-Jean-sur-Richelieu, 2014; Ville de Carignan, 2014; Ville de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix, 2011; MRC du Haut-Richelieu, 2011). La plupart du temps, cette information est sous forme de dépliants et est disponible en ligne sur le site Internet de la ville. Bien que les municipalités et les différents ministères québécois s'efforcent d'atténuer les dommages liés aux inondations, les citoyens jouent également un rôle déterminant à l'heure d'un sinistre. En effet, trois étapes de base doivent être mises en pratique pour se préparer et atténuer les effets d'une inondation (Sécurité publique du Québec, 2008) :

- Connaître les risques associés à la région et les mesures de protection à suivre (ex. : Suis-je dans une zone inondable ?);
- Préparer un plan d'urgence;
- Avoir une trousse de premiers soins, des équipements et/ou matériaux d'urgence.

Les citoyens de la région peuvent également surveiller en ligne le niveau des eaux de la rivière Richelieu et de deux de ses principaux affluents (rivières des Hurons et L'Acadie) sur le site Internet du Centre d'expertise hydrique du Québec. La Sécurité publique du Québec a également mis en lien un programme de surveillance de la crue des eaux nommé Vigilance (Sécurité publique du Québec, 2014). Les seuils de surveillance, d'inondation mineure, moyenne et majeure, y sont également identifiés, pour les stations présentes sur la rivière Richelieu et la zone Saint-Laurent (tableaux D.3 et D.4). Lorsque le niveau atteint le seuil d'inondation mineure, la situation est considérée comme critique et requiert des interventions et des mesures d'urgence (Ville de Saint-Jean-sur-Richelieu, 2014). Finalement, pour demeurer bien informés lors des situations de crue, les citoyens peuvent consulter :

- Le site Internet de leur ville;
- La radio locale;
- La ligne Info-Santé (811);
- Le personnel municipal présent dans les secteurs inondés;
- Et, pour toute urgence, appeler les services du 911.

Tableau D.3 Niveau d'eau et débit à surveiller pour les risques d'inondation

Nom de la station	Lac Champlain Rouses Point - 44° 59' 46" N 73° 21' 37" O	Rivière Richelieu Estacade Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix - 45° 04' 38" N 73° 19' 32" O	Rivière Richelieu Marina de St-Jean - 45° 18' 08" N 73° 15' 00" O		Rivière Richelieu Rapide Fryers Carignan - 45° 23' 54" N 73° 15' 30" O	Rivière L'Acadie - 45° 23' 25" N 73° 22' 15" O	Rivière des Hurons - 45° 29' 26" N 73° 11' 09" O	
	Niveau*	Niveau*	Niveau*	Débit	Niveau*	Débit	Niveau*	Débit
Seuil de surveillance	30.44 m	30.32 m	29.87 m	900 m ³ /s	26.88 m	44 m ³ /s		
Seuil d'inondation mineure	30.68 m	30.56 m	30.10 m	1064 m ³ /s	27.07 m			
Seuil d'inondation moyenne	31.01 m	30.86 m	30.32 m	1221 m ³ /s	27.25 m			
Seuil d'inondation majeure	31.18 m	31.06 m	30.47 m	1335 m ³ /s	27.37 m			

*Au-dessus du niveau de la mer

Source : Vigilance du MSP, 2015

Tableau D.4. Station de surveillance, niveau d'eau et débit à surveiller pour les risques d'inondation

Nom de la station	Fleuve Saint-Laurent Varennes	Fleuve Saint-Laurent Contrecoeur	Fleuve Saint-Laurent Sorel
	Niveau*	Niveau*	Niveau*
Seuil de surveillance		2.20 m	2.20 m
Seuil d'inondation mineure			2.50 m
Seuil d'inondation moyenne			
Seuil d'inondation majeure			

*Au-dessus du niveau de la mer

Source : Vigilance du MSP, 2015

D.2 Les glissements de terrain

De plus, les terrains longeant les berges des rivières peuvent être menacés par l'érosion et les glissements de terrain. Au sens large, un glissement de terrain pourrait être défini comme un phénomène géologique où une masse de sol provenant d'un terrain en pente se déplace vers le bas. Les facteurs pouvant le causer sont nombreux, mais les principaux sont :

- infiltration de l'eau de ruissellement qui diminue la résistance du sol;
- construction quelconque en amont (augmentation de poids);
- mauvais terrassement (diminution des appuis);
- séisme
- travaux occasionnant des vibrations (forages, routes, etc.)

Plusieurs secteurs du bassin versant et de la zone Saint-Laurent sont sujets aux glissements de terrain étant donné la nature des sols profonds et à haute teneur en argile. Au début des années 1980, plusieurs municipalités ont été visitées par des agents du ministère de l'Énergie et des Ressources afin d'identifier certaines zones à risque de glissements de terrain. Plusieurs signalements ont été faits sur les territoires de Sainte-Victoire-de-Sorel, Saint-Roch-de-Richelieu, Saint-Ours et Saint-Denis-sur-Richelieu. Plusieurs résidences ont dû être évacuées et relocalisées. Il y a eu d'autres signalements, mais avec une importance moindre, soit à Carignan, Saint-Mathias-sur-Richelieu, Otterburn Park, Mont-Saint-Hilaire et Belœil (ministère de la Sécurité publique, 2015).

D'ailleurs, en octobre 2011, une partie de la route 133 s'est effondrée à Saint-Denis-sur-Richelieu, empêchant la circulation pendant plusieurs semaines. Sur certains segments des deux routes longeant la rivière Richelieu, des problèmes de stabilisation des berges sont observés par le ministère des Transports du Québec. Celui-ci a d'ailleurs mis en œuvre un Programme de stabilisation de talus et de berges de la rivière Richelieu afin de protéger les infrastructures le long des routes 133 et 223 entre Saint-Basile-le-Grand et Saint-Ours (Dessau et MTQ, 2010).

Il n'est pas toujours facile de prévoir les glissements de terrain, mais la majorité d'entre eux surviennent au printemps et à l'automne. La fonte des neiges, les pluies abondantes, les épisodes de gel et dégel ainsi que les périodes de crues printanières sont tous des facteurs qui peuvent engendrer des glissements de terrain. La forte teneur en argile des sols le long des cours d'eau fait en sorte que ces terrains sont encore plus sensibles à ce phénomène. De plus, l'artificialisation des berges et la dégradation des bandes riveraines ont pour conséquence que l'érosion est plus intense, ce qui favorise les glissements de terrain.

E. Le milieu agricole

E.1 Le potentiel agricole

Malgré la forte urbanisation qui sévit sur le territoire du bassin versant de la rivière Richelieu, il n'en demeure pas moins que l'agriculture y reste très importante, aussi bien sur le plan de la superficie occupée que sur le plan économique. Plusieurs facteurs influencent ce succès. Tout d'abord, c'est dans ce bassin versant que l'on retrouve la plus longue saison de croissance du sud du Québec. De plus, le sol a un potentiel très élevé et les terres sont parmi les plus fertiles du Québec. Bien entendu, le transport et la transformation des produits de la région sont facilités par la proximité des marchés comme celui de Montréal.

E.2 L'évolution des usages agricoles à travers le temps

À leur arrivée, les colons durent adapter leurs techniques et le type de culture aux conditions québécoises. Les terres étant très fertiles, l'agriculture ne cesse de se développer à l'intérieur du bassin versant depuis l'arrivée des colons. Néanmoins, elle a beaucoup changé depuis. En 1790, ils y cultivaient principalement le blé, les pois et l'avoine (Filion *et coll.*, 2001). Dans les premières décennies du 19^e siècle, la culture de céréales ne cessa de prendre de l'expansion. Par la suite, la culture du foin fut au cœur de nombreuses transactions avec les Américains entre 1875 et 1930. Ceux-ci, ayant besoin de foin afin de nourrir leurs vaches laitières, remontaient la rivière Richelieu afin de venir chercher des balles de foin à Saint-Jean, Henryville et Lacolle. Parfois, ils empruntaient même la rivière du Sud. La crise des années 30 amena un grand changement dans le monde agricole. En effet, les cultures de foin laissèrent la place à l'industrie laitière et à l'élevage de bétail et de volailles.



Source : Bibliothèque et Archives nationales

Agriculteurs de la Vallée-du-Richelieu (1951)

Dans les années 60, la région connut un autre grand changement agricole : le début de la spécialisation intense. Le nombre de fermes diminua alors afin qu'un plus petit nombre d'agriculteurs puissent posséder de plus grandes superficies et augmenter leur capacité de production. De plus, les agriculteurs se spécialisèrent afin d'être le plus productifs possible et d'ailleurs, on commença à parler davantage de « producteurs agricoles » que « d'agriculteurs ».

Les terres agricoles ont vu leur valeur augmenter considérablement étant donné la raréfaction des terres à haut rendement agricole et le phénomène d'urbanisation apparaissant en Montérégie.

E.3 La production agricole

E.3.1 La production végétale pour le territoire

La production végétale du bassin versant de la rivière Richelieu et de la zone Saint-Laurent est principalement constituée de céréales (carte E.1). En effet, celles-ci représentent 81 % de la production végétale alors que les fourrages (tous types inclus) occupent 6 % de la région (La Financière agricole, 2012). Il est important de noter que de toutes ces cultures, ce sont celles du maïs et du soya qui dominent avec respectivement 71 617 ha et 45 270 ha, soit 45,9 % et 29 % du total de la superficie utilisée à des fins de production végétale (carte E.2, E.3 et E.4). Les superficies des types de culture par sous-bassin du bassin versant de la rivière Richelieu et par bassin versant de la zone Saint-Laurent sont présentées à l'annexe E.1.

Selon les données de 2012 de La Financière agricole, le territoire cultivé assuré compte une superficie totale de 155 906 ha (tableau E.1 et E.2). Néanmoins, la culture à grand interligne demeure de loin la plus présente. D'ailleurs, la superficie des terres consacrées à cette culture n'a fait qu'augmenter au cours des deux dernières décennies tandis que la culture à interligne étroit et la culture fourragère ont perdu en superficie (MAPAQ, 1996; MAPAQ, 2006; La Financière agricole, 2012).

Tableau E.1 Types de cultures pour le bassin versant de la rivière Richelieu et la zone Saint-Laurent

Type de cultures	Superficie en km ² *	% du territoire
Autres céréales	5,48	0,2
Avoine	2,78	0,1
Blé	50,86	2,0
Canola	0,18	0,0
Chanvre	1,38	0,1
Cultures mixtes	14,38	0,6
Foin	90,67	3,6
Maraîcher	22,98	0,9
Maïs	716,17	28,1
Orge	10,98	0,4
Pas d'informations	190,01	7,5
Soya	452,7	17,8
Petits fruits	0,49	0,0
Total	1559,06	61,2

* Selon la base de données de culture assurée (BDCA) de La Financière agricole du Québec, qui représente environ 81 % de la superficie agricole du territoire

Tableau E.2 Superficies cultivées en 2012 dans le bassin versant de la rivière Richelieu et la zone Saint-Laurent

Agriculture*	Superficie cultivée en 2012 (ha)	Proportion (%)
Grand interligne	117 025	75,1 %
Interligne étroit	9 375	6,0 %
Fourrage	9 067	5,8 %
Autre	20 439	13,1 %
Superficie totale cultivée	155 906	100 %

* Grand interligne : maïs-grain, maïs fourrager, pomme de terre, soya, pois, haricots, etc.

Interligne étroit : avoine-grain, orge, blé, seigle, céréales mélangées, etc.

Autre : fruits, fourrages...

Source : Base de données des cultures assurées – La Financière agricole du Québec

Dans la région, la production de céréales et de protéagineux est celle qui génère le plus de revenus dans le monde agricole. Plus de la moitié des oignons sont cultivés à Saint-Patrice-de-Sherrington et la majorité des tomates sont produites à Sainte-Marie-Madeleine. Au total, 3,3 % du territoire cultivé est utilisé afin de produire des légumes de transformation (ex. : haricots, maïs et pois). Environ 15 % des terres utilisées pour produire des pommes au Québec se situent dans le bassin versant de la rivière Richelieu (MAPAQ, 2006). La MRC de Rouville, qui couvre près de 40 % du bassin versant, produit 35 % des pommes du Québec (Chevrier, 2005). D'ailleurs, 308 hectares sur 1052 sont utilisés pour la production de pommes à Rougemont (situé dans la MRC de Rouville) (MAPAQ, 2006). De nombreux vergers sont également présents à Hemmingford, Mont-Saint-Hilaire, Mont-Saint-Grégoire et Saint-Jean-Baptiste.

Il est cependant indéniable que toutes ces productions à grande échelle ont un impact sur les milieux aquatiques adjacents et en aval. En effet, selon une étude de Gangbazo (MDDEP, 2005b), la teneur en phosphore des cours d'eau est corrélée aux superficies en grandes cultures. Il devient donc primordial que des décisions soient prises afin que des interventions puissent avoir lieu dans le but d'améliorer la qualité de nos rivières.

E.3.2 La production animale dans le bassin versant de la rivière Richelieu et la zone Saint-Laurent

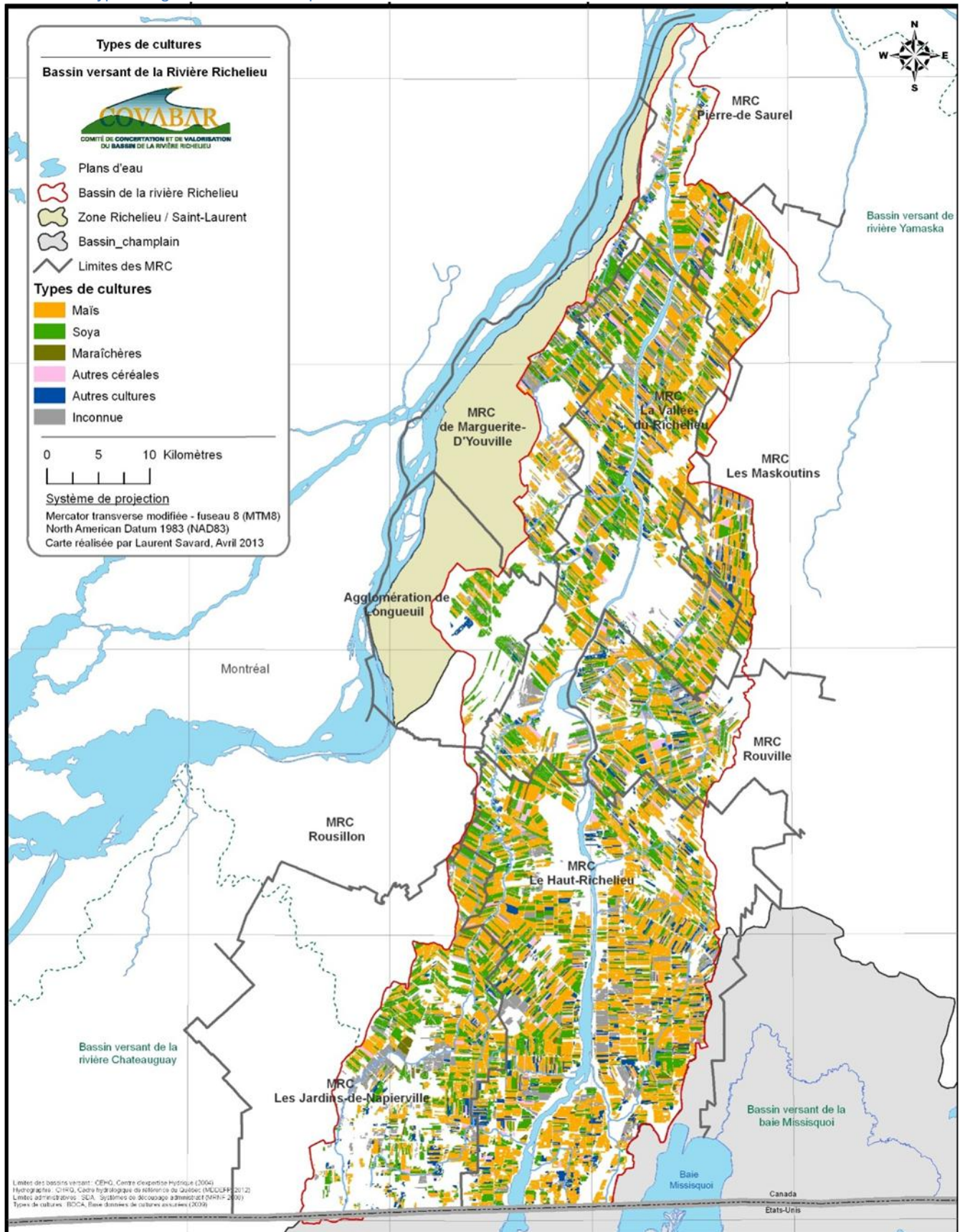
Au total, 80 159 unités animales (u.a.) vivent dans le bassin versant de la rivière Richelieu. Les volailles occupent le premier rang en termes de nombre d'individus avec 13 901 unités de volailles, ce qui représente plus de 2,5 millions d'individus se retrouvant sur le territoire. Au deuxième rang arrivent les porcs. Il y en a près de 300 000 dispersés dans la région dans 25 municipalités. Enfin, les bovins, rassemblant à eux seuls 31 817 unités animales, constituent la troisième population représentative du cheptel présent dans le bassin versant de la rivière Richelieu. Les bovins laitiers comptent pour la principale partie avec 26 311 u.a., contre 5 506 u.a. pour les bovins de boucherie.

Le tableau E.3 démontre donc que le principal moteur au niveau de l'élevage est constitué des volailles et des porcs. Ainsi, le nombre de bovins et d'ovins a diminué alors que le nombre de porcs et de volailles a augmenté considérablement. On note une augmentation de 30 % pour la production de porcs et de 45 % pour celle de la volaille en 12 ans. La venue de quelques porcheries dans le bassin versant (ex. : à Richelieu et à Saint-Cyprien-de-Napierville) peut expliquer ce phénomène.

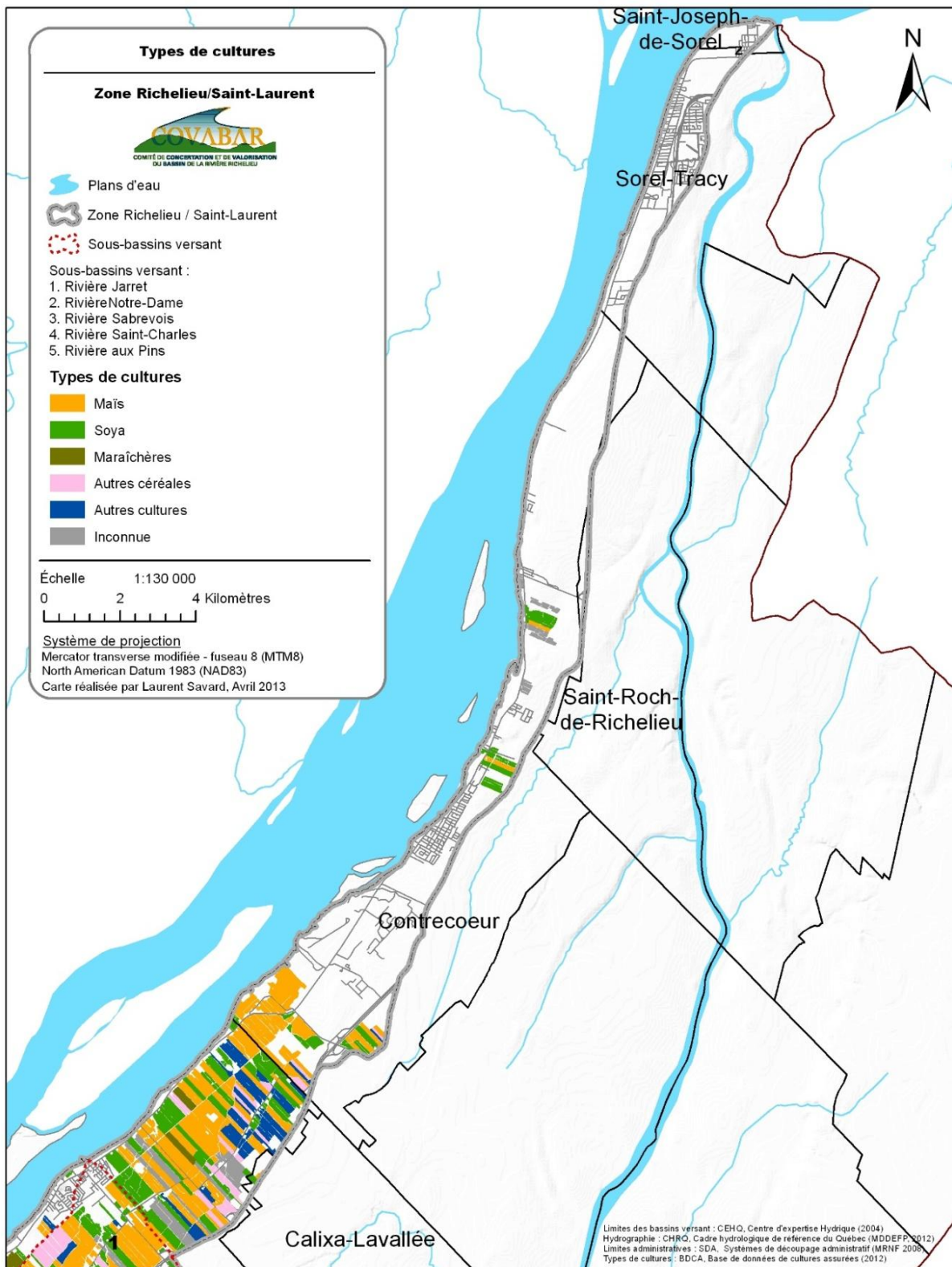
Outre les productions animales populaires (bovin, porc et volaille), d'autres types d'élevages se retrouvent à l'intérieur du bassin versant de la rivière Richelieu. Entre autres, il y a une dizaine de chèvres, des élevages de pintades à Saint-Antoine, de veaux de lait à Marieville, de canards gavés à Chambly et Marieville, etc.

Pour ce qui est des productions agricoles animales de la zone Saint-Laurent, il y a présence de production laitière seulement à Verchères et Varennes. La production laitière représente la plus grosse production de la zone. Le volume rencontré dans cette zone est très largement inférieur à celui du bassin versant de la rivière Richelieu

Carte E.2 Types d'agriculture selon les parcelles



Carte E.3 Types d'agriculture selon les parcelles (nord de la zone)



Carte E.4 Types d'agriculture selon les parcelles (sud de la zone)

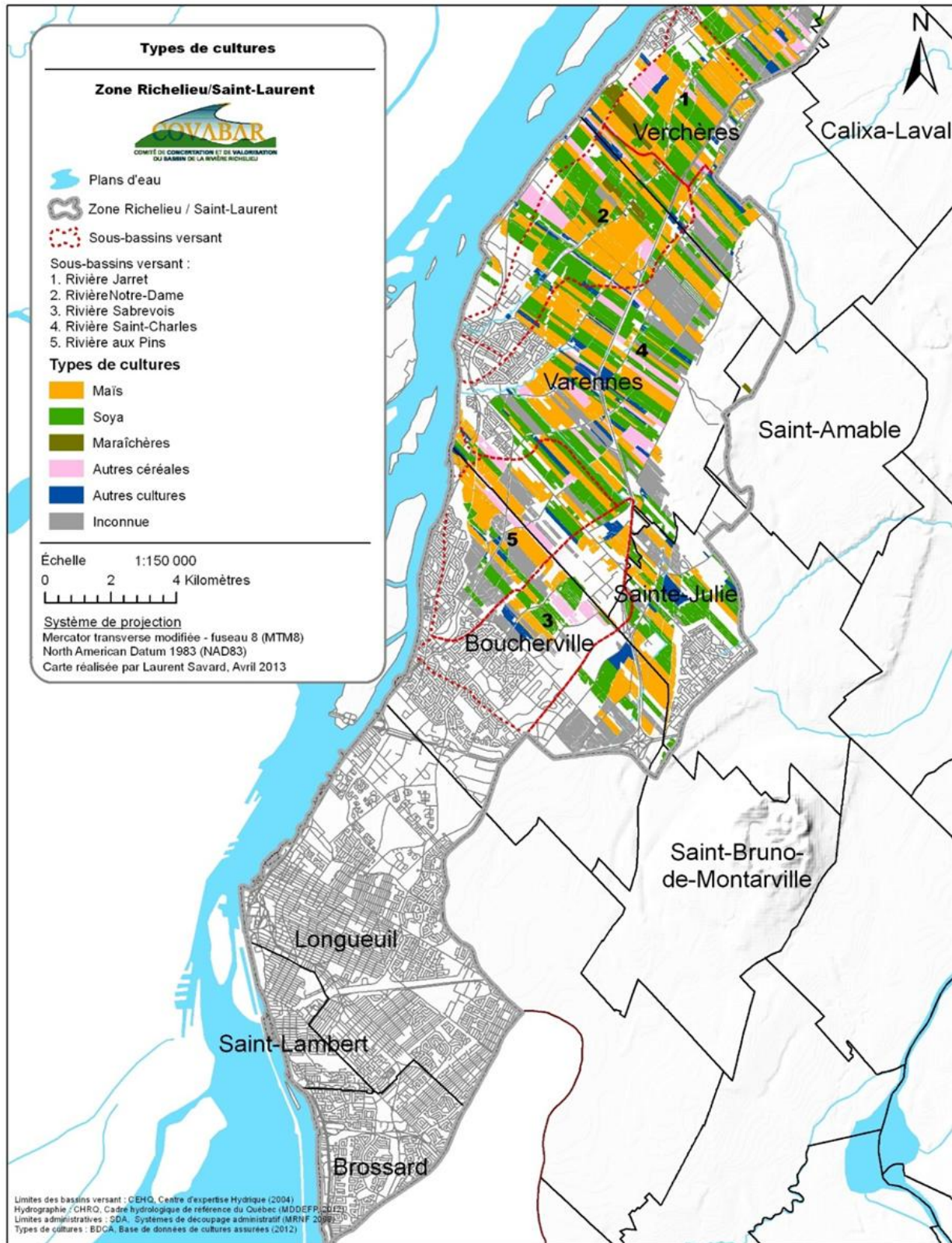


Tableau E.3 Production animale en 2010 dans le bassin versant de la rivière Richelieu et la zone Saint-Laurent

Catégorie de production ⁽¹⁾	Bassin versant de la rivière Richelieu		Zone Saint-Laurent	
	Nombre de déclarants	Nb d'u.a.	Nombre de déclarants	Nb d'u.a.
Apiculture	23	0	n/d	0
Autres productions animales	47	112	n/d	0
Bovins de boucherie	105	5 506	4	44
Bovins laitiers	272	26 311	17	932
Caprins	38	280	n/d	n/d
Chevaux	133	1 101	15	89
Ovins	44	863	0	0
Porcs	64	30 648	0	0
Veaux lourds	36	1 437	n/d	n/d
Volailles (poulets et dindons)	93	13 531	n/d	0
Autres volailles (canards, émeus, etc.)	33	370	n/d	0
Total	636	80 159	36	1 216
Superficie totale du bassin (ha)	254 939		34 936	
Nombre d'unités animales total[†]	80 159		1 216	
Densité animale (u.a./ha)	0,31		0,03	

Une exploitation agricole peut déclarer plus d'une production animale

Notes : 1 km² = 100 ha

n/d : La diffusion des données sur la production agricole respecte l'application des règles statistiques de confidentialité.

* u.a. : Unité animale qui représente un poids de 500 kg varie selon l'espèce et l'âge des animaux, par exemple 1 u.a. = 1 vache ou 4 truies ou 250 poulets.

Source de données : MAPAQ, fiche d'enregistrement des exploitations agricoles 2010, entrepôt de données ministériel (EDM), janvier 2014.

E.3.3 L'agriculture biologique

Selon le MAPAQ (2007), l'agriculture biologique se définit comme suit :

« En principe, l'agriculture ou la culture biologique "produit des aliments" sans l'aide d'aucun élément chimique, quel qu'il soit. Le terme "biologique" décrit un mode de production ou de culture sans recours aux engrais chimiques, pesticides, fongicides, herbicides et antibiotiques. Cette agriculture décline également l'emploi d'hormones, d'agents de conservation, de colorants et autres additifs alimentaires, d'irradiation et de recombinaison génétique. »

Ce type d'agriculture permet de respecter les cycles naturels, de diminuer l'impact sur la fertilité des sols et d'éliminer la monoculture à grande échelle (MAPAQ, 2007). De plus, il favorise l'équilibre de l'écosystème par la coexistence des milieux forestiers, agricoles et horticoles. Ainsi, les cultures sont diversifiées.

Le Conseil des appellations réservées et des termes valorisants (CARTV) a juridiction sur les produits agricoles et alimentaires portant une appellation réservée et qui sont vendus sur le territoire québécois. Le CARTV agit également comme autorité compétente au nom du



Publicité pour promouvoir l'achat de produits biologiques d'ici.

MAPAQ afin, entre autres, d'accréditer les organismes de certification qui satisfont au référentiel qui les concerne, dont la production biologique (CARTV, 2015). L'appellation biologique est réservée au Québec depuis 2000. Donc, au Québec, tout produit agroalimentaire s'identifiant comme biologique doit répondre à des normes et avoir été certifié par un certificateur accrédité par le CARTV (CARTV, 2015).

Un répertoire des produits biologiques certifiés au Québec est accessible au www.produitbioquebec.info.

E.4 La gestion des fertilisants et des pesticides

E.4.1 Fertilisants et amendements

Les fertilisants (ou engrais) et les amendements auront tous deux pour effet d'améliorer la fertilité du sol. Cependant, les éléments nutritifs de l'engrais seront réacheminés à la plante pour favoriser sa croissance tandis que ceux de l'amendement visent l'amélioration du sol en modifiant sa structure physicochimique.

L'application d'engrais et d'amendements a plusieurs buts, tels qu'illustrés au tableau E.4. Ils peuvent être organiques (ou engrais de ferme), minéraux ou organominéraux. Certains types de cultures sont plus exigeants que d'autres au niveau des éléments nutritifs. La monoculture et la culture intensive, lorsqu'elles sont mal régies, peuvent contribuer à l'appauvrissement des sols et à l'augmentation de l'érosion. Cette dernière entraîne une perte de la couche de sol la plus fertile pour la croissance des plantes. Donc, pour contrer ces « problèmes », les agriculteurs ont recours aux engrais et amendements.



Épandage de fumier

Tableau E.4 Différences entre les engrais et amendements organiques et minéraux

Engrais de ferme	Engrais minéraux
<ul style="list-style-type: none"> - Apportent aux plantes des éléments nutritifs majeurs et mineurs, en proportion variable selon la disponibilité dans le temps - Apportent une quantité non négligeable de matière organique - Contribuent à maintenir une bonne structure de sol et, par conséquent, la fertilité du sol 	<ul style="list-style-type: none"> - Apportent aux plantes des éléments nutritifs immédiatement assimilables, propriété particulièrement intéressante dans certaines conditions (ex : sol frais du printemps) - N'apportent aucune matière organique au sol - Peuvent modifier l'équilibre naturel des micro-organismes du sol - Nécessitent, dans le cas de produits synthétiques, l'utilisation de ressources non renouvelables (combustibles fossiles) pour leur fabrication
Amendements organiques	Amendements minéraux
<ul style="list-style-type: none"> - Augmentent progressivement la quantité et la qualité des matières organiques - Améliorent la capacité du sol à retenir l'eau, ce qui est très utile en période de sécheresse - Procurent des éléments nutritifs (azote, potassium, phosphore, manganèse, etc.) - Favorisent la croissance des plantes en améliorant l'aération et la cohésion du sol - Améliorent généralement l'infiltration d'eau dans le sol et diminuent donc ainsi le risque de ruissellement 	<ul style="list-style-type: none"> - Permettent aux plantes de mieux absorber les éléments nutritifs en corrigeant certaines propriétés physicochimiques du sol (ex. : la chaux agricole)

Source : MAPAQ, 2007

Lorsque les substances fertilisantes sont appliquées en grande quantité, que la couverture végétale n'est pas assez développée ou que les plantes ne sont pas en période de croissance, une partie des éléments nutritifs, tels le phosphore, l'azote et le potassium, ne sont pas entièrement utilisés par les végétaux cultivés et sont emportés vers les ruisseaux et les rivières par percolation et ruissellement (Hébert et Légaré, 2000). Lorsque les eaux s'enrichissent, cela a plusieurs impacts sur leur usage. Les conséquences sont diverses : l'eutrophisation limite la vie aquatique, il peut y avoir présence de cyanobactéries, perte d'habitats, diminution de la qualité de l'eau potable, etc. Il est donc important de gérer les usages de ces produits afin de les employer adéquatement.

Les clubs-conseils en agroenvironnement (CCAÉ) participent activement à cet objectif en favorisant des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement. Les exploitants qui y adhèrent s'engagent ainsi à produire dans une perspective de développement durable, accompagnés par les CCAÉ.

En 2005, 83 % des cours d'eau situés en milieu agricole dépassaient la concentration de phosphore correspondant au critère d'eutrophisation, soit 0,03 mg/l pour les rivières et 0,02 mg/l pour les lacs (MDDEP, 2005b). Afin de protéger les cours d'eau, le gouvernement du Québec a adopté en 2002 (mis à jour en 2005) le *Règlement sur les exploitations agricoles* (REA) (voir encadré) afin de protéger les cours d'eau et d'atteindre l'équilibre en phosphore des sols d'ici 2010.

Selon le MAPAQ (2007), une gestion optimale des fertilisants comprend une analyse des besoins réels de fertilisants (quantité, type, etc.), un bon entreposage des produits et l'utilisation adéquate des engrais (modes, doses et périodes d'épandage). Elle inclut aussi une optimisation de toutes les facettes de la gestion des cultures et une prise en compte de l'environnement où l'épandage doit se faire ainsi que des particularités du champ. De plus, l'utilisation d'un plan agroenvironnemental de fertilisation (PAEF) (voir encadré) et d'un bilan de phosphore est favorisée afin d'avoir une planification adéquate.

Néanmoins, certains problèmes subsistent. Certaines cultures vont prélever plus d'éléments nutritifs et donc nécessiter plus d'engrais de ferme par hectare. Le maïs-grain est une culture reconnue pour son fort potentiel de prélèvement. D'ailleurs, plusieurs producteurs ont choisi des cultures plus exigeantes en éléments fertilisants comme le maïs afin de maximiser les lisiers de porcs. Cependant, la culture de maïs apporte d'autres impacts sur l'environnement (plus exigeante pour les sols, demande plus de pesticides, etc.).

De plus, les milieux récepteurs n'ont souvent pas la capacité de recevoir autant de contaminants. La capacité de support des activités agricoles par les rivières est fonction du nombre de cultures à grands interlignes et à interlignes étroits. Le document « Capacité de support des activités agricoles par les rivières : le cas du phosphore total » rédigé par Gangbazo *et coll.* (2005), démontre que dans les cas où la capacité de support est dépassée (beaucoup de cultures à grands et étroits interlignes), de gros efforts doivent être entrepris afin d'assainir les eaux de leur forte concentration en phosphore.

Règlement sur les exploitations agricoles (REA)

Le *Règlement sur les exploitations agricoles* (REA) a vu le jour en 2002 et a été révisé en 2005. Il succède au *Règlement sur la réduction de la pollution d'origine agricole* mis sur pied en 1997. Le REA est cependant mieux adapté au problème de surplus de fumier et de pollution diffuse, en particulier de phosphore. Aussi, il a l'avantage de proposer une approche ferme par ferme.

Objectifs : Améliorer et protéger la qualité des eaux de surface par la mise en œuvre de normes qui conduiront au respect des capacités de support des cours d'eau québécois.

Les points saillants :

- Entreposage des déjections animales dans une structure étanche
- Interdiction d'épandre du lisier après le 1^{er} octobre (sauf avec certaines restrictions)
- Interdiction de laisser les animaux s'abreuver directement dans les cours d'eau
- Approche ferme par ferme (personnalisée)
- Production d'un bilan annuel de phosphore par les entreprises agricoles
- L'épandage doit se faire à plus de 3 m (ou selon le règlement municipal) de la ligne des hautes eaux.

Plan agroenvironnemental de fertilisation (PAEF)

Qu'est-ce qu'un plan agroenvironnemental de fertilisation (PAEF) ?

Le PAEF fait partie du REA. Il s'agit d'un outil qui vise une gestion optimale des fertilisants et une réduction des coûts et des dommages causés sur l'environnement. Plusieurs facteurs sont considérés : le sol, la saturation en phosphore, le plan de ferme, la régie des cultures, les matières fertilisantes produites ou utilisées et la vérification des droits d'exploitation. De plus, le plan est exigé par le MDDEP pour certains producteurs et doit être signé par un agronome.

À qui s'adresse le PAEF ?

- Aux exploitants de lieux d'élevage sur fumier liquide ainsi qu'à ceux de lieux d'élevage avec gestion sur fumier solide dont la production annuelle de phosphore (P_2O_5) est supérieure à 1 600 kg.
- Aux exploitants de lieux d'épandage dont la superficie cumulative est supérieure à 15 ha, exclusion faite des superficies en pâturage. Dans les cas de productions maraîchères ou de fruits, la superficie cumulative est réduite à 5 ha.
- Aux exploitants de lieux d'élevage avec gestion sur fumier solide dont la production annuelle de phosphore (P_2O_5) est de 1 600 kg ou moins et qui disposent de parcelles en culture dont la superficie cumulative est supérieure à 15 hectares, exclusion faite des superficies en pâturage.

De plus, la nouvelle norme phosphore demande une augmentation de la superficie à épandre. Le manque de terre pour épandre le lisier de porcs a forcé plusieurs agriculteurs à se tourner vers des superficies boisées pour augmenter leur terre. Dans les zones intensives de production, plusieurs hectares de boisés ont ainsi été défrichés. Il faut donc s'assurer que les nouveaux producteurs porcins soient les propriétaires ou locataires ou aient des ententes d'épandage de la superficie des terres requises pour la gestion des lisiers de leur cheptel.

La charge en phosphore de la rivière Richelieu est inférieure à la charge totale maximale acceptable pour les risques d'eutrophisation. Ce qui signifie que le critère de concentration de phosphore pour la prévention de l'eutrophisation n'est pas dépassé, la charge de phosphore total est même de 45,4 tonnes par année inférieures à ce taux (MDDEP, 2005b). Cependant, le phosphore reste une des principales problématiques en milieu agricole et il serait bon de pouvoir cibler, localiser et caractériser les principales sources potentielles de contamination afin d'améliorer la qualité des cours d'eau. Le travail réduit représente une des alternatives efficaces qui permettra de réduire les apports en phosphore et limiter l'érosion des sols agraires.

En 2001, l'utilisation d'engrais chimiques était faite sur 92 963 ha de terres, ce qui représente 72 % des terres en culture du bassin versant. La proportion des superficies amendées par des épandages d'engrais chimiques varie de 55 à 80 % de la superficie des terres cultivées selon les MRC.

E.4.2 Pesticides

Les pesticides regroupent principalement les herbicides, les fongicides et les insecticides. Par conséquent, les pesticides sont utilisés pour combattre les mauvaises herbes, les insectes et les maladies. Le tableau E.5 présente la proportion des superficies employant ces différents types de pesticides selon chacune des MRC du territoire. Les herbicides sont le type de pesticide le plus employé dans le bassin versant.

Tableau E.5 Portion des superficies traitées selon les grandes catégories de pesticides dans le bassin versant de la rivière Richelieu

MRC	Pourcentage du territoire agricole total de la MRC (%)						Pourcentage du territoire agricole cultivé dans la MRC (%)		
	Herbicides		Insecticides		Fongicides		Herbicides	Insecticides	Fongicides
	2005	2000	2005	2000	2005	2000	2005		
Des Maskoutains	68,4	68,4	7,7	5,9	6,4	5,8	83,1	8,9	7,4
La Vallée-du-Richelieu	67,9	67,9	6,3	4,2	3,4	4,3	80,9	7,3	4
Le Haut-Richelieu	67,4	67,4	6,5	3,6	4,5	3,1	74,4	7,5	5,2
Les Jardins-de-Napierville	54,7	54,7	19,3	17,4	16	15,7	71,1	25,2	20,9
Marguerite-D'Youville	72,6	69,5	13,4	9,2	5,7	6,2	81,6	15,1	6,4
Pierre-De Saurel	60,3	67,4	3,4	3,1	3,1	1,4	71,7	4,1	3,7
Roussillon	72,4	72,4	14,6	11	5,9	5,8	75,8	16,1	6,5
Rouville	59,8	59,8	8,9	9,1	7,5	9,7	72	11,2	9,3

Adapté de Statistique Canada, 2007b; Recensement 2006 de l'agriculture

Un épandage excessif de pesticides peut contaminer les cours d'eau. Les cultures le plus souvent associées au surplus d'herbicides dans les cours d'eau sont celles du maïs et du soya. Au niveau des insecticides, ce sont les cultures maraîchères et les vergers qui en nécessitent le plus. La culture de maïs couvre plus de la moitié de la superficie cultivée du bassin versant de la rivière Richelieu, soit plus de 850 km² (Statistique Canada, 2001). Cette culture étant très présente, il est important de s'attarder aux conséquences environnementales qu'elle peut engendrer.

Au Québec, les cours d'eau de la Montérégie sont parmi les plus pollués par les pesticides, autant au niveau de la concentration que de la variété des produits retrouvés. En 1992, le ministère de l'Environnement a fait un suivi environnemental qui a démontré qu'une trentaine de rivières contenaient des pesticides. Par la suite, quatre rivières entourées par d'importantes superficies de culture de maïs furent sélectionnées pour représenter les cours d'eau de la grande région (Giroux *et coll.*, 2006; Giroux, 2010). Parmi ces quatre rivières, on retrouve la rivière des Hurons, tributaire de la rivière Richelieu. Ces rivières font désormais partie d'un suivi environnemental annuel. La présence des pesticides dans les cours d'eau est documentée à la section eau.

En 1996, une étude fut menée dans les municipalités de Mont-Saint-Hilaire, Otterburn Park, Saint-Michel-de-Rougemont, Saint-Jean-Baptiste et Saint-Alexandre afin de déterminer l'impact des pesticides provenant des vergers sur la santé (Bisson *et coll.*, 1998). Il a été remarqué que, malgré les vêtements et les équipements de protection que les travailleurs portent, leur corps absorbe une quantité significative de pesticides lors de l'arrosage. Les personnes, surtout les enfants, vivant près des vergers peuvent aussi être affectées par la présence des pesticides dans l'air. Néanmoins, aucune dose absorbée n'est suffisamment grande pour causer des problèmes de santé immédiats. Toutefois, les données recueillies lors de cette étude ne s'appliquaient qu'à certains insecticides organophosphorés et les effets potentiels à long terme de l'exposition à différents pesticides chimiques demeurent mal connus (Belleville *et coll.*, 1998).

Même si seulement de faibles niveaux d'exposition sont généralement rapportés, plusieurs incertitudes demeurent au sujet des effets à long terme des pesticides sur la santé humaine. Les effets perturbateurs endocriniens possibles des pesticides sont une source importante d'inquiétudes, et ce, même à de très faibles concentrations. Ces pesticides pourraient être responsables de certains cas de cancer du sein, de la prostate et des testicules, de l'endométriose, d'un développement sexuel anormal, d'une réduction de la fertilité mâle, de dommages aux glandes thyroïdes et pituitaires, de dérèglement du système immunitaire et de problèmes d'apprentissage et de comportement. Face à ces incertitudes, il est important de réduire les quantités utilisées et les possibilités d'exposition à ces pesticides (Tellier, 2006).

Les pesticides utilisés dans les vergers peuvent facilement se retrouver dans les ruisseaux. En 1998, une étude montra que l'herbicide simazine et le fongicide myclobutanil se retrouvent fréquemment dans les cours d'eau (Giroux, 1998). De plus, l'azinphos-méthyl, le carbaryl, le diazinon et le captane ont dépassé à quelques reprises la concentration maximale pour la protection de la faune aquatique. Leur présence dans les cours d'eau

peut être due à la dérive par le vent, au ruissellement lorsqu'il pleut, au drainage souterrain ou à l'utilisation des ruisseaux comme source d'eau lors de la préparation des mélanges.

L'usage des pesticides est encore très répandu en milieu agricole, mais de nombreuses solutions existent afin de permettre aux agriculteurs de réduire leur utilisation de pesticides. Plusieurs méthodes peuvent être utilisées afin de réduire leur utilisation, leur dérive et même de réduire les doses utilisées. Il s'agit de réseaux de dépistage, de réseaux d'avertissement phytosanitaire et de l'utilisation de techniques tels l'arrosage en bande et la lutte intégrée. De nombreux programmes ont vu jour dans les dernières années afin d'aider les agriculteurs sur différents plans. Le tableau E.6 montre l'objectif principal de quelques-uns de ces programmes ainsi que le plan sur lequel ils agissent. Un outil en ligne du CRAAQ, SAgE Pesticides, est également disponible.

Le problème des pesticides touche aussi la faune aquatique, notamment pour le chevalier cuirré (*Moxostoma hubbsi*) dont ils pourraient être la cause de problèmes de reproduction (voir section Milieu biologique). Les effets néfastes de ces perturbateurs endocriniens sur la faune aquatique sont de plus en plus documentés. Certains de ces effets pourraient nuire à la maturation finale des gonades, notamment chez le chevalier cuirré (Gendron et Branchaud, 1997).

Tableau E.6 Programmes visant la réduction de l'utilisation des pesticides en milieu agricole

Nom du programme	Objectifs principaux	Type de support
Prime-Vert (volet <i>Appui à la Stratégie phytosanitaire</i>)*	- Promouvoir la lutte intégrée - Diminuer l'utilisation de pesticides	Financier
Action-réglage*	- Appliquer la bonne dose de pesticides - Promouvoir le bon usage des pesticides	Formation par des ateliers
Réseau d'avertissements phytosanitaires (RAP)*	- Avertir des invasions d'insectes - Suggérer une stratégie d'intervention appropriée	Prévention - information
Programme de réduction des risques liés aux pesticides**	- Sensibiliser les producteurs à réduire leur utilisation de pesticides - Améliorer la disponibilité d'outils et de pratiques de rechange	Formation

* Programme du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

** Programme d'Agriculture et Agroalimentaire Canada

E.5 L'érosion des sols agraires

Les sols cultivables ne représentent qu'une couche de sol superficielle de la surface de la Terre d'environ une trentaine de centimètres. Cette couche est fertile et est donc un milieu de croissance pour les végétaux. Néanmoins, elle sert aussi à retenir l'eau, l'air et les déchets organiques. Elle peut ainsi transférer les éléments nutritifs contenus dans ces derniers aux végétaux. Cette mince couche peut être déplacée par l'érosion éolienne ou hydrique.

L'érosion est un phénomène naturel, cependant certaines pratiques agricoles accélèrent l'érosion des sols. Lorsque les producteurs labourent trop profondément, ils réduisent la grosseur des particules, ce qui rend les sols plus vulnérables à l'érosion. Le fait de laisser le sol à nu sur de longues périodes, comme dans le cas de plusieurs monocultures, contribue à l'érosion du sol puisque ce dernier n'est pas retenu par la végétation. L'abus du désherbage est un autre facteur qui aidera l'érosion.

La terre déplacée par érosion hydrique se retrouvera majoritairement dans les cours d'eau. Diverses pratiques agricoles contribueront à cet apport de terre fertile dans les rivières et ruisseaux. Parmi ceux-ci, on note le nettoyage (creusage) des fossés et ruisseaux, le drainage artificiel, la destruction (ou réduction) des bandes riveraines, etc.

L'érosion rend les terres moins productives et provoque une augmentation de matières en suspension (MES) dans les cours d'eau, ce qui a de nombreuses conséquences. Aussi, les MES entraînent souvent avec elles des pesticides et des engrais dans les cours d'eau. Un accroissement des MES a pour effet de diminuer la photosynthèse et certains plans d'eau peuvent même souffrir d'eutrophisation. Une forte concentration de MES peut modifier le lit des cours d'eau et envaser des frayères. La qualité esthétique du cours d'eau est diminuée et les activités récréatives (ex. : ski nautique, pêche, baignade...) deviennent moins attrayantes. De plus, le traitement de l'eau potable est de plus en plus difficile et onéreux.

Il existe des moyens de réduire l'érosion des sols ou d'en limiter ses effets. Le tableau E.7 présente une liste non exhaustive de différentes pratiques agricoles visant à diminuer l'érosion des sols selon des objectifs bien précis.



Fossé avaloir



Exemple d'érosion en milieu agricole

Tableau E.7 Éventail de quelques pratiques culturales visant la réduction de l'érosion

Objectifs	Pratiques culturales
<ul style="list-style-type: none"> Maintenir la structure du sol 	<ul style="list-style-type: none"> Rotation des cultures Travail minimal du sol Culture couvre-sol (engrais vert) Ensemencement perpendiculaire à la pente du sol Semis direct Remise du fumier sur le sol Etc.
<ul style="list-style-type: none"> Réduire la vitesse d'écoulement de l'eau et son potentiel d'érosion 	<ul style="list-style-type: none"> Culture en bandes alternées Plantes vivaces alternées avec annuelles Voies d'eau gazonnées Fossés avaloirs Etc.
<ul style="list-style-type: none"> Diminuer la surface de sol exposée à l'érosion 	<ul style="list-style-type: none"> Plantation de haies brise-vent Culture en bandes alternées Etc.
<ul style="list-style-type: none"> Diminuer la déstructuration des berges 	<ul style="list-style-type: none"> Interdiction d'accès du bétail aux cours d'eau Etc.

Sur le territoire, les méthodes les plus couramment utilisées par les producteurs sont les résidus de récolte laissés au sol, la couverture d'herbe permanente, la culture de couverture d'hiver et les haies brise-vent (tableau E.7). Toutefois, ces méthodes ne sont pas très répandues. En effet, selon le portrait agroenvironnemental des fermes du Québec (BPR, 2000), il y a seulement 6,5 % de la superficie en culture de la Montérégie-Est où ces pratiques sont adoptées lorsque l'on ne considère pas les brise-vent. Ces derniers font augmenter cette proportion de 2,5 %.



Soya sur seigle passé au rouleau



Semis direct de maïs sur soya



Exemple d'absence de bande riveraine en milieu agricole

Le travail minimum des sols, avec des techniques telles que le semis direct, permet une diminution de l'érosion. Cette érosion, qui peut être éolienne ou causée par le ruissellement de l'eau, contribue à la perte de la couche de sol fertile dans les champs. De plus, l'installation de fossés avoires permet de ralentir les débits de pointe lors de fortes pluies et aide la sédimentation des MES avant l'arrivée au cours d'eau, ce qui diminue la quantité de matières en suspension rejetées dans le milieu aquatique. En effet, le ruissellement participe grandement à l'appauvrissement et à l'érosion des terres. C'est pourquoi le travail réduit au sol (culture avec couverture et intercalaire, semis direct, etc.) conjugué à d'autres méthodes connexes permettra de limiter les désagréments engendrés par l'érosion hydrique des cultures.

Cependant, il n'est malheureusement pas possible de connaître le nombre de fermes qui pratiquent le travail réduit au sol, l'information n'étant pas disponible auprès du MAPAQ.

Tableau E.8 Nombre de fermes utilisant des pratiques culturales visant à limiter l'érosion du sol, pour les MRC du bassin versant de la rivière Richelieu et de la zone Saint-Laurent

MRC	Résidus de récolte sur le sol		Culture de couverture d'hiver		Engrais vert pour enfouissement		Résidus de récoltes enfouis		Rotation des cultures	
	Nombre de fermes déclarantes		Nombre de fermes déclarantes		Nombre de fermes déclarantes		Nombre de fermes déclarantes		Nombre de fermes déclarantes	
	2006	2011	2006	2011	2006	2011	2006	2011	2006	2011
Pierre-De Saurel	104	112	14	16	40	45	195	145	239	219
Marguerite-D'Youville	71	68	13	14	31	18	109	102	143	154
Haut-Richelieu	210	233	70	60	107	116	397	354	462	458
Jardins-de-Napierville	174	166	53	47	113	96	361	277	437	400
Des Maskoutains	418	423	75	69	207	192	653	515	823	757
Roussillon	60	61	12	11	35	28	118	93	152	136
Rouville	132	154	33	27	95	98	246	216	301	269
Vallée-du-Richelieu	125	130	33	27	70	68	223	166	284	260

Adapté de Statistique Canada, 2006; Statistique Canada, 2011; Recensement de l'agriculture

Tableau E.9 Nombre de fermes utilisant des pratiques culturales visant à limiter l'érosion du sol, pour les MRC du bassin versant de la rivière Richelieu et de la zone Saint-Laurent (suite)

MRC	Haies brise-vent		Terres préparées pour les semis		Sans travail préalable au sol		Bandes riveraines	
	Nombre de fermes déclarantes		Nombre de fermes déclarantes		Nombre de fermes déclarantes		Nombre de fermes déclarantes	
	2006	2011	2006	2011	2006	2011	2006	2011
Pierre-De Saurel	62	74	245	227	41	70	94	122
Marguerite-D'Youville	40	36	150	156	23	37	48	68
Haut-Richelieu	157	161	492	479	98	150	180	284
Jardins-de-Napierville	180	167	470	428	89	117	173	203
Des Maskoutains	225	218	846	777	154	242	355	505
Roussillon	41	35	159	141	42	38	44	64
Rouville	146	119	315	288	57	64	142	162
Vallée-du-Richelieu	62	73	287	266	78	95	101	145

Adapté de Statistique Canada, 2006; Statistique Canada, 2011; Recensement de l'agriculture

E.6 La cohabitation entre les territoires urbains et agricoles

E.6.1 Le mitage du territoire agricole par l'urbanisation

La production animale peut souvent causer des désagréments (odeur, poussière, etc.) qui nuisent au bon voisinage en milieu rural. Lorsque ceux-ci sont combinés avec les autres inconvénients de l'agriculture (pertes d'habitats, dégradation de la qualité de l'eau), cela nuit à la qualité de vie des gens en milieu rural. De plus, ces problèmes peuvent avoir un impact sur le tourisme. Plusieurs solutions existent et sont de plus en plus mises de l'avant pour améliorer la cohabitation en milieu rural. Pensons aux toitures sur les structures d'entreposage des fumiers, aux plantations de haies brise-vent autour des bâtiments d'élevage, à l'incorporation du fumier au sol après épandage des fumiers, à l'utilisation de rampes basses pour l'épandage, etc. Ces solutions doivent continuer à être favorisées en plus d'en envisager d'autres. La discussion entre le milieu rural et le milieu urbain grâce à ces instances (paliers gouvernementaux, MRC, municipalités et acteurs locaux) doit également se poursuivre dans le but d'atténuer les pressions sur le milieu urbain et, vice versa, sur le milieu agricole.

E.6.2 Les problèmes de cohabitation entre les gens du milieu agricole et du milieu urbain

Lorsque la majorité du territoire du bassin versant était utilisée à des fins agricoles, les conflits entre les habitants des milieux ruraux et les habitants des milieux urbains étaient forcément rares. Néanmoins, depuis que les villes se développent et que l'expansion urbaine est un phénomène de plus en plus courant, les conflits sont plus fréquents.

Avec la proximité d'un grand centre urbain comme Montréal, la Montérégie (et le bassin versant de la rivière Richelieu) voit ses régions urbaines s'agrandir de plus en plus, et ce, au détriment des terres agricoles. D'ailleurs, le nombre de fermes tend à décroître un peu partout au Québec, mais particulièrement en Montérégie. En effet, alors que le Québec voyait le nombre de ses fermes diminuer (de 10,7 % entre 1996 et 2001), la Montérégie connaissait une diminution de 12,3 % (environ 1 100 fermes) (Services Canada, 2007). Néanmoins, les fermes restantes sont de plus en plus grandes et de plus en plus mécanisées. Donc, le besoin en main-d'œuvre est réduit.

Il est de plus en plus difficile pour les producteurs agricoles d'exploiter leur ferme sans être soumis aux pressions du voisinage (ex. : contrôle des odeurs, du bruit, etc.). Notamment, il leur sera de moins en moins possible d'agrandir leur superficie d'exploitation. Des projets de nouvelles porcheries ont créé beaucoup de

contestations dans certaines municipalités du bassin versant au cours des dernières années. Par exemple, en 2005, plus de 700 personnes s'étaient déplacées afin de montrer leur désaccord à Richelieu (Cloutier, 2005). De plus, il semblerait que les élections de Saint-Cyprien-de-Napierville et de Saint-Charles-sur-Richelieu aient été principalement basées sur la position des partis face aux porcheries (c.-à-d. que ceux désapprouvant les porcheries ont été élus) (Côté, 2005). Les deux principales raisons pour lesquelles les gens ne veulent pas voir une porcherie s'installer dans leur secteur sont la peur de la contamination des cours d'eau et de l'odeur forte associée aux porcheries.

D'autres types d'agriculture peuvent occasionner des différends entre les producteurs et leurs voisins. Les producteurs apicoles sont de plus en plus limités quant aux endroits où ils peuvent installer leurs ruches. Au début de l'été 2007, des résidents de Richelieu se sont plaints de la présence de ruches à proximité de leurs demeures (Dubois, 2007). Ceux-ci n'appréciaient guère la présence des nombreuses abeilles à quelques dizaines de mètres de leur maison. Pourtant, l'apiculteur ne les utilisait qu'à des fins de pollinisation.

L'installation de plusieurs personnes à proximité peut entraîner des dommages sur les terres agricoles. En effet, les chances de vandalisme sur les terres agricoles sont plus nombreuses. La circulation de véhicules récréatifs sur les terres entraîne généralement la perte de foin. Lorsque les véhicules récréatifs se déplacent dans les champs recouverts de peu de neige, souvent ils éliminent la couche de neige protectrice, ce qui peut tuer le foin, car la glace se formera dessus et le brûlera. Souvent, pour pouvoir passer d'une terre à une autre, les usagers n'hésitent pas à couper les clôtures, ce qui augmente la charge de travail des producteurs au printemps. De plus, lorsque les motoneigistes ou les véhicules tout-terrain circulent dans les jeunes plantations d'arbres, il y a des risques qu'ils cassent des arbres, ce qui nuira à la croissance de ces derniers ou les tuera.

Afin que tout le monde réussisse à vivre dans un climat harmonieux et que les producteurs agricoles puissent continuer de produire, la *Loi sur la protection du territoire et des activités agricoles* existe depuis 1997. Elle a pour but d'assurer la pérennité d'un territoire agricole et de protéger les producteurs dans les zones agricoles contre les plaintes de toutes sortes. Néanmoins, certains critères doivent être respectés de la part des agriculteurs aussi. Cette loi permet également de préserver les terres agricoles et ainsi de limiter l'étalement urbain. Certaines demandes sont toutefois faites dans le but d'agrandir la zone urbaine au détriment de la zone agricole.

Au cours des dernières années, plusieurs demandes ont été effectuées auprès de la Commission de protection du territoire agricole (CPTAQ). Pour l'exercice 2009-2010, il y a eu 193 demandes qui ont été acceptées à travers toutes les MRC qui touchent le territoire du bassin versant. Un peu plus de 232 hectares de terre agricole (tableau E.10 et E.11) ont été affectés à différentes fins. Une des pressions constantes sur le milieu agricole est l'implantation ou l'agrandissement, dans plusieurs municipalités du territoire, de nouveaux développements résidentiels.



Cohabitation des milieux urbain et agricole

Tableau E.10 Décisions rendues ayant modifié le nombre d'hectares en milieu agricole pour le bassin versant de la rivière Richelieu

MRC	Nature de la demande	Nombre de décisions rendues	Autorisation		Superficie totale (ha)		
			Nombre	%	Demandes	Autorisées	%
Vallée-du-Richelieu	Modification des limites de la zone agricole (exclusion)	4	3	75	10,9	9,8	89
	Implantation d'un nouvel usage	17	12	71	7,4	4,7	63
	Agrandissement d'un usage existant	12	10	83	8,8	8,6	98
Rouville	Modification des limites de la zone agricole (exclusion)	1	0	0	3,8	0	0
	Implantation d'un nouvel usage	9	8	89	16,1	15,3	95
	Agrandissement d'un usage existant	8	8	100	1,3	1,3	100
Pierre-De Saurel	Modification des limites de la zone agricole (exclusion)	1	0	0	0,2	0	0
	Implantation d'un nouvel usage	15	9	60	23,3	19,7	84
	Agrandissement d'un usage existant	6	4	67	5,5	0,8	14
Marguerite D'Youville	Implantation d'un nouvel usage	11	9	82	24,4	16,2	76
	Agrandissement d'un usage existant	11	9	82	5,6	3,4	61
Les Jardins-de-Napierville	Implantation d'un nouvel usage	12	7	58	16,4	12,4	76
	Agrandissement d'un usage existant	15	11	73	6,7	4	60
Les Maskoutains	Modifications des limites de la zone agricole (exclusion)	1	1	100	0,3	0,3	97
	Implantation d'un nouvel usage	19	17	89	29,3	27	92
	Agrandissement d'un usage existant	22	21	95	7,1	6,8	95
Le Haut-Richelieu	Implantation d'un nouvel usage	18	16	89	57,7	57,1	99
	Agrandissement d'un usage existant	12	11	92	8,6	5,5	64
Roussillon	Implantation d'un nouvel usage	27	22	81	20,3	17,3	85
	Agrandissement d'un usage existant	9	9	100	11,6	9,4	81
Longueuil	Modifications des limites de la zone agricole (exclusion)	1	1	100	1,1	1,1	100
	Implantation d'un nouvel usage	4	3	75	11,9	11,9	99,97
	Agrandissement d'un usage existant	2	2	100	0,2	0,2	100
Total		237	193	76,6	278,5	232,8	75,2

Adapté des tableaux par MRC du rapport annuel 2009-2010 de la Commission de la protection du territoire agricole, 2010

Tableau E.11 Décisions rendues ayant modifié le nombre d'hectares en milieu agricole dans la zone Saint-Laurent

MRC	Nature de la demande	Nombre de décisions rendues	Autorisation		Superficie totale (ha)		
			Nombre	%	Demandes	Autorisées	%
-----2008-2009-----							
Marguerite-D'Youville	Modification des limites de la zone agricole - Exclusion	11	2	18	134.71	1.17	1
	Implantation d'un nouvel usage	9	5	56	79.46	47.25	59
	Agrandissement d'un usage existant	2	1	50	1.02	0.17	16
Longueuil	Implantation d'un nouvel usage	5	5	100	155.31	155.31	100
-----2007-2008-----							
Marguerite-D'Youville	Modification des limites de la zone agricole - Exclusion	2	2	100	1.9	1.9	100
	Implantation d'un nouvel usage	10	8	80	2.7	2.2	83
	Agrandissement d'un usage existant	7	7	100	2.9	2.8	99
Longueuil	Modification des limites de la zone agricole - Exclusion	1	1	100	2.0	2.0	100
	Implantation d'un nouvel usage	1	0	0	1.0	0	0
	Agrandissement d'un usage existant	1	1	100	0.1	0.1	100
-----2006-2007-----							
Marguerite-D'Youville	Implantation d'un nouvel usage	10	9	90	20.7	19.8	95
	Agrandissement d'un usage existant	4	4	100	0.93	0.92	99
Longueuil	Implantation d'un nouvel usage	3	3	100	8.9	8.9	100

Adapté des tableaux par MRC du rapport annuel 2006-2007, 2007-2008, 2008-2009 de la Commission de la protection du territoire agricole, 2007; 2008; 2009.

E.7 Annexe

Annexe E.1 Superficies totales et agricoles des sous-bassins du bassin versant de la rivière Richelieu et des bassins de la zone Saint-Laurent

Territoire	Sous-bassin	Superficie du bassin versant km ²	Superficie agricole km ²	Pourcentage de superficie agricole total	Types de cultures	Superficie km ²	Pourcentage par classe
Bassin versant de la rivière Richelieu	Sous-bassin de la rivière Lacolle	126,17	55,22	43,77	Autres céréales	0,58	1,05
					Blé	0,93	1,68
					Cultures mixtes	0,97	1,76
					Foin	7,09	12,84
					Maraîcher	0,99	1,8
					Maïs	22,62	40,96
					Orge	0,18	0,33
					Pas d'informations	8,17	14,79
					Soya	13,69	24,8
	Sous-bassin de la rivière du Sud	153,65	101,7	66,19	Autres céréales	0,54	0,54
					Avoine	0,06	0,06
					Blé	2,67	2,62
					Cultures mixtes	0,66	0,65
					Foin	11,41	11,22
					Maraîcher	0,57	0,56
					Maïs	56,65	55,7
					Orge	0,43	0,42
					Pas d'informations	12,13	11,93
	Soya	16,57	16,3				
	Sous-bassin du ruisseau de la Barbotte	60,26	44,6	74,02	Autres céréales	0,09	0,19
					Blé	1,24	2,79
					Cultures mixtes	0,31	0,68
					Foin	2,66	5,96
					Maraîcher	0,02	0,04
					Maïs	29,7	66,59
					Orge	0,16	0,37
					Pas d'informations	3,38	7,58
					Soya	7,05	15,8
	Sous-bassin du ruisseau Bleury	30,35	17,64	58,14	Avoine	0,08	0,47
					Blé	0,81	4,59
					Foin	1,11	6,28
					Maraîcher	0,1	0,58
					Maïs	10,04	56,93
					Pas d'informations	2,41	13,64
	Sous-bassin de la rivière l'Acadie	559,84	295,92	52,86	Autres céréales	0,18	0,06
					Blé	6,33	2,14
					Cultures mixtes	1,72	0,58
					Foin	9,07	3,06
					Maraîcher	5,79	1,96
					Maïs	126,85	42,87
					Orge	1,86	0,63
					Pas d'informations	32,3	10,92
Soya					111,81	37,78	
Sous-bassin de la rivière des Hurons	343,71	226,66	65,95	Autres céréales	0,69	0,3	
				Avoine	0,51	0,22	
				Blé	10,87	4,79	
				Canola	0,18	0,08	
				Chanvre	0,18	0,08	
				Cultures mixtes	2,96	1,3	
				Foin	14,97	6,61	
				Maraîcher	2,92	1,29	
				Maïs	104,29	46,01	
				Orge	2,36	1,04	
				Pas d'informations	27,48	12,13	
				Petits fruits	0,26	0,11	
Soya	59	26,03					

Territoire	Sous-bassin	Superficie du bassin versant km ²	Superficie agricole km ²	Pourcentage de superficie agricole total	Types de cultures	Superficie km ²	Pourcentage par classe
Bassin versant de la rivière Richelieu	Sous-bassin du ruisseau Raimbault	17,17	6,73	39,2	Autres céréales	0,02	0,35
					Blé	0,28	4,18
					Foin	0,28	4,23
					Maïs	4,1	60,93
					Pas d'informations	0,13	1,91
	Soya	1,91	28,42				
	Sous-bassin du ruisseau Belœil	102,71	46,59	45,36	Autres céréales	0,5	1,07
					Blé	1,06	2,27
					Chanvre	0,06	0,12
					Cultures mixtes	0,08	0,18
					Foin	1,73	3,7
					Maraîcher	1,77	3,8
					Maïs	15,99	34,33
					Orge	0,1	0,22
					Pas d'informations	7,39	15,87
					Soya	17,9	38,43
	Sous-bassin de la rivière Amyot	93,91	63,11	67,2	Avoine	0,04	0,06
					Blé	1,45	2,29
					Cultures mixtes	0,44	0,69
					Foin	1,93	3,07
					Maraîcher	1,62	2,57
					Maïs	36,61	58,02
					Orge	0,54	0,86
					Pas d'informations	4,36	6,92
	Soya	16,11	25,52				
	Sous-bassin du ruisseau Coderre	87,66	50,74	57,88	Autres céréales	0,1	0,2
					Avoine	0,18	0,36
					Blé	1,45	2,87
					Chanvre	0,28	0,55
					Cultures mixtes	0,11	0,21
					Foin	1,73	3,41
					Maraîcher	2,02	3,98
					Maïs	18,01	35,49
					Orge	0,28	0,55
					Pas d'informations	7,72	15,21
	Soya	18,87	37,19				
	Sous-bassin du ruisseau Laplante	111,58	78,51	70,37	Autres céréales	0,05	0,06
					Avoine	0,07	0,08
					Blé	2,65	3,38
					Cultures mixtes	0,03	0,03
Foin					3,68	4,68	
Maraîcher					2,56	3,27	
Maïs					42,78	54,49	
Orge					0,27	0,34	
Pas d'informations					4,79	6,1	
Soya					21,64	27,56	
Sous-bassin du ruisseau LaPrade	47,2	27,03	57,26	Autres céréales	0,46	1,71	
				Blé	1,81	6,69	
				Chanvre	0,02	0,06	
				Cultures mixtes	0,07	0,26	
				Foin	2,2	8,13	
				Maïs	8,63	31,92	
				Orge	0,38	1,42	
				Pas d'informations	4,32	16	
Soya	9,14	33,82					
Sous-bassin du ruisseau Richer	18,31	13,38	73,09	Blé	0,15	1,12	
				Foin	1,28	9,58	
				Maïs	5,3	39,61	
				Orge	0,44	3,32	
				Pas d'informations	0,58	4,35	
Soya	5,62	42,03					

Territoire	Sous-bassin	Superficie du bassin versant km ²	Superficie agricole km ²	Pourcentage de superficie agricole total	Types de cultures	Superficie km ²	Pourcentage par classe
Bassin versant de la rivière Richelieu	Sous-bassin du ruisseau Bernard	19,94	9,81	49,17	Blé	0,57	5,81
					Foin	0,81	8,22
					Maïs	3,89	39,72
					Orge	0,19	1,94
					Pas d'informations	1,07	10,92
	Sous-bassin du ruisseau des Trente	2,43	0,19	7,66	Blé	0,02	8,52
					Maïs	0,11	56,95
					Soya	0,06	34,52
	Sous-bassin de la rivière Bernier	17,69	13,06	73,82	Blé	0,44	3,34
					Cultures mixtes	0,3	2,33
					Foin	0,09	0,71
					Maraîcher	0,45	3,45
					Maïs	6,75	51,65
					Pas d'informations	0,58	4,44
	Sous-bassin du ruisseau Bergeron	9,7	7,72	79,53	Soya	4,45	34,08
					Avoine	0,26	3,33
					Blé	0,45	5,84
					Foin	0,47	6,04
					Maïs	4,1	53,14
					Pas d'informations	1,3	16,86
Sous-bassin de la rivière Iroquois	18,85	9,54	50,58	Soya	1,14	14,78	
				Blé	0,64	6,74	
				Foin	0,1	1,02	
				Maraîcher	0,12	1,29	
				Maïs	2,86	29,95	
				Pas d'informations	1,94	20,39	
Zone Saint-Laurent	Bassin de la rivière Sabrevois	20,87	5,55	26,59	Soya	3,87	40,6
					Blé	0,56	10,08
					Foin	0,5	9,04
					Maraîcher	0,03	0,57
					Maïs	1,61	28,96
	Bassin de la rivière aux Pins	18,78	11,88	63,25	Pas d'informations	1,25	22,55
					Soya	1,6	28,81
					Blé	0,95	7,98
					Cultures mixtes	0,06	0,51
					Foin	0,31	2,6
					Maïs	4,31	36,26
	Bassin de la rivière Saint-Charles	87,82	43,06	49,03	Pas d'informations	3,3	27,81
					Petits fruits	0,08	0,67
					Soya	2,87	24,17
					Autres céréales	0,01	0,02
					Blé	2,22	5,16
					Chanvre	0,32	0,75
					Cultures mixtes	0,29	0,66
					Foin	2,24	5,19
					Maraîcher	0,08	0,18
Maïs	13,79	32,03					
Bassin de la rivière Notre-Dame	21,4	15,4	71,97	Orge	0,32	0,73	
				Pas d'informations	9,37	21,77	
				Soya	14,43	33,51	
				Blé	1,07	6,92	
				Chanvre	0,06	0,41	
				Cultures mixtes	0,11	0,7	
				Foin	0,71	4,61	
Maraîcher	0,56	3,65					
Maïs	6,74	43,76					
Pas d'informations	0,26	1,71					
Soya	5,89	38,24					

Territoire	Sous-bassin	Superficie du bassin versant km ²	Superficie agricole km ²	Pourcentage de superficie agricole total	Types de cultures	Superficie km ²	Pourcentage par classe
Zone Saint-Laurent	Bassin de la rivière Jarret	14,03	10,65	75,91	Blé	0,49	4,63
					Foin	0,21	1,93
					Maraîcher	0,49	4,64
					Maïs	5,03	47,24
					Orge	0,23	2,15
					Pas d'informations	0,7	6,6
Soya	3,49	32,8					

Adapté de de la cartographie des types d'agriculture, Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2011

F. Le milieu biologique

F.1 Les milieux naturels du bassin versant de la rivière Richelieu

Un bassin versant peut être constitué de différents écosystèmes en fonction de ses caractéristiques biotiques (ex. : relations intraspécifiques) et abiotiques (ex. : climat, géologie, etc.). Ces écosystèmes peuvent être terrestres, aquatiques ou humides. Les activités humaines ainsi que la gestion qui est faite de la ressource en eau du bassin versant influenceront ces écosystèmes.

Les milieux naturels peuvent abriter une ou plusieurs populations. Ces milieux sont nécessaires pour combler les besoins fondamentaux (ex. : abri, alimentation, reproduction...) de la faune. Certaines espèces auront des besoins très spécifiques concernant leurs habitats et seront dépendantes d'un type de milieu en particulier, ce qui peut les rendre plus vulnérables aux modifications du milieu. Parfois, plusieurs habitats seront utilisés par une même espèce au cours de sa vie en fonction de ses besoins. Il est donc primordial pour la survie de nombreuses espèces de conserver un large éventail de milieux naturels.

F.1.1 Description des principaux milieux naturels observés dans le bassin versant

Bande riveraine

Bande de végétaux séparant les cours d'eau et le milieu terrestre. Cette bande protège généralement les rives contre l'érosion, crée de l'ombre à l'étendue d'eau et filtre les pollutions agricoles et domestiques (voir section Les bandes riveraines).

Forêt

Écosystème principalement formé d'arbres et arbustes ayant souvent un couvert végétal dense. Elle sert d'habitat à de nombreuses espèces et populations animales, végétales, fongiques et microbiennes (voir section La Forêt).

Milieux humides

Étendues de terres saturées d'eau ou inondées où il y a de la vie aquatique. On dénombre cinq classes de milieux humides dans le bassin versant : l'eau peu profonde, le marais, le marécage, la tourbière boisée et le bog (voir section Les Milieux humides).

Cours d'eau

Les cours d'eau sont d'une importance primordiale pour les espèces. Ils fournissent habitat, nourriture et moyen de transport pour bon nombre d'organismes (Environnement Canada, 2013).

Friches

Les friches sont des terres agricoles laissées à l'abandon et se divisent en quatre catégories. En 2008, elles occupaient 23 500 ha du sol montérégien. Souvent mal perçus, ces milieux naturels n'en jouent pas moins un rôle important dans la préservation de la biodiversité (Voulligny et Gariépy, 2008).

F.1.2 La disparition des habitats naturels

F.1.2.1 Nature, localisation et ampleur

L'urbanisation grandissante, le drainage des terres pour les pratiques agricoles, la destruction de la bande riveraine, les systèmes de voirie (drains, etc.), les prélèvements de sédiments dans les rivières et l'artificialisation des rives sont des exemples d'activités ayant des impacts importants sur les écosystèmes.

La construction de barrages entraîne également une modification des milieux naturels. La présence de barrages coupe le corridor écologique nécessaire aux migrations de la faune aquatique vers l'amont de la rivière. Lorsque la configuration du cours d'eau est modifiée de façon importante, les patrons de migrations de la faune terrestre peuvent aussi être affectés. La modification du débit du cours d'eau pourra entraîner des changements au niveau de la faune et de la flore.

La menace est toujours de plus en plus grande sur les quelque 449 km² de forêt qui demeurent sur pied dans le bassin versant de la rivière Richelieu.

Dans le bassin versant, la coupe forestière est occasionnée par l'agrandissement des terres agricoles ou le développement urbain. La fertilité des terres qu'on y retrouve ainsi que la proximité avec la métropole peuvent, en effet, expliquer le phénomène de déboisement.

Les milieux humides n'échappent pas, eux non plus, aux pressions exercées par l'expansion urbaine et agricole. En effet, au cours des 40 dernières années, plus de 4 000 ha de marais ont été détruits ou fortement dégradés le long du fleuve Saint-Laurent (UQCN, 2005). Aussi, plus de 45 000 km de cours d'eau ont été redressés et 1,5 million d'hectares de terres ont été drainés.

Dans le bassin versant, on remarque une forte tendance de développement urbain dans certaines villes, notamment Saint-Jean-sur-Richelieu et Belœil. Cela entraîne une diminution des milieux naturels, laquelle peut s'accompagner aussi d'une augmentation de pollution dans les eaux de la rivière Richelieu (Canards Illimités Canada, 2006).

De plus, les gens ont une tendance à vouloir habiter sur les berges de la rivière, mais cela n'est pas sans répercussions pour l'environnement. Effectivement, l'aménagement des rives (ex. : remplissage de plaines inondables, modification des berges, etc.) est souvent fait pour rendre possible le développement domiciliaire ou industriel.

Le fait de laisser les sols nus pendant l'hiver augmente fortement le phénomène d'érosion et de lessivage des terres cultivées. Par conséquent, les sols agricoles s'appauvrissent et les agriculteurs doivent utiliser plus d'intrants pour mener à bien leurs cultures, causant, du coup, un surplus de matières organiques dans les fossés et ruisseaux. Les milieux humides deviennent alors trop riches au détriment des espèces floristiques et fauniques indigènes, le phénomène d'eutrophisation s'accélère et l'écosystème aquatique s'en retrouve fortement perturbé.

F.1.3 La situation dans le bassin versant

Milieux humides

L'ensemble des terres humides est essentiel à un grand nombre d'espèces fauniques et floristiques. Les milieux humides jouent de nombreux rôles socio-économiques et environnementaux importants, tels que l'épuration des polluants et la régulation des eaux et des inondations. Ils sont d'ailleurs souvent comparés aux reins de la terre.

Milieux boisés

Les milieux boisés sont tout aussi importants. En plus d'améliorer le paysage, ils filtrent l'air et servent de refuge à plusieurs espèces animales.

Écosystèmes aquatiques

Les écosystèmes aquatiques abritent de nombreuses espèces de divers groupes taxonomiques. Aussi sont-ils primordiaux dans le maintien de la biodiversité. Ils subissent néanmoins d'importantes pressions et leur dégradation inquiète. Il existe deux indices qui sont utilisés dans le bassin versant de la rivière Richelieu pour évaluer l'état de l'écosystème aquatique, soit 1) l'indice diatomées pour l'est du Canada (IDEC), qui utilise les diatomées comme bio-indicateurs, et 2) l'indice de santé du benthos (ISB), lequel fait de même avec les macroinvertébrés benthiques.

F.1.3.1 L'indice diatomées de l'est du Canada (IDEC)

Les diatomées sont des algues unicellulaires planctoniques dotées d'un exosquelette siliceux, transparent et rigide, que l'on nomme frustule. Ces algues, généralement de couleur brune, peuvent mesurer de 2 µm à 1 mm.

L'indice diatomées de l'est du Canada (IDEC) est un indice permettant d'évaluer l'état d'un écosystème aquatique en s'appuyant sur la structure de la communauté de diatomées présentes au fond du cours d'eau. En effet, chaque communauté de diatomées correspond à des conditions spécifiques de salinité, pH et oxygène. Elles sont aussi particulières à certaines concentrations de matières organiques et nutriments.

Les diatomées se retrouvent dans tous les milieux aquatiques et présentent peu de sensibilité à la taille des cours d'eau, ce qui rend leur utilisation comme bio-indicateur intéressante. Elles sont toutefois sensibles au pH

et à la conductivité, rappelant ainsi la nécessité de créer trois indices distincts en fonction de ces paramètres, soit les indices neutre, alcalin et minéral.

L'IDEC fonctionne en comparant un échantillon avec une communauté retrouvée dans un cours d'eau similaire et non perturbé. Les résultats fournissent une indication sur l'état trophique d'un cours d'eau. Afin de minimiser les variations intrasaisonnière et interannuelle, il est recommandé de prendre un échantillon par année sur une période de trois ans, et ce, pour une caractérisation adéquate du site.

Tableau F.1 Classe de l'indice IDEC alcalin

Classe	Valeur de l'IDEC	pH	Conductivité (µS/cm)	Phosphore total (µg/l)	Azote total (mg/l)	État trophique
●A	71-100	7.8 (7.6-7.9)	93 (63-120)	16 (12-19)	0.36 (0.23-0.47)	Oligotrophe
●B	46-70	8.0 (7.7-8.2)	185 (136-268)	26 (17-43)	0.53 (0.38-0.95)	Mésotrophe
●C	26-45	8.0 (7.8-8.5)	256 (195-361)	52 (37-98)	0.89 (0.58-1.98)	Méso-eutrophe
●D	0-25	8.0 (7.7-8.3)	364 (227-502)	114 (71-163)	1.59 (0.96-2.51)	Eutrophe

Adapté de Campeau et coll., 2013

Le portrait dressé par l'IDEC dans le bassin versant traduit une eau de mauvaise de qualité. En effet, sur 60 des quelques échantillons prélevés dans le bassin de la rivière Richelieu, 77 % (46) avaient la classe D, 18 % (11) avaient la classe C, et seulement 5 % (3) la classe B. Aucun échantillon n'a fait état d'une eau de classe A. Rappelons que des échantillons de classe D correspondent à un milieu eutrophe.

En 2013, sur les 21 stations échantillonnées, seules trois ont obtenu la classe C.

L'IDEC permet aussi d'apprécier l'efficacité des travaux de restauration entrepris dans un cours d'eau par des échantillonnages effectués avant et quelques années suivant ces travaux. Aussi, les sites choisis pour l'échantillonnage de l'IDEC sont généralement des sites déjà reconnus comme problématiques. Malheureusement, le tableau F.2 suggère que peu de stations ont fait l'objet d'un suivi. Seule la station 03040007 de la rivière des Hurons a été échantillonnée à des époques différentes, et les résultats indiquent que l'eau ne s'y est pas améliorée.

Tableau F.2 Résultats d'IDEC sur le territoire

Sous-bassin	Rivière	Station	Indice (classe)						
			2002	2003	2009	2010	2011	2012	2013
Coderre	Ruisseau Coderre	3040166	-	-	-	-	●0 (D)	●26 (C)	●28 (C)
		3040173	-	-	-	-	-	●12 (D)	-
		3040266	-	-	-	-	-	-	●10 (D)
		3040267	-	-	-	-	-	-	●26 (C)
		3040268	-	-	-	-	-	-	●21 (D)
		3040269	-	-	-	-	-	-	●9 (D)
		3040270	-	-	-	-	-	-	●14 (D)
		3040271	-	-	-	-	-	-	●11 (D)
Des Hurons	Rivière des Hurons	3040007	●2 (D)	●5 (D)	-	●9 (D)	●3 (D)	●6 (D)	-
		3040018	-	-	-	●5 (D)	-	-	-
		3040028	-	-	-	●8 (D)	-	-	-
		3040037	-	-	-	●7 (D)	●0 (D)	-	-
		3040038	-	-	-	●0 (D)	●0 (D)	●5 (D)	●7 (D)
		3040247	-	-	-	-	-	-	●8 (D)
		3040248	-	-	-	-	-	-	●20 (D)
		3040249	-	-	-	-	-	-	●12 (D)
		3040250	-	-	-	-	-	-	●8 (D)
		3040251	-	-	-	-	-	-	●6 (D)
		3040252	-	-	-	-	-	-	●4 (D)
		0340253	-	-	-	-	-	-	●5 (D)
	Rivière des Hurons (tributaire)	3040170	-	-	-	-	-	●18 (D)	-
	Ruisseau à l'Ours	3040195	-	-	●0 (D)	-	-	-	-
Ruisseau à l'Ours (tributaire)	3040169	-	-	-	-	-	●33 (C)	-	
Ruisseau Barré	3040224	-	-	●0 (D)	-	-	-	-	
Ruisseau Saint-Louis	3040223	-	-	●0 (D)	-	-	-	-	
L'Acadie	Rivière l'Acadie	3040013	●13 (D)	●14 (D)	-	-	-	-	
Lacolle	Cours d'eau Smith	3040172	-	-	-	-	-	●62 (B)	-
	Lacolle								
		3040118	-	-	-	●24 (D)	-	-	-
		3040163	-	-	-	●13 (D)	●19 (D)	-	-
	3040167	-	-	-	-	●50 (B)	-	-	

Sous-bassin	Rivière	Station	Indice (classe)						
			2002	2003	2009	2010	2011	2012	2013
Lacolle	Lacolle	3040259	-	-	-	-	-	-	●25 (D)
		3040260	-	-	-	-	-	-	●26 (C)
		3040261	-	-	-	-	-	-	●25 (D)
		3040262	-	-	-	-	-	-	●21 (D)
		3040263	-	-	-	-	-	-	●21 (D)
Richelieu	Rivière Richelieu	3040009	●31 (C)	●15 (D)	-	-	-	-	-
		3040010	●34 (C)	●29 (C)	-	-	-	-	-
		3040012	●45 (C)	●52 (B)	-	-	-	-	-
		3040017	●32 (C)	-	-	-	-	-	-
	Ruisseau Cloutier-Perrier	3040222	-	-	●19 (D)	●29 (C)	-	-	-

Adapté de Campeau et coll., 2013

F.1.3.2 L'indice de santé du benthos (ISB)

Les macro-invertébrés benthiques, ou benthos (organismes vivant au fond des cours d'eau tels que les mollusques, les larves d'insectes, les vers, etc.), sont des bio-indicateurs efficaces pour évaluer la santé des écosystèmes aquatiques. En effet, certains taxons sont plus ou moins tolérants à la pollution, et leur abondance relative à l'intérieur d'un échantillon est une bonne indication des effets cumulatifs et synergiques des perturbations subies par un cours d'eau.

L'indice de santé du benthos se décline en deux sous catégories, l'indice de santé du benthos pour les cours d'eau à substrat grossier (ISBg) et pour les cours d'eau à substrat meuble (ISBm). Les classes de l'indice sont illustrées au tableau F.3.

Tableau F.3 Qualité de l'habitat selon l'indice de santé du benthos pour un cours d'eau à substrat grossier et meuble

Qualité de l'habitat selon l'indice de santé du benthos	ISBg	ISBm
● Très bonne	89,2-100	-
● Bonne	72,7-89,1	81,6-100
● Précaire	48,4-72,6	54,4-81,5
● Mauvaise	24,2-48,3	27,2-54,3
● Très mauvaise	0-24,1	0-27,1

Source : MDDELCC, 2015

Dans l'ensemble, les stations du bassin versant qui ont fait l'objet d'un échantillonnage de benthos présentent un état de santé du cours d'eau qualifié de précaire. La rivière des Hurons, la rivière L'Acadie et le ruisseau Belœil présentent cependant un habitat de mauvaise qualité (tableau F.4). La présence de pesticides dépassant le critère de protection de la vie aquatique, ainsi qu'un IQBP de 0 pour la rivière des Hurons, font état d'un écosystème dégradé.

Tableau F.4 Indice de santé du benthos pour différentes stations du bassin versant

Station	Année	ISB (État de santé)	Type de substrat
Lacolle	2011	60,3 (Précaire) ●	Grossier
Rivière des Hurons	2011	40,3 (Mauvaise) ●	Meuble
Grand Ruisseau	2006	56,2 (Précaire) ●	Meuble
Ruisseau Chaume-Charron	2006	70,7 (Précaire) ●	Meuble
Ruisseau Coderre	2011	58,6 (Précaire) ●	Meuble
Rivière Amyot	2006	68,0 (Précaire) ●	Meuble
Ruisseau Belœil (amont de la station d'épuration)	2012	46,0 (Mauvaise) ●	Meuble
Ruisseau Belœil (aval de la station d'épuration)	2012	46,1 (Mauvaise) ●	Meuble
Rivière L'Acadie (amont de la station de Sherringnton)	2012	36,4 (Mauvaise) ●	Meuble
Rivière L'Acadie (aval de la station de Sherringnton)	2012	43,2 (Mauvaise) ●	Meuble

Adapté de l'Atlas interactif de la qualité des eaux de surface et des écosystèmes aquatiques (MDDELCC, 2015a)

F.1.3.2 Sensibilisation du public et des utilisateurs du milieu

Il est donc nécessaire de trouver des solutions pour préserver ces milieux naturels d'importance. Voici quelques-uns des pratiques et des projets qui sont mis en place dans le bassin versant :

Plusieurs suggestions de protection des milieux naturels sont fréquemment proposées, mais il est souvent essentiel d'avoir l'appui et l'aide de la population pour que ces projets soient menés à bien. L'aide de la population permet de faire avancer les mentalités plus rapidement et de faire surgir de nouvelles idées puisque les gens connaissent généralement très bien leur région et sont susceptibles de voir les changements se produire dès le début. La concertation publique est d'autant plus importante dans la région du bassin versant de la rivière Richelieu et de la zone Saint-Laurent qu'une grande partie des terres sont privées. De façon générale, les gens veulent collaborer et s'impliquer, mais ils ne connaissent pas les projets ou ne savent pas comment y participer.

Le programme de sensibilisation mis en place au refuge Pierre-Étienne-Fortin est un bel exemple d'action effectuée par le COVABAR pour rejoindre la population. Il y a également les journées de participation aux chantiers de restauration de berges. Il est important de maximiser la conservation des bandes riveraines qui permettent de limiter la pollution et l'apport de sédiments dans les ruisseaux. Pour cela, un travail quotidien doit être effectué auprès des agriculteurs, mais aussi auprès des particuliers, riverains ou non.

F.1.3.3 Les aires protégées

Le gouvernement du Québec a adopté, en décembre 2002, la *Loi sur la conservation du patrimoine naturel* (L.R.Q. c. C-61.01) qui définit une aire protégée comme ceci :

« ... un territoire, en milieu terrestre ou aquatique, qui est géographiquement délimité et dont l'encadrement juridique et l'administration visent spécifiquement à y assurer la protection, et le maintien de la diversité biologique et des ressources naturelles et culturelles associées. »

Depuis 2008, l'Union nationale pour la conservation de la nature (UICN) définit une aire protégée comme :

« Un espace géographique clairement défini, reconnu, consacré et géré, par tout moyen efficace, juridique ou autre, afin d'assurer à long terme la conservation de la nature ainsi que les services écosystémiques et les valeurs culturelles qui lui sont associés. ».

Au Québec, tout territoire correspondant à l'une ou l'autre définition est considéré comme une aire protégée.

La création d'aires protégées vise d'abord à conserver les espèces et leur variabilité génétique, à maintenir les mécanismes naturels et à assurer la survie des écosystèmes. Le Québec compte quelque 1 800 sites naturels qui correspondent à une aire protégée et couvrent près de 5 % du territoire. Sur le territoire du bassin versant de la rivière Richelieu, on retrouve entre autres :

- la réserve écologique Marcel-Raymond,
- l'habitat floristique de la Baie-des-Anglais,
- le Parc national du Mont-Saint-Bruno,
- le refuge faunique Pierre-Étienne-Fortin,
- la réserve naturelle Gault-de-l'Université-McGill,
- le lieu historique national du Canada Fort-Chambly,
- l'habitat du rat musqué à l'île Ash (rivière Richelieu).
- l'archipel des îles de Jeanotte et aux Cerfs (rivière Richelieu)
- la frayère de la rivière aux Pins

En voici quelques-unes, vues de façon plus détaillée :

Réserve écologique Marcel-Raymond

Localisée dans la municipalité d'Henryville, au confluent de la rivière Richelieu et de la rivière du Sud, elle couvre 64 hectares. Plus de la moitié est un marécage arborescent. Son accès est très limité et son principal rôle est d'assurer la protection du chêne bicoloré (*Quercus bicolor* Willd.), une espèce susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable au Québec. De plus, on y retrouve sept autres espèces ayant un statut : l'aster fragile (*Aster fragilis*), le carex faux-lupulina (*Carex lupuliformis*), le carex massette (*Carex typhina*), la gratiote dorée (*Gratiola aurea*), la lysimaque hybride (*Lysimachia hybrida*), le platanthère à gorge tuberculée variété petite-herbe (*Platanthera flava*) et la zizanie à fleurs blanches variété à fleurs blanches (*Zizania aquatica* var *aquatica*).

Habitat floristique de la Baie-des-Anglais

Se trouvant sur le territoire de la réserve écologique Marcel-Raymond, cet habitat assure la protection du carex faux-lupulina (*Carex lupuliformis*) (voir section 2.2). Cette espèce est désignée menacée depuis 1998 (Jolicœur et Couillard, 2006).

Parc national du Mont-Saint-Bruno

Ce parc de 5,9 km² offre aux utilisateurs la possibilité de pratiquer une multitude d'activités. Par exemple, on peut y pratiquer la marche en forêt, l'ornithologie, le ski alpin ou le ski de fond et à l'automne, il est même possible d'y cueillir des pommes. En effet, le parc abrite un verger en plus d'une végétation typique des Montérégiennes. Il y a aussi près de 600 espèces de plantes dont une quinzaine sont rares. Plus de 120 espèces d'oiseaux y nichent et plusieurs autres s'y arrêtent pendant leur migration pour un total de 237 espèces différentes observées. En plus d'assurer son rôle de conservation de la faune et de la flore, le Parc permet l'accès à la ressource aux gens tout en les sensibilisant.



Enviro photo, Sépaq

Lac du Moulin, Parc national du Mont-Saint-Bruno

Refuge faunique Pierre-Étienne-Fortin

L'un des huit refuges fauniques du Québec, il fut créé en 2002. Situé aux rapides de Chambly, il assure principalement la conservation des aires de reproduction du chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*), une espèce menacée (voir section 3.3). Cependant, on y retrouve aussi 57 autres espèces de poissons, dont le fouille-roche gris (*Percina copelandi*), vulnérable au Québec et menacé au Canada, le chevalier de rivière (*Moxostoma carinatum*), vulnérable au Québec et préoccupant au Canada, et le dard de sable (*Ammocrypta pellucida*), menacé au Québec et au Canada. Ce territoire de plus de 60 ha est la propriété de Conservation nature Canada et de la ville de Richelieu. En plus d'interdire toute modification physique, chimique et biologique du milieu, le règlement du refuge restreint l'accès des usagers pendant la période de fraie du chevalier cuivré, du 20 juin au 20 juillet (MRNF, 2005). Il est à noter que depuis 2006, une équipe de sensibilisation est déployée par le COVABAR afin de faire mieux connaître la réglementation aux visiteurs et pêcheurs.



Agent de sensibilisation au refuge faunique Pierre-Étienne-Fortin

Réserve naturelle Gault-de-l'Université-McGill

Se trouvant au cœur de la réserve de biosphère du mont Saint-Hilaire, cette réserve couvre 970 ha. On y retrouve plus de 340 types de minéraux différents, 800 espèces de papillons et 13 écosystèmes forestiers exceptionnels. Aussi, il y a plus de 600 espèces de plantes vasculaires, dont deux espèces menacées : la grande asclépiade (*Asclepias exaltata*) et la claytonie de Virginie



Réserve naturelle Gault-de-l'Université-McGill

(*Claytonia virginica*). Parmi les 220 espèces de vertébrés qu'on peut y observer, on retrouve le faucon pèlerin (*Falco peregrinus anatum*), une espèce désignée vulnérable (voir section 3.2). Ses principaux rôles sont de conserver la biodiversité, rendre la ressource accessible au public et encourager la recherche et la formation au niveau universitaire. Afin de pouvoir remplir ses rôles, le mont Saint-Hilaire est divisé en deux sections : une accessible au public et l'autre réservée à la recherche et aux études universitaires. La section ouverte au public permet la pratique de la randonnée pédestre, du ski de fond et de la raquette. Le mont Saint-Hilaire détient également le titre d'aire protégée de catégorie II (réserve intégrale) et III (élément naturel marquant) selon l'Union mondiale pour la nature (UICN). Au niveau national, elle porte aussi le titre de refuge d'oiseaux migrateurs, régi par le Service canadien de la faune d'Environnement Canada. Au niveau régional, le schéma d'aménagement de la MRC de la Vallée-du-Richelieu désigne la réserve Naturelle Gault comme une aire de conservation (Fondation de la faune du Québec).

Le Grand Bois de Saint-Grégoire

Situé dans les municipalités de Marieville, Richelieu, Mont-Saint-Grégoire et Saint-Jean-sur-Richelieu, ce territoire couvre une superficie de 465 ha et renferme plusieurs érablières rouges. La protection de cet endroit permet la sauvegarde de plantes menacées : la phégoptère à hexagones (*Phegopteris hexagonoptera*), le ginseng à cinq folioles (*Panax quinquefolius*) et l'aplectrelle d'hiver (*Aplectrum hyemale*) (voir section 2.2). Au niveau de la faune, un grand nombre d'espèces d'oiseaux ainsi que la salamandre à quatre orteils (*Hemidactylium scutatum*), une espèce susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable, y sont protégés.

Îles Jeannotte et aux Cerfs

Acquises à des fins de conservation par Conservation de la nature (section Québec), ces îles sont situées dans la rivière Richelieu dans les limites municipales de Saint-Charles-sur-Richelieu. L'île aux Cerfs a depuis été transférée au MFFP. Cette île boisée, d'une superficie de 13,7 hectares, constitue une aire d'alevinage importante pour les jeunes chevaliers cuivrés, espèce menacée de disparition, le dard de sable, le fouille-roche gris et le chevalier de rivière, trois autres espèces de poisson en situation préoccupante. Les îles Jeannotte et aux Cerfs ne bénéficient toutefois d'aucun statut légal.



© Claude Duchaine, Air Imex
Îles Jeannotte et aux Cerfs

F.2 La Flore

F.2.1 Aperçu général de la flore

La flore est un élément essentiel pour la faune en étant à la base de la chaîne alimentaire et en lui offrant un habitat essentiel à sa survie (abri, reproduction, etc.). La végétation est aussi indispensable au bon fonctionnement d'un bassin versant. Malgré leurs rôles bénéfiques, les forêts et les bandes riveraines disparaissent peu à peu.

Quelques plantes courantes du bassin versant de la rivière Richelieu et de la zone Saint-Laurent :



Érable à sucre *Acer saccharum*



Quenouille à feuilles larges
Typha latifolia



Bardane
Arctium lappa



Asclépiade commune
Asclepias syriaca

F.2.2 Espèces floristiques menacées, vulnérables ou susceptibles d'être désignées menacées

Une espèce sera désignée menacée si l'on croit qu'il y a des risques qu'elle disparaisse. Elle sera considérée comme une espèce vulnérable si sa survie est problématique, mais que sa disparition n'est pas redoutée. Lorsqu'une espèce est désignée menacée ou vulnérable, un plan d'action est mis en place pour améliorer la situation.

Dans le bassin versant de la rivière Richelieu et de la zone St-Laurent, il y a présence de huit espèces floristiques désignées comme menacées pour les deux territoires, c'est-à-dire six pour le bassin versant, une pour la zone St-Laurent et une espèce commune aux deux, et cinq désignées vulnérables, cinq exclusives au bassin de la rivière Richelieu, une à la zone St-Laurent et une commune aux deux selon la *Loi québécoise sur les espèces menacées ou vulnérables* (L.R.Q c. E-12.01). Il y a aussi 86 plantes susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables sur les territoires de la zone St-Laurent et du bassin versant, 61 d'entre elles étant exclusives au bassin de la rivière Richelieu (Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec, 2014).

Espèces menacées :

Aplectrelle d'hiver (*Aplectrum hyemale*)

Cette orchidée vivace de la famille des orchidacées atteint jusqu'à 50 cm de hauteur. Son unique feuille ne se déploie qu'à l'automne et perdure jusqu'au printemps. Elle pousse dans les érablières à érables à sucre de la région de la Montérégie uniquement. Les facteurs affectant sa survie comprendraient le climat (ex. : tempête de verglas de 1998) et des pratiques d'aménagement forestier non appropriées. Le morcellement du paysage et la biologie complexe de l'aplectrelle d'hiver seraient responsables de son expansion limitée au Québec. Puisqu'il s'agit d'une orchidée, son commerce est réglementé par la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES, Convention de Washington, 3 juillet 1975).



Jeff Hapeman
Aplectrelle d'hiver

Arisème dragon (*Arisaema dracontium*) (R)

Cette plante herbacée vivace fait partie de la famille des aracées et mesure de 5 à 110 cm de hauteur. Au Québec, on la retrouve du lac Saint-Louis jusqu'au lac Saint-Pierre avec une population distincte le long du Richelieu. Elle habite les plaines inondables. Le développement urbain, les loisirs, l'érosion des rives et la gestion des niveaux d'eau constituent des menaces pour cette plante qui a une fécondité faible et dont les populations sont petites (MDDEFP, 2001).



F. Boudreau
Arisème dragon

Aster à rameaux étalés (*Eurybia divaricata*) (R)

Cette plante herbacée vivace, issue d'un rhizome, possède une tige mesurant 20 à 80 cm de hauteur et fait partie de la famille des astéracées. Au Québec, elle est retrouvée souvent dans des sites rocheux et plutôt secs. Elle est limitée à la vallée du Richelieu, à la frontière Québec-Vermont et aux Montérégiennes (Rougemont). Cette espèce croît sous un couvert forestier, mais elle est tolérante à la lumière et souvent associée aux trouées causées par la chute d'un arbre. Le développement urbain et agricole, la coupe forestière, des pratiques non appropriées d'aménagement forestier et la fermeture de la canopée constituent les principales menaces à la survie de l'espèce (MDDEFP, 2002).



Janet Novak 2000
Aster à rameaux étalés

Carex digital (*Carex digitalis* var. *digitalis*) (StL)

Le carex digital est une herbacée vivace de la famille des cypéracées qui ne présente qu'une seule occurrence au Québec. On le reconnaît à ses touffes denses au port lâche dont la base est brunâtre à blanchâtre. Les tiges peuvent atteindre de 10 à 30 cm de longueur. La seule occurrence au Québec se trouve en milieu forestier dominé par l'érable à sucre, le hêtre à grande feuille et le chêne rouge. Les trouées dans la canopée seraient profitables à la plante. Le carex digital se trouvant en milieu protégé, on le considère comme peu menacé par les activités humaines (MDDEFP, 2009).



© Arold Lavoie
Carex digital

Carex faux-lupulina (*Carex lupuliformis*)

Cette plante herbacée vivace de la famille des cypéracées mesure généralement de 30 à 80 cm. Elle croît en touffes constituées de 5 à 30 tiges dressées et issues d'un rhizome. Au Québec, on la retrouve seulement dans les marais ou rivages sablonneux inondés par les crues printanières aux abords de la rivière Richelieu et du lac des Deux-Montagnes (MDDEFP, 2001). Les principaux facteurs la menaçant sont le développement urbain et agricole, l'érosion, l'artificialisation du réseau hydrique et la compétition avec des espèces exotiques envahissantes, comme l'alpiste roseau (*Phalaris arundinacea*) et le nerprun cathartique (*Rhamnus cathartica*) (Institut de recherche en biologie végétale, s.d.). Il existe aujourd'hui un plan de rétablissement pour cette espèce.

MDDEP
Carex faux-lupulina**Érable noir (*Acer nigrum*)**

L'érable noir ressemble à l'érable à sucre. Il possède de grandes feuilles trilobées vert foncé et duveteuse. Il recherche l'ombre et les sols humides et calcaires. Le développement urbain constitue la principale menace à sa survie (MDDELCC, 2015)

Pierre Petitclerc, MRN
Érable noir**Ginseng à cinq folioles (*Panax quinquefolius*)**

Cette plante herbacée de la famille des araliacées est vivace et issue d'un rhizome. Elle fleurit après 3 à 4 ans. La tige mesure de 20 à 35 cm de haut. Sa distribution québécoise couvre principalement la Montérégie, mais il est possible d'en retrouver aussi dans d'autres régions telles que l'Outaouais, les Laurentides, Lanaudière, l'Estrie, le Centre-du-Québec et dans la région de la Capitale-Nationale. Les érablières à érables à sucre constituent son principal habitat. Plusieurs facteurs nuisent à son développement tels la cueillette, les pratiques non appropriées d'aménagement forestier, les effets de la tempête de verglas de 1998 ainsi que la disparition et la dégradation de son habitat. En plus d'être utilisées à des fins médicinales depuis 5000 ans par les Chinois et depuis longtemps par les Premières Nations, les plantes du genre *panax* sont également employées en cuisine (MDDEFP, 2001).

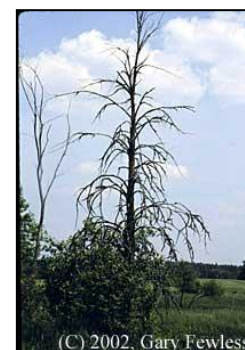
MDDELCC
Ginseng à cinq folioles**Jonc à tépales acuminés (*Juncus acuminatus*)**

Le jonc à tépales acuminés est une plante de la famille des joncacées présentant des touffes mesurant entre 14 et 100 cm de hauteur. Son inflorescence se présente sous forme de panicules terminales, composées de 5 à 50 capitules munis de 2 à 50 fleurs brunes ou verdâtres dont l'apex nettement acuminé explique le nom. Le jonc à tépales acuminés est une espèce de plein soleil associée aux milieux humides. La seule occurrence de la plante au Québec serait menacée par le projet de prolongement de l'autoroute 35 (MDDEFP, 2009)

©Norman Disnard, MRN
Jonc à tépales acuminés

Orme liège (*Ulmus thomasii*)

De la famille des ulmées, cet arbre, atteignant 25 m de hauteur et 75 cm de diamètre, peut vivre jusqu'à 175 ans. Il pousse principalement sur des affleurements, escarpements et dallages de calcaire, de dolomie ou de marbre. Les occurrences récentes correspondent pour la plupart à de petites populations ou à des individus isolés qui se trouvent en territoire urbanisé. Le développement urbain et agricole, l'exploitation de carrières, la coupe accidentelle d'individus ou des pratiques forestières défavorables à la régénération de l'espèce constituent les principales menaces à la survie de cet arbre. De plus, les individus matures sont souvent affectés par la maladie hollandaise de l'orme (MDDEFP, 2005).



(C) 2002. Gary Fewless
Orme liège

Pin rigide (*Pinus rigida*)

De la famille des pinacées, ce conifère pouvant mesurer 20 m de hauteur, dont les aiguilles sont groupées par trois et atteignent 12 cm de longueur, peut vivre 200 ans. Seule la Montérégie fait partie de son aire de distribution au Québec, où il pousse dans les milieux sablonneux ou affleurements rocheux dont le sol est pauvre et sec. Les feux de forêt participent au maintien de l'espèce en permettant l'ouverture des cônes sérotineux. On ne trouverait qu'entre 3 000 et 4 000 individus au Québec. L'étalement urbain et la conversion de boisés en terres agricoles sont des facteurs qui nuisent à l'espèce (MDDEFP, 2005).



Réserve écologique du Pin-Rigide à Saint-Antoine-Abbé, Montérégie.

Phégoptère hexagone (*Phegopteris hexagonoptera*)

Cette fougère vivace de la famille des thélyptéridacées mesure de 30 à 60 cm de hauteur. Elle possède des frondes toutes semblables ne persistant pas durant l'hiver. Au Québec, elle pousse seulement dans les sous-bois des érablières matures caractérisés par une strate arbustive peu développée de la région de la Montérégie et des Laurentides. Le développement urbain et agricole ainsi que les aménagements forestiers pouvant ne pas être appropriés constituent tous des menaces pour cette fougère. Aussi, il s'agit d'une plante très sensible aux changements microclimatiques occasionnés par un changement de couvert forestier. D'ailleurs, la tempête de verglas de 1998 a probablement beaucoup nui à cette espèce (MDDEFP, 2001).



Phégoptère hexagone

Thélyptère simulatrice (*Thelypteris simulata*)

De la famille des thélyptéridacées, cette fougère vivace, dont les frondes séparées de 1 à 2 cm les unes des autres poussent le long d'un rhizome, mesure de 25 à 80 cm de hauteur. On peut l'observer uniquement dans les tourbières boisées de la région de la Montérégie. L'extraction de la terre noire, le développement urbain et agricole ainsi que le drainage des milieux humides menacent la survie de cette fougère (MDDEFP, 2002).



Thélyptère simulatrice

Espèces désignées vulnérables

Adiante du Canada (*Adiantum pedatum*)

De la famille des ptéridacées, cette plante herbacée vivace, de 40 à 75 cm de hauteur est issue d'un mince rhizome horizontal. Les conditions propices à la croissance de l'adiante du Canada ne se rencontrent que dans les érablières riches et humides du sud du Québec. L'espèce pousse à l'ombre. Plusieurs facteurs contribuent à sa raréfaction : le broutage par le cerf de Virginie, la coupe forestière, certaines pratiques non appropriées d'aménagement forestier et la destruction de son habitat résultant du développement urbain et agricole. Le prélèvement de spécimens entiers aux fins du commerce horticole exerce également une pression non négligeable sur les populations sauvages de l'espèce (MDDEFP, 2005)



Robert H. Mohlenbrock, USDA

Adiante du Canada

Ail des bois (*Allium tricoccum*)

Cette plante herbacée vivace dont les feuilles ressemblent à celles du muguet fait partie de la famille des liliacées. Issue d'un bulbe mesurant de 2 à 6 cm de longueur, cette plante peut mesurer de 15 à 40 cm de haut. Sa distribution québécoise couvre plusieurs régions : Outaouais, Laurentides, Lanaudière, Montérégie, région de Montréal, Estrie, Mauricie, Centre-du-Québec, région de la Capitale-Nationale et Chaudière-Appalaches. Elle pousse dans les forêts

Bulbe de l'ail des bois
Source: Semaine verteFeuille de l'ail des bois
Source: Encyclopédie de l'Agora

dominées par l'érable à sucre. Le développement urbain et agricole, ainsi que la cueillette des bulbes constituent les principales menaces pour la survie de cette plante désignée vulnérable. De plus, le bulbe est utilisé en cuisine, mais son extraction entraîne la mort de la plante (MDDEFP, 2001).

Asaret gingembre (*Asarum canadense*)

Cette plante herbacée vivace, de la famille des aristolochiacées, possède un rhizome à l'odeur de gingembre. L'asaret gingembre forme souvent un tapis dense et bas au sol et pousse à l'ombre. Les conditions propices à la croissance de cette plante ne se rencontrent que dans les érablières riches et humides du sud du Québec. Cette plante est également menacée par le broutage du cerf de Virginie, la coupe forestière, certaines pratiques non appropriées d'aménagement forestier, la cueillette de spécimens entiers et la destruction de son habitat résultant du développement urbain et agricole qui entraîne son déclin.



J. Anderson, 2002

Asaret gingembre

Cardamine carcajou (*Cardamine diphylla*)

La cardamine fait partie de la famille des brassicacées. Cette plante herbacée vivace est de petite taille et produit des fleurs blanches. Cette espèce recherche des milieux riches en humus et très humides au printemps. La cardamine carcajou ne se rencontre que dans les forêts riches et humides du sud du Québec. Bien que sa disparition ne soit pas appréhendée pour le moment, certains facteurs contribuent à sa raréfaction : le broutage par le cerf de Virginie, la coupe forestière, certaines pratiques non appropriées d'aménagement forestier, la destruction de son habitat résultant du développement urbain et agricole et le prélèvement de la plante aux fins du commerce de l'horticulture et de l'alimentation (MDDEFP, 2005).



Cardamine carcajou

Conopholis d'Amérique (*Conopholis americana*)

Le conopholis d'Amérique est une plante dépourvue de chlorophylle ressemblant un peu à une pomme de pin blanchâtre. Il peut atteindre une taille de 5 à 25 cm de hauteur et est complètement glabre. Parasite du chêne rouge, on le retrouve au pied de celui-ci. Le conopholis d'Amérique est menacé par la perte de son habitat.

wikipedia.org



Conopholis d'Amérique

F.3 La faune

L'augmentation de l'urbanisation dans la grande région de Montréal, touchant le bassin versant du Richelieu, le recul des superficies forestières et la destruction des grandes forêts (extension des zones urbaines sur le mont Saint-Hilaire), ainsi que la disparition des corridors écologiques nécessaires aux migrations fauniques ont tous un impact négatif sur la faune locale.

Nous pouvons prendre pour exemple la raréfaction ou la disparition des grands prédateurs (respectivement ours noirs et loups gris) qui ont besoin de forêts de grandes dimensions pour vivre.



Cerf de Virginie

F.3.1 Les mammifères

Peu de données existent sur les espèces de mammifères qui habitent sur le territoire du bassin versant de la rivière Richelieu. Cependant, à l'aide des statistiques de piégeage, on sait qu'une quinzaine d'espèces de mammifères sont présentes. Les deux espèces les plus capturées en Montérégie (82 %) sont le castor (*Castor canadensis*) et le rat musqué (*Ondatra zibethicus*). Ce dernier est probablement l'espèce la plus répandue dans le bassin versant puisque les canaux de drainage en milieu agricole sont très abondants et que le rat musqué y habite fréquemment.



Michel Plante
Le Québec en Images, CCDMD

Rat musqué

Au niveau de la grande faune, on retrouve très peu d'orignaux (*Alces alces*) et d'ours noirs (*Ursus americanus*), mais le cerf de Virginie (*Odocoileus virginianus*) est très abondant. Parmi les autres espèces, on retrouve le renard roux (*Vulpes vulpes*), la belette (*Mustela nivalis*), le raton laveur (*Procyon lotor*), l'écureuil gris (*Sciurus carolinensis*), le tamia rayé (*Tamias striatus*), le lièvre d'Amérique (*Lepus americanus*), le castor (*Castor canadensis*), la loutre de rivière (*Lutra canadensis*), la martre d'Amérique (*Martes americana*), la moutette rayée (*Mephitis mephitis*), le vison d'Amérique (*Mustela vison*), le

pékan (*Martes pennanti*) et le coyote (*Canis latrans*).

L'ouverture du paysage montréalais s'est montrée propice pour le cerf de Virginie. Ce mammifère profitera des îlots boisés pour se réfugier et se reproduire, mais s'alimentera principalement en clairière et en champs (Prescott *et coll.*, 2013). La chasse au cerf de Virginie est une activité importante en Montérégie et génère d'importants revenus. Le paysage agroforestier de la région a aussi favorisé le coyote, un autre mammifère opportuniste.



Loutre de rivière

F.3.2 Les oiseaux

En Montérégie, il est possible d'observer 354 espèces d'oiseaux différentes selon Lepage (2007) dans le bassin versant, dont une est menacée. Les études menées par le Centre de la Nature du mont Saint-Hilaire ont permis d'inventorier 201 espèces sur le mont, dont environ 80 nicheuses. Sur le territoire des municipalités de Chambly, Richelieu et Saint-Mathias-sur-Richelieu, il a été recensé environ 171 espèces (données EPOQ).

Espèces menacées

Paruline azurée (*Dendroica cerulea*) R

La paruline azurée est un petit passereau d'une dizaine de centimètres. Le mâle a le dessus du corps bleu et le ventre blanc, alors que la femelle a le haut du corps turquoise et le ventre blanchâtre. La paruline azurée n'est retrouvée qu'en Ontario et au Québec, où on l'observe généralement dans la région de Montréal, en Montérégie et en Outaouais. On estime son abondance au Québec à seulement quelques dizaines de couples. Espèce migratrice, elle passe l'hiver en Amérique du Sud. La paruline azurée fréquente les forêts matures dans la canopée desquelles elle s'alimente, et leur modification, qu'elle soit d'origine naturelle ou anthropique, semble nuire énormément à l'espèce. On a noté une diminution des observations au mont St-Hilaire suite à la tempête de verglas du début des années 80. La fragmentation et la perte d'habitat contribuent ainsi à la raréfaction de l'espèce.



Paruline azurée

Pie-grièche migratrice (*Lanius ludovicianus*)

Cette espèce est associée au milieu ouvert et est souvent associée aux pâturages. Alors que ce passereau était commun au début du siècle, maintenant seuls quelques individus ont été signalés dans les dernières années. Aucun facteur ne semble expliquer totalement le déclin de cette

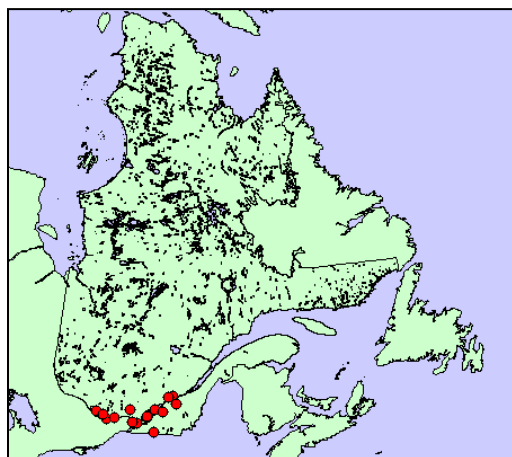


Figure F.1. Lieu de nidification de la pie-grièche migratrice au Québec
Données de SOS POP 2006.

Source Environnement Canada



Pie-grièche migratrice

espèce, mais le changement de configuration du milieu agricole pourrait en expliquer une partie. La pie-grièche est presque de la même taille qu'un merle d'Amérique et possède un masque facial noir et un bec crochu. Elle a la nuque, le croupion, la tête et le dos gris. Sa poitrine et son ventre sont blancs. Cet oiseau niche dans les milieux ouverts. Bien qu'il mange des insectes, il est considéré comme carnivore. Cette particularité fait de lui un allié pour les agriculteurs puisqu'il mange les sauterelles et des petits mammifères qui peuvent nuire aux récoltes. N'ayant pas de serres suffisamment fortes pour tuer leurs proies, les pies-grièches utilisent les fils barbelés, les épines ou les branches en forme de fourche pour les manger, une caractéristique qui leur est propre. La pie-grièche migratrice se reproduit dans le sud de l'Est du Canada et aux États-Unis. L'hiver, elle migre vers le sud des États-Unis et au Mexique. Sa situation est critique partout au

Canada. Bien qu'au début du XX^e siècle, cet oiseau fut abondant au Québec, il y est maintenant dénombré qu'un petit nombre (19 couples observés entre 1980 et 1999) (MRNF, 2007) (figure F.1). De nombreuses raisons peuvent expliquer le déclin de l'espèce. Premièrement, les modifications apportées aux terres agricoles peuvent en expliquer une grande partie. En effet, l'agriculture a beaucoup changé au cours des dernières décennies (ex. : monoculture de maïs, diminution de la superficie des pâturages et des haies, etc.). L'utilisation de pesticides pourrait aussi être une cause. Il ne faut pas oublier que ces changements ne sont pas survenus qu'au Québec, mais aussi ailleurs dans son aire de distribution hivernale, ce qui lui nuit doublement. Un plan de rétablissement a été mis en œuvre en 1993 pour cette espèce en déclin afin de maintenir, ou d'augmenter, le nombre d'individus. Ce plan a permis de caractériser son habitat de nidification et de faire un suivi des populations. Le plan proposait aussi l'établissement d'une population en captivité pour ensuite les libérer dans la nature. Selon une étude effectuée en Outaouais (Desjardins, 2005), la réintroduction d'individus fonctionne bien et il se pourrait que le projet soit reconduit dans le bassin versant de la rivière Richelieu.

Râle jaune (*Coturnicops noveboracensis*)



Râle jaune

Le râle jaune est un petit oiseau de marais au comportement discret. Son plumage est chamois, avec quelques barres noires et blanches, et il se distingue en vol par une tache blanche sur l'aile. Son corps est comprimé latéralement et ses longs doigts lui permettent de se déplacer facilement dans la végétation aquatique. Il se reproduit presque exclusivement au Canada et dans le nord des États-Unis. Son aire de répartition au Québec est environ du quart de son aire de répartition mondiale. Il niche dans le sud du Québec dans des marais d'eau douce ou saumâtre où la végétation est dense et courte. Le râle jaune est particulièrement menacé par la disparition des milieux humides dont la perte est estimée à au moins 50 % des rives du Saint-Laurent au siècle dernier.

Espèces vulnérables

Faucon pèlerin (*Falco peregrinus*)

La sous-espèce *anatum* de faucon pèlerin est vulnérable. L'utilisation massive de dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT) dans les années 1950-1960 serait la principale cause du déclin des populations. En effet, l'accumulation de DDT dans la chaîne alimentaire et sa constante présence dans l'environnement des faucons ont causé de nombreux problèmes de reproduction chez l'espèce. De plus, les dérangements humains lors de la nidification, le développement urbain et récréatif sont aussi d'autres facteurs pouvant nuire à l'espèce. Dans le bassin versant, elle niche, entre autres, sur les falaises du mont Saint-Hilaire.



M. Lamarche, www.findnature.com
Faucon pèlerin



Petit blongios

Petit blongios (*Ixobrychus exilis*)

Le petit blongios est un oiseau discret de marais d'eau douce se reproduisant dans le sud de l'Ontario, du Manitoba et du Québec, ainsi que dans les Maritimes. Il est difficile à observer, car il se glisse dans la végétation dense des milieux humides. La perte d'habitat est responsable de la baisse des effectifs (Biodôme de Montréal, 1999).

F.3.3 Les poissons

Le Richelieu est l'une des rivières les plus riches en espèces de poissons au Québec. Nous pouvons y retrouver près de 80 espèces (MRNF, 2008). Une quarantaine de frayères sont protégées dans le bassin versant : 35 sur la rivière Richelieu, trois sur la rivière L'Acadie et deux sur la rivière du Sud.

Dans le bassin versant de la rivière Richelieu, il y a une espèce menacée, deux vulnérables et deux susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables. Nous pouvons aussi noter la présence d'espèces exotiques pouvant nuire à l'écosystème local, comme la tanche ou le gobie (voir section 5, Les espèces exotiques envahissantes). Malheureusement, le Richelieu est l'une des rivières les plus polluées du Québec et l'un de ses tributaires, la rivière des Hurons, est la rivière la plus polluée du Québec.

Espèces menacées

Chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*)

Cette espèce est désignée menacée selon *la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables du Québec* et est désignée espèce en voie de disparition depuis décembre 2007 en vertu de la *Loi canadienne sur les espèces en péril*. Il s'agit d'une espèce endémique au Québec, c'est-à-dire qu'elle ne se retrouve nulle part ailleurs dans le monde.

De nos jours, la seule population est composée de quelques milliers d'individus et limitée aux eaux de la rivière des Mille Îles et aux alentours de l'île de Montréal, à la rivière Richelieu et au fleuve Saint-Laurent à la hauteur de Contrecoeur (Équipe de rétablissement du chevalier cuivré du Québec, 2012) (carte F.1).

On le rencontre surtout dans les eaux de la rivière Richelieu, où se trouvent d'ailleurs les deux seuls sites de fraie connus : aux rapides de Chambly et en aval du barrage de Saint-Ours.

Le chevalier cuivré peut atteindre plus de 70 cm de longueur. Les populations sont constituées majoritairement d'individus âgés. En effet, l'espèce semble avoir des problèmes de reproduction. Ces problèmes peuvent être dus à l'augmentation de polluants dans les cours d'eau et à la présence de barrages qui les empêchent de remonter jusqu'à leur site de fraie. De plus, il a été observé que l'espèce a des problèmes de libération de spermatozoïdes et d'œufs possiblement causés par l'action de pesticides sur leur système endocrinien. Ce dernier facteur est des plus inquiétants. Néanmoins, les modifications d'habitat (ex. : augmentation des sédiments au site de fraie, urbanisation, etc.) qu'il a subies pendant les dernières décennies jouent aussi un rôle important dans son déclin. La disparition de l'espèce dans les rivières Noire et Yamaska y est d'ailleurs confirmée pour cette raison.

Dans le cadre d'un programme de réintroduction de l'espèce pour reconstituer le stock de géniteurs qui se fait de plus en plus rare et vieillissant, l'espèce est reproduite artificiellement depuis 2004. Des larves et des juvéniles sont ensemencés dans la rivière Richelieu. Malgré ces efforts, la protection de l'intégrité des habitats et l'amélioration de la qualité de l'eau de la rivière Richelieu demeurent des enjeux majeurs pour assurer le rétablissement de l'espèce.



Chevalier cuivré

Ce plan répond aux exigences de la *Loi québécoise sur les espèces menacées ou vulnérables* ainsi qu'à celles de la *Loi canadienne sur les espèces en péril* (COSEPAC, 2004). Le plan propose aussi certaines actions prioritaires ou certains projets (par exemple : la création du refuge faunique Pierre-Etienne-Fortin et le projet de reproduction au Biodôme de Montréal). Pour y parvenir, l'équipe de rétablissement s'est fixé trois objectifs principaux :

- Augmenter le recrutement de la population dans la rivière Richelieu;
- Améliorer les conditions des habitats en déterminant les habitats les plus importants;
- D'ici 15 ans, faire en sorte que les géniteurs de chevaliers cuivrés représentent 3 % de l'ensemble des chevaliers, toutes espèces confondues.

Dard de sable (*Ammocrypta pellucida*)

Le dard de sable est le seul représentant du genre *Ammocrypta* au Québec. Il fréquente donc presque exclusivement les cours d'eau, les rivières et les lacs lui offrant des fonds sablonneux, exposés à des courants suffisamment faibles pour maintenir le sable en place et suffisamment élevés pour prévenir l'envasement. Il préfère les eaux claires où la végétation aquatique est absente ou clairsemée.



Photo : Louis Bernatchez

Dard de sable

L'espèce a été signalée dans le fleuve Saint-Laurent et dans certains tributaires situés entre le lac des Deux-Montagnes et Leclercville, en aval du lac Saint-Pierre.

Sa répartition s'étend sur une large zone du bassin versant excluant l'extrême sud. Les activités agricoles intensives et la détérioration des milieux aquatiques dans les régions du sud du Québec constituent des menaces importantes pour le dard de sable qui semble être principalement menacé par la pollution des eaux et les activités humaines susceptibles de perturber et dégrader son habitat.

Espèces vulnérables

Chevalier de rivière (*Moxostoma carinatum*)

Le chevalier de rivière est un poisson de fond arborant une grosse tête plate, un museau proéminent et une nageoire caudale teintée de rouge. Son ventre est blanc et son dos est brun olive. Il peut atteindre près de 80 cm de long et peser plus de 5,5 kg. Le chevalier de rivière a besoin d'une eau claire, ce qui le rend particulièrement susceptible à l'envasement et à la turbidité des cours d'eau. Les barrages constituent aussi une menace pour l'espèce (ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario, 2014).

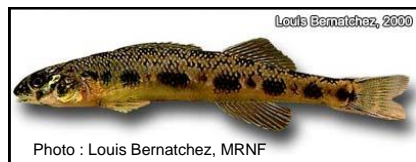


Photo : Louis Bernatchez, MRNF

Fouille-roche gris

Fouille-roche gris (*Percina copelandi*)

Ce petit poisson (4 cm) vit dans le fond des cours d'eau. L'espèce est présente dans la rivière Richelieu et plus particulièrement dans les rapides de Chambly où elle se reproduit. Cette espèce est sensible à la pollution et souffre aussi de la perte de son habitat (augmentation des sédiments et diminution de la qualité de l'eau).

Méné d'herbe (*Notropis bifrenatus*)

Ce petit poisson mesure environ six centimètres et est présent sur le bassin versant de la rivière Richelieu. Il vit dans les zones calmes des rivières, des ruisseaux et parfois des lacs et plus particulièrement dans la végétation aquatique submergée abondante. Sa présence est en diminution dans le bassin versant ainsi que dans d'autres zones. Les principales raisons de son déclin sont la diminution de la qualité de l'eau, une augmentation de la turbidité et la réduction des herbiers aquatiques. Les autres menaces connues et présumées affectant le mené d'herbe au Québec sont les changements climatiques, l'altération du régime d'écoulement des eaux, les obstacles au libre passage, la propagation des espèces exotiques et des maladies ainsi que les captures accidentelles.

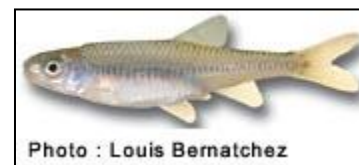


Photo : Louis Bernatchez

Méné d'herbe

F.3.4 Herpétofaune

Dans la zone du Richelieu et au mont Saint-Hilaire, il est possible d'observer la quasi-totalité des reptiles et amphibiens du Québec, soit 33 espèces sur un total de 36. Cette faune est aujourd'hui très menacée par la déforestation de plus en plus importante et l'assèchement des zones humides. Les amphibiens en particulier sont très sensibles à la présence de substances toxiques dans l'eau. De plus, l'artificialisation des berges détruit une grande partie de leur habitat. Par ailleurs, l'augmentation des réseaux routiers supprime les corridors écologiques nécessaires aux échanges entre populations animales et aux migrations.

Sur le territoire du bassin versant de la rivière Richelieu, une espèce est menacée, trois sont vulnérables et trois espèces sont susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables. La grenouille des marais (*Rana palustris*), la salamandre à quatre orteils (*Hemidactylium scutatum*) et la salamandre sombre du Nord (*Desmognahus fuscus*) sont les espèces susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables.



Grenouille des marais

Espèces menacées

Tortue molle à épines (*Apalone spinifera spinifera*)

Au Québec, elle se retrouve dans la baie Missisquoi et au lac Champlain (figure F.2). Il y a aussi eu des mentions de la présence de cette tortue dans la rivière Outaouais, dans l'embouchure de la rivière aux Brochets ainsi que dans la rivière du Sud et L'Acadie (Rioux et Desroches, 2007). Ces deux dernières sont des tributaires du bassin versant de la rivière Richelieu. Cependant, on la retrouve en petit nombre et elle est géographiquement isolée des grandes colonies de l'Amérique du Nord. Plusieurs activités anthropiques nuisent aux populations de tortues, par exemple, la construction de barrages, le dérangement aux aires de pontes, la modification des niveaux de l'eau de la rivière, etc. Malheureusement, il y a aussi des facteurs sur lesquels il est impossible d'agir comme le climat froid qui ralentit la croissance des tortues. La tortue molle à épines est une tortue d'eau douce de taille moyenne qui est distincte et facile à reconnaître. Son profil plat et sa carapace arrondie l'ont fait surnommer « tortue crêpe ». Bien que la plupart des autres tortues aient une carapace dure, celle de la tortue molle à épines a la consistance du cuir et est ornée de projections épineuses peu apparentes le long de la bordure antérieure. Les mâles adultes sont beaucoup plus petits, mesurant en général entre 12,5 et 23,5 cm tandis que les femelles peuvent mesurer le double.



Tortue molle à épines

De nos jours, il n'y a plus que deux sous-populations présentes. L'une d'elles est en Ontario près des Grands Lacs tandis que la deuxième se trouve au Québec. Cette colonie est estimée à une centaine d'individus (Rioux et Desroches, 2007).

La dégradation de son habitat est probablement la principale cause de la diminution des populations. En effet, les modifications apportées aux berges à des fins de développement urbain ou agricole ont entraîné une diminution des lieux propices à la ponte pour cette tortue. Par ailleurs, la présence d'activités humaines de plus en plus fréquentes et près de son habitat occasionne un haut taux de stress chez les individus. Cette augmentation

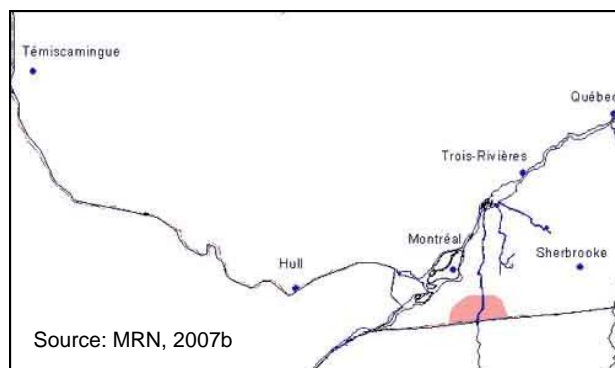


Figure F.2 Aire de répartition de la tortue molle à épines.

d'activités accroît aussi les risques de blessures ou de collisions avec cette bête (ex. : collision par un bateau, capture dans les filets de pêche, etc.). Tout cela s'accompagne d'une augmentation de la pollution de l'eau qui lui est aussi néfaste. De plus, la modification du niveau des eaux peut entraîner la destruction des œufs lors de la saison de ponte ou causer leur mort par le froid.

Un plan de rétablissement de l'espèce a été mis en place en 1997. Il visait 1) la protection des habitats de deux populations de tortues molles à épines, 2) à s'assurer que les tortues utilisent ces habitats, 3) à ce qu'elles s'y reproduisent et 4) au maintien possible à long terme. À la suite de ce plan, des études de télémétrie ont été effectuées au lac Champlain. Donc, maintenant, son aire de répartition et les habitats les plus fréquentés sont connus.

Espèces vulnérables

Rainette faux-grillon de l'Ouest (*Pseudacris triseriata*)

Cette petite grenouille a une taille variant de 2 à 4 cm. Au Québec, elle est présente seulement en Outaouais et en Montérégie. Les enjeux sont majeurs, principalement en Montérégie, où l'espèce est en déclin à cause du développement urbain et de l'intensification de l'agriculture. La fragmentation de l'habitat empêche une recolonisation et limite les échanges génétiques, ce qui entraîne une perte de diversité génétique.



Rainette faux-grillon de l'Ouest



www.carcnet.ca

Tortue géographique

Tortue géographique (*Graptemys geographica*)

La tortue géographique se retrouve partout dans les plans d'eau des grandes régions de Montréal et de Québec. Il existe plusieurs actions qui peuvent nuire à la survie de cette tortue, notamment la modification des berges, le changement du niveau des eaux pendant la saison de nidification et la pollution. La perte de sites d'exposition au soleil (arbre mort dans l'eau, roches) constitue également une perte d'habitats essentiels pouvant nuire à sa survie. Puisqu'il s'agit d'une espèce très nerveuse, elle sera aussi facilement affectée par le dérangement.

Tortue des bois (*Clemmys insculpta*)

Cette tortue peut être majoritairement observée en Montérégie, en Estrie, en Outaouais et en Mauricie. C'est d'ailleurs dans cette dernière région que l'on retrouve la plus grande colonie au Canada. L'augmentation d'activités anthropiques (ex. : urbanisation, loisir, etc.), le braconnage et la prédation des nids sont des facteurs qui nuisent à la survie des tortues des bois.



Musée de l'histoire naturelle de la Nouvelle-Écosse

Tortue des bois

F.3.5 Les insectes

Les insectes sont souvent vus d'un mauvais œil par les gens, car ils sont souvent associés au dérangement (ex. : piqûres). Cependant, ils sont nécessaires puisqu'ils servent de nourriture à de nombreuses espèces d'oiseaux, à plusieurs poissons, à certains mammifères (ex. : la chauve-souris) et sont souvent requis pour la pollinisation des arbres.

Nous pouvons retrouver sur le mont Saint-Hilaire plus de 800 espèces de lépidoptères ou papillons, 27 espèces de collemboles, 59 espèces de pucerons, 69 espèces de coléoptères et 99 espèces de diptères.



Criocère du lis (coléoptère)



Monarque (lépidoptère)



Guêpe commune (hyménoptère)

F.4 Actions entreprises

Plusieurs solutions peuvent être mises en place afin de venir en aide aux espèces ayant un statut précaire. Souvent, des changements dans nos modes de vie seront nécessaires. Pensons simplement aux activités récréatives et au développement domiciliaire qui peuvent leur nuire. La création d'aires protégées et la sensibilisation de la population peuvent être des avenues fortement envisageables (voir section F.1.3.1). Deux autres actions sont ici détaillées : les passes à poissons et les plans de rétablissement.

F.4.1 Passes à poissons

Les passes à poissons représentent une déviation artificiellement créée pour permettre et faciliter le passage des poissons au niveau des barrages. On a recours à trois principaux types de passes migratoires. Il y a, tout d'abord, la passe migratoire en gradins, la passe migratoire à cloisons percées de fentes verticales (échelle à poissons) et la passe migratoire à déflecteurs.

Sur la rivière Richelieu, depuis la fin des années 1960, la migration du chevalier cuivré et des autres espèces de poissons était fortement compromise par la restauration du barrage de Saint-Ours. C'est pourquoi une nouvelle passe multi-espèces a été mise en service au printemps 2001. Depuis, les résultats sont très encourageants. Plusieurs scénarios ont été testés et comparés pour évaluer les facteurs favorisant le passage du chevalier cuivré et des autres espèces ciblées (c.-à-d. l'esturgeon jaune, l'aloise savoureuse, l'anguille d'Amérique et le chevalier de rivière) par cette passe. De plus, à la hauteur du barrage de Chambly, il y a une passe à anguilles.



La passe migratoire multi espèces Vianney-Legendre sur le barrage de Saint-Ours

F.4.2 Plans de rétablissement

Une fois qu'une espèce est désignée menacée ou vulnérable, un plan de rétablissement est élaboré. Ce plan a deux volets : la stratégie de rétablissement et le plan d'action. Ce plan définit les buts et les objectifs de rétablissement, les méthodes d'approche et les mesures à prendre pour réaliser le rétablissement d'une espèce en voie de disparition ou menacée.

- **Stratégie de rétablissement** : elle définit les buts et les objectifs du rétablissement d'une espèce ou de plusieurs espèces en voie de disparition ou menacées.
- **Plan d'action de rétablissement** : il définit les projets et les activités de rétablissement répartis sur une période de cinq ans et en établit les priorités en vue de réaliser les buts et les objectifs décrits dans la stratégie de rétablissement. Entre autres, il indique le responsable de ces activités et à quel moment elles seront accomplies.

Dans le bassin versant de la rivière Richelieu, le chevalier cuivré, la tortue molle à épines, l'aigle royal, la pie-grièche migratrice, le fouille-roche gris, le faucon pèlerin, l'aloise savoureuse, la rainette faux-grillon de l'Ouest, la tortue des bois et certaines espèces de cyprinidés et petits percidés bénéficient d'un plan de rétablissement.

F.5 Les espèces exotiques envahissantes

F.5.1 Qu'est-ce qu'une espèce exotique envahissante ?

Selon le MDDELCC, « Une espèce exotique envahissante est un végétal, un animal ou un micro-organisme (virus ou bactérie) introduit hors de son aire de répartition naturelle et dont l'établissement ou la propagation constitue une menace pour l'environnement, l'économie ou la société ». Il faut aussi savoir que le terme « nuisible » est encore utilisé pour qualifier les espèces exotiques envahissantes. Mais, ce terme est devenu obsolète et source des pires excès concernant l'extermination de ces espèces. Par contre, nous ne pouvons pas nier que certaines espèces embarrassent les activités humaines et certains écosystèmes, mais le problème doit être posé différemment.

« Sur notre planète, les espèces vivantes sont intégrées dans des écosystèmes dont elles sont toutes dépendantes et dans lesquels elles jouent chacune un rôle spécifique nécessaire à l'équilibre global. En ce sens, les mots "animaux nuisibles" et "mauvaises herbes" ne sont nullement justifiés.

Certaines populations locales peuvent devenir indésirables par rapport aux objectifs des êtres humains : cultures, élevages, préservation de l'habitation... Leur sureffectif est souvent lié à des déséquilibres causés par les êtres humains, tels des bouleversements de l'habitat, de malencontreuses introductions d'espèces exotiques et l'élimination antérieure des prédateurs naturels. [...]

À nous de trouver des solutions qui nous permettent de coexister avec les espèces animales qui assurent les équilibres naturels aussi essentiels pour nous que pour tous les autres organismes vivants. Il suffit d'être plus malin que le renard en maraude pour défendre le poulailler... »

Hubert Reeves - Président de la Ligue ROC.

Depuis que l'homme voyage, il transporte volontairement ou non tout un cortège d'animaux qui peut ainsi s'implanter sur de nouveaux territoires. La plupart des espèces introduites dans un nouvel environnement ne survivent pas et finissent par disparaître, mais quelques-unes, particulièrement résistantes et trouvant là des conditions de vie adaptées, y prolifèrent et deviennent un danger pour leur milieu d'adoption.

Les raisons pour lesquelles l'être humain introduit de nouvelles espèces sont variées, la plupart du temps involontaires et résultant souvent de négligences. Par exemple, certaines espèces comme la moule zébrée (*Dreissena polymorpha*) peuvent voyager sur les coques et dans les ballasts des bateaux. Néanmoins, certaines introductions sont volontaires et se font majoritairement pour des raisons économiques et commerciales, c'est le cas de la tanche (*Tinca tinca*). Bien des espèces exotiques envahissantes sont introduites inconsciemment sur le territoire. Une sensibilisation de la population est donc primordiale pour éviter cette introduction.

F.5.2 Les espèces exotiques envahissantes du bassin versant et de la zone St-Laurent

Tanche (*Tinca tinca*)

Cette espèce d'Eurasie fut introduite illégalement au Québec à des fins d'élevage en 1986. Elle a été lâchée accidentellement par la vidange d'étangs d'une pisciculture dans la rivière Richelieu au début des années 1990. Elle y a colonisé aussi certaines rivières voisines. Elle se caractérise comme une espèce très féconde, dotée d'une capacité d'adaptation à diverses conditions environnementales. Sa tolérance aux basses températures fait craindre sa dispersion dans le fleuve Saint-Laurent et le lac Champlain. La pêche de poissons-appâts étant pratiquée dans la rivière Richelieu, l'invasion de la tanche pourrait atteindre d'autres bassins hydrographiques. Si son abondance continue à s'accroître, elle risque d'entrer en compétition avec certaines espèces dont plusieurs sont d'intérêts sportif et commercial. Aussi, cette espèce risque d'entrer en compétition avec des espèces menacées ou vulnérables. Elle occupe, de plus, les herbiers nécessaires à la première année de vie de ces deux espèces.



Tanche

À l'heure actuelle, il est donc important de surveiller l'évolution de la population de la tanche, de suivre son impact sur l'écosystème local et de mettre en place des programmes de sensibilisation de la population sur les menaces de l'introduction d'espèces exotiques sur le milieu naturel local et ses habitants. D'ailleurs, le MFFP

demande aux pêcheurs de ne pas les relâcher et de ne pas les transporter vivantes s'ils en capturent. De plus, il est important d'aviser de l'endroit de la capture et de ne pas utiliser la tanche comme appât.

Moule zébrée (*Dreissena polymorpha*)

Ce petit mollusque bivalve d'eau douce est brun rayé blanc ou beige. Son introduction en Amérique du Nord remonte au milieu des années 1980. Originaires d'Europe, la moule zébrée a été aperçue pour la première fois dans le lac Sainte-Claire en Ontario, dans la région des Grands Lacs. Le déversement des eaux de ballast d'un navire transatlantique provenant de la mer Caspienne, de la mer Noire ou d'autres eaux contaminées, a pu causer sa présence en Ontario. Cette moule possède des filaments byssus pour s'accrocher aux objets, donc elle est capable de coloniser d'autres étendues d'eau facilement et rapidement grâce aux bateaux de plaisance, aux pêcheurs et aux oiseaux. De plus, elle est très prolifique puisqu'elle peut pondre jusqu'à 320 000 œufs par année. Sa présence a été constatée dans la rivière Richelieu en 1994, avec un pic de colonisation dans la région du Haut-Richelieu. Le bassin de Chambly semble être, pour le moment, une barrière au développement massif de la moule zébrée en aval.



Moules zébrées

En plus de causer de gros dégâts sur le matériel de plaisance et ses infrastructures, sur les installations de traitements de l'eau et sur les loisirs (coupures dues aux coquilles), la moule zébrée peut aussi apporter des modifications importantes aux écosystèmes qu'elle fréquente. En filtrant une grande quantité d'eau (1l/jour), elle diminue la quantité de phytoplanctons et de zooplanctons. Puisque ceux-ci sont à la base de la chaîne alimentaire de plusieurs autres espèces, cela peut donc entraîner, par la suite, la disparition de certaines espèces indigènes.

La moule zébrée fait partie des espèces visées par la *Stratégie nationale sur les espèces exotiques envahissantes* (voir section F.6). Pour éviter sa prolifération vers d'autres plans d'eau ou rivières, le gouvernement du Québec propose aux citoyens différentes pratiques à adopter. Entre autres, ils suggèrent de nettoyer les bateaux et les moteurs avant de quitter un plan d'eau, de signaler toutes présences du mollusque et de laver le matériel (MDDEP, 2002).

Gobie à taches noires (*Neogobius melanostomus*)

Ce poisson mesure en moyenne de 8 à 15 cm et possède une nageoire pelvienne unique. Les premières observations remontent à 1990 où il avait été aperçu dans les eaux de la rivière Claire. Ensuite, il a colonisé les Grands Lacs et s'est propagé dans le fleuve Saint-Laurent. Une fois établi, ce poisson de fond n'a pas de difficulté à survivre puisqu'il se reproduit plusieurs fois par été et s'adapte à la mauvaise qualité des eaux. Ces caractéristiques lui permettent de supplanter les poissons indigènes d'autant plus qu'il mange leurs œufs et leurs jeunes.



Gobie à taches noires

Pour permettre de limiter sa progression, le MFFP mène depuis quelques années une campagne de sensibilisation pour permettre aux pêcheurs d'identifier ce poisson et de connaître les procédures à effectuer en cas de capture (MRNF, 2002). Dans le cas de capture, les pêcheurs ne doivent jamais remettre les gobies à l'eau vivants ni les utiliser comme appâts.



Butome à ombelle

Butome à ombelle (*Butomus umbellatus* L.)

Cette plante exotique envahissante est originaire d'Eurasie et a été identifiée pour la première fois le long du Saint-Laurent en 1897. Il s'agit d'une plante émergente qui croît normalement dans les marais. Elle est souvent répertoriée à partir du lac Saint-Louis jusqu'au lac Saint-Pierre (Environnement Canada, 2003) et aussi sur les rives de la rivière Richelieu où des travaux de caractérisation effectués par le COVABAR ont permis d'en observer plusieurs populations. Par contre, à ce jour, le butome à ombelle ne semble pas nuire gravement à la diversité végétale.

Le butome à ombelle se reproduit par production de graines et multiplication végétative des individus par production de bulbilles. La semence et les bulbilles se disséminent au gré des courants

et la graine a une très longue durée de vie, ce qui contribue à sa facilité de dispersion (Environnement Canada, 2003). Grâce au pouvoir reproducteur élevé de cette plante, l'envahissement pourrait augmenter rapidement. Il n'existe aucune étude permettant de connaître les effets de la colonisation des milieux humides par le butome à ombelle sur la végétation indigène. Toutefois, toutes ces caractéristiques laissent entrevoir un possible envahissement au détriment des espèces indigènes (Environnement Canada, 2003; Environnement Canada, 2007). On le rencontre régulièrement dans la zone Saint-Laurent et le bassin versant.

Châtaigne d'eau (*Trapa natans*)

Cette plante ornementale est d'origine eurasiennne et africaine. Elle a été introduite volontairement à la fin du 19^e siècle dans le nord-est des États-Unis. Sa première mention dans le sud du lac Champlain remonte à plus de 70 ans. En 1997, on note sa présence dans la rivière du Sud, un affluent de la rivière Richelieu. Ce n'est que cinq ans plus tard qu'elle fait son apparition dans la rivière Richelieu. Depuis, on craint qu'elle se répande dans d'autres cours d'eau du sud du Québec. Son épais couvert de végétation flottante bloque la lumière, nuit à la biodiversité du milieu ainsi qu'à la pratique d'activités récréatives telles que la pêche et la baignade.



Fruits de châtaigne d'eau

Elle constitue une menace très importante pour le milieu aquatique, car :

- elle nuit à la flore et à la faune indigène en créant un déficit en oxygène dans le cours d'eau;
- elle perturbe sérieusement la biodiversité du milieu où elle s'implante et celui-ci subit des pertes irréremédiables;
- l'épais couvert de végétation qu'elle crée rend impraticables la navigation, la pêche, la chasse, la natation, etc. Ses fruits épineux peuvent aussi être dangereux pour les pieds des baigneurs.



Châtaigne d'eau

Des campagnes d'arrachage manuel ont été effectuées en 2000 et 2001. Ces

dernières n'étant pas suffisantes, de l'arrachage mécanique a eu lieu au cours de l'été 2002. D'ailleurs, des campagnes de contrôle de la châtaigne d'eau se poursuivent annuellement depuis cette période. Il est important d'être déterminé et persistant, car même après avoir passé 12 années sous l'eau, les graines de cette plante peuvent encore germer.

Hydrocharide grenouillette (*Hydrocharis morsus-ranae*)

L'hydrocharide grenouillette se retrouve entre autres dans la rivière aux Pins. Il s'agit d'une petite plante d'Eurasie introduite à Ottawa à des fins ornementales et qui a rapidement colonisé le St-Laurent et ses tributaires. Elle se reproduit de façon végétative grâce aux bourgeons fixés à ses racines qui finissent par tomber au fond du cours d'eau. L'hydrocharide pourrait diminuer la diversité des plantes submergées par compétition pour la lumière (Biofilia, 2012).



Hydrocharide grenouillette

Myriophylle à épi (*Myriophyllum spicatum*)

Le myriophylle à épis est une plante submergée provenant d'Eurasie dont la multiplication peut se faire de façon végétative ou par ses graines. Il diffère des autres myriophylles par le nombre de divisions de ses feuilles. Il peut constituer une véritable prairie au fond des cours d'eau. Sa tige molle lui permet de se balancer au rythme du courant. Le myriophylle à épis a été retrouvé dans la rivière aux Pins.



Myriophylle à épi

Nerprun cathartique (*Rhamnus cathartica* L.)

Le nerprun cathartique est un arbuste touffu pouvant mesurer six mètres de haut. Les feuilles, opposées et dentées, présentent des nervures s'arquant vers la pointe de la feuille. Ses fruits sont des drupes noires. On le retrouve dans les champs abandonnés, à la lisière des forêts et le long des clôtures. Au Québec, il se trouve surtout dans la partie sud-ouest de la plaine du Saint-Laurent. Provenant d'Europe et planté comme arbuste ornemental, il s'est répandu grâce à dispersion de ses graines par les oiseaux. En plus de faire compétition à la flore locale, il présente aussi un refuge hivernal pour le puceron du soya (Néron, 2004).



Nerprun cathartique

Phragmite (roseau commun) (*Phragmites australis*)

Cette plante est mondialement étendue (à l'exception de l'Antarctique). Au Québec, on en retrouve deux variétés, l'une est indigène et l'autre est européenne. C'est cette dernière qui cause le plus de problèmes et qui est la plus envahissante. C'est au début des années 1970 que cette plante a commencé à réellement prendre de l'expansion dans le sud-ouest du Québec.

Cette plante vivace peut mesurer jusqu'à 5 m de haut et se reproduit par rhizome. On la retrouve dans les milieux ouverts, les marais, en bordure des routes et des champs, etc. Elle s'adapte facilement, aussi bien à la sécheresse qu'à l'inondation. De plus, elle est très résistante et combative, ce qui nuit aux autres espèces végétales.

Il est difficile d'enrayer le phragmite une fois qu'il est installé. Cependant, M. Claude Lavoie, professeur-chercheur au Centre de recherche en aménagement et développement de l'Université Laval, propose certaines façons de faire (Olivier, 2006). Il suggère de couper les tiges en août et d'ensuite les brûler. Une fois que la plante a été coupée, l'utilisation de pesticide (glyphosate) sur plusieurs années peut s'avérer une solution efficace. Néanmoins, M. Lavoie précise qu'il s'agit de pesticide, alors il faut évaluer ce qui constitue la plus grande menace pour l'environnement : les pesticides ou la propagation de phragmites.



Carline Savage, Centre Saint-Laurent

Le phragmite est abondant dans le bassin versant et la zone St-Laurent.

Phragmite

Renouée japonaise

Il s'agit encore une fois d'une plante exotique originaire d'Asie, introduite comme plante ornementale sur les côtes américaines vers la fin du 19^e siècle. Cette plante vivace est extrêmement résistante et pratiquement impossible à éradiquer. L'Union Internationale pour la conservation de la nature a même inscrit la renouée japonaise sur la liste des 100 plantes les plus envahissantes de la planète. Elle se multiplie de façon végétative à partir de minuscules fragments de tige ou de racine, qui eux, peuvent demeurer en dormance jusqu'à 10 ans enfouis dans le sol. Sa croissance est très rapide et elle libère des toxines dans le sol qui inhibent le développement des autres végétaux en périphérie (Godmaire et Côté, 2006).



Hélène Godmaire

Renouée japonaise

Dans le bassin versant de la rivière, cette plante est présente surtout en milieu urbain où elle est utilisée en horticulture, mais puisqu'elle possède des caractéristiques lui permettant d'envahir très féroceement les milieux naturels, il est conseillé de tenter de l'arracher des plates-bandes et de surtout de ne pas en planter de nouveaux spécimens. Des travaux de caractérisation des berges ont permis au COVABAR d'en répertorier quelques populations sur les berges du ruisseau Saint-Louis ainsi qu'à Saint-Jean-sur-Richelieu, ce qui laisse présager un envahissement à plus grande échelle.

Salicaire pourpre (commune) (*Lythrum salicaria*)



Salicaires pourpres

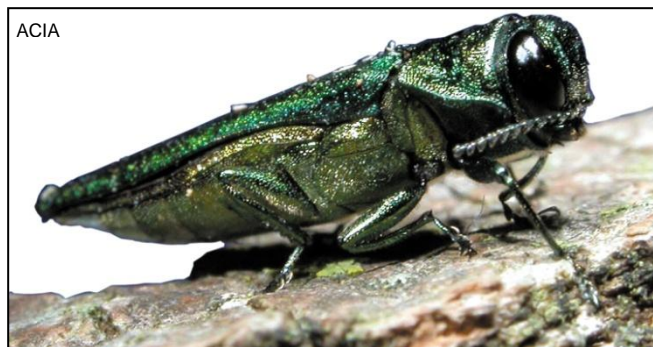
Cette plante fut introduite de l'Asie et de l'Europe il y a plus d'un siècle à des fins d'horticulture. Cette plante ornementale peut mesurer jusqu'à deux mètres de haut. Elle pousse dans toutes les provinces canadiennes, mais on la retrouve en plus grand nombre en Ontario et au Québec.

Il est possible de l'observer dans les milieux humides, tels que les fossés et les bordures des lacs. Elle ne possède aucun compétiteur ou prédateur, donc elle nuit aux plantes indigènes et contribue à l'appauvrissement de la diversité biologique du milieu. Elle peut aussi entraîner l'assèchement des marais. De plus, la salicaire ne fournit pas un habitat propice aux mammifères aquatiques, ce qui démontre que sa présence constitue une réelle menace.

Aucun herbicide n'a été approuvé au Canada pour combattre son envahissement, donc la façon de s'en départir est d'éliminer la plante en entier (MDDEP, 2002). Il est important d'arracher les racines en entier et de ne pas échapper de bouts de la plante, car elle pourrait repousser. La coupe des fleurs avant la germination peut constituer un bon moyen de contrôle. Selon le MDDEP (2002), son impact serait toutefois moins grand que celui du phragmite commun. Cette plante s'observe autant dans le bassin versant que dans la zone St-Laurent.

Agrile du frêne (*Agrilus planipennis*)

L'agrile du frêne est un insecte nuisible qui s'attaque aux frênes et qui peut les détruire en aussi peu que deux ans. Originaire de l'est de l'Asie, l'agrile du frêne a été observé pour la première fois en 2002 en Ontario et aux États-Unis. En juin 2008, L'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) a confirmé la présence de l'agrile du frêne dans la région de la Montérégie, plus précisément sur l'île Demers à Carignan (Bérubé, 2008). La propagation de l'agrile du frêne est habituellement causée par le déplacement de matières infestées, en particulier du bois de chauffage. Le déplacement de ces matières en d'autres lieux peut entraîner la propagation de cet insecte à de nouvelles régions.



Agrile du frêne

Ce sont les larves de cet insecte qui creusent des galeries sous l'écorce des frênes qui finissent par empêcher l'eau et les nutriments de se propager adéquatement dans l'arbre. Les coléoptères adultes émergent au printemps et infestent le même arbre ou un frêne à proximité. Cette propagation naturelle permet à l'agrile du frêne de se disperser de seulement quelques kilomètres par année. Cependant, la propagation artificielle, lorsque des produits du frêne et du bois de chauffage infestés sont déplacés, peut favoriser la propagation de l'agrile du frêne à de nouvelles régions comme il en a été le cas à l'île Demers où du bois de feu de camp a été rapporté de sites infestés de l'Ontario et des États-Unis (ACIA, 2008).

F.6 Méthodes de contrôle

En 1989, le gouvernement du Canada a établi les *Lignes directrices facultatives pour le contrôle du déchargement du lest liquide des navires se dirigeant vers les Grands Lacs* dans le but de réduire le risque d'introduction d'espèces non indigènes par les navires en provenance de l'étranger. Depuis l'instauration de ces nouvelles mesures, dans le bassin Grands Lacs-Saint-Laurent, on a pu constater une diminution d'espèces introduites de près de la moitié, passant de 9 ou 10 espèces par décennie à 5 dans les années 1990 (Environnement Canada, 2006).

En 2004, les gouvernements provinciaux et fédéral ont mis en place des programmes de sensibilisation du public et des professionnels pour limiter ou empêcher la prolifération des espèces exotiques envahissantes dans le cadre de la *Stratégie nationale sur les espèces exotiques envahissantes* (Environnement Canada, 2004). La Stratégie englobe tant les organismes terrestres qu'aquatiques. Elle vise à réduire les effets négatifs causés par les plantes exotiques envahissantes tant sur l'environnement et la société que sur l'économie. Elle repose sur un plan d'action en quatre étapes : la prévention, la détection, l'intervention rapide et la gestion. Ces différentes étapes incluent divers outils, tels que l'éducation et la sensibilisation, l'analyse de risques, les lois et règlements, etc.

En 2006, le gouvernement du Canada a adopté le *Règlement sur le contrôle et la gestion de l'eau de ballast* (Gazette du Canada, 2006). Ce règlement tend à contrôler l'introduction d'organismes aquatiques nuisibles ou pathogènes dans les eaux du bassin Grands Lacs-Saint-Laurent par une gestion appropriée des eaux de ballast.

Il est du devoir de chaque voyageur de déclarer tout animal (incluant les insectes), plante ou aliment lorsqu'il revient d'un voyage à l'extérieur du pays. Certaines de ces substances sont sans danger, mais d'autres pourraient causer des dommages à l'environnement (ASFC, 2006). Étant donné que plusieurs omissions de déclaration surviennent, l'Agence des services frontaliers du Canada utilise des chiens détecteurs afin de contrevenir aux entrées illégales de plantes, aliments et animaux.

Le chevalier cuivré (*Moxostoma hubbsi*)

Seule espèce animale endémique du Québec

Poisson rare qui n'existe qu'au Canada (sud-ouest du Québec)

Habitat : Rivières de tailles moyennes qui ont des berges abruptes, un courant modéré et des fonds durs. La fraie se produit dans les rapides où l'eau a moins de 2 m de profondeur. Deux frayères connues sur la rivière Richelieu : au niveau de l'archipel des rapides de Chambly et à Saint-Ours.

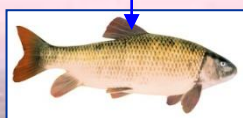
Biologie : L'espérance de vie est de plus de 30 ans. La reproduction commence à l'âge de 10 ans.

Nourriture : Principalement de mollusques qu'il écrase avec ses dents pharyngiennes.

Menaces :

La pollution, l'augmentation de la turbidité, l'envasement. La destruction et la fragmentation de son habitat souvent au profit d'autres espèces (par exemple celles tolérantes à l'eutrophisation). Les loisirs, surtout pendant la période de reproduction. L'introduction d'espèces potentiellement compétitrices. On appréhende aussi l'arrivée de la septicémie hémorragique virale.

À noter : Vieillesse de la population et faible recrutement.



La pie-grièche migratrice (*Lanius ludovicianus migrans*)

Habitat : Les milieux ouverts comme les champs, les pâturages et les friches.

Distribution : Est du continent nord-américain. Niche au Mexique, aux États-Unis et au sud du Canada. Quelques mentions ont été faites dans le sud du Québec : en Outaouais et en Montérégie.

Alimentation : Petits mammifères et insectes.

Menaces :

Changements apportés aux terres agricoles : diminution du nombre de pâturages et des terres en friche, expansion des fermes, etc. Diminution des arbres en bordure des champs pour nicher. Utilisation de pesticides. Développement urbain. Ces menaces existent tant dans son aire de reproduction que d'hivernage.

La tortue molle à épines (*Apalone spinifera spinifera*)

Habitat : Surtout aquatique, préfère les régions de fonds mous, sablonneux ou vaseux. Habitats distincts selon son cycle vital; alimentation: secteurs d'eau peu profonde, herbiers aquatiques; exposition au soleil : bancs de sable, berges herbacées, marécages boueux et peu profonds, rochers; reproduction et ponte : milieux terrestres en bordure de l'eau.

Distribution : Une population au sud de l'Ontario et une autre au sud-ouest du Québec. La population québécoise est à la baie Missisquoi et au lac Champlain. Quelques mentions dans la rivière Richelieu, des Outaouais et dans le fleuve Saint-Laurent.

Biologie : Mœurs diurnes et principalement carnivores : écrevisses, insectes aquatiques, poissons... L'accouplement se fait au printemps et la ponte est en juin ou juillet (52 à 95 jours d'incubation). Dans le nord de son aire de répartition, la tortue molle à épines hiberne. Une eau bien oxygénée semble indispensable à cette période cruciale. Elle a une carapace dorsale semi-circulaire (il s'agit d'une peau coriace plutôt que des plaques cornées comme la plupart des tortues).

Menaces :

La construction de barrages, le dragage, la création de remblais, la circulation et le dérangement sur les lieux de ponte ainsi que la pollution des eaux sont des perturbations ayant des impacts négatifs sur l'habitat de la tortue molle à épines et sur sa reproduction. Le climat conditionne le succès de la reproduction. L'adulte a peu ou pas de prédateurs, les œufs et les nouveaux-nés sont souvent la proie des rats laveurs, des mouffettes rayées ainsi que de plusieurs autres mammifères, reptiles, oiseaux et poissons.

F.7 Annexes

Annexe F.1. Espèces fauniques susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables dans le bassin versant de la rivière Richelieu et dans la zone Saint-Laurent. Le X représente la présence de l'espèce dans la zone.

Groupe	Espèce	Bassin versant rivière Richelieu	Zone Saint-Laurent
Oiseaux	Hibou des marais	X	X
	Martinet ramoneur	X	X
	Troglodyte à bec court	X	X
	Bruant de Nelson	X	
Amphibiens et reptiles	Salamandre sombre du nord		X
	Salamandre à 4 orteils		X
	Grenouille des marais	X	
	Couleuvre à collier	X	X
	Couleuvre d'eau		X
	Couleuvre verte		X
	Couleuvre brune		X
Mammifères	Couleuvre tachetée	X	
	Chauve-souris argentée	X	
	Chauve-souris rousse	X	
	Chauve-souris cendrée	X	
Poissons	Campagnol sylvestre	X	
	Chat-fou des rapides	X	X
Mollusques	Esturgeon jaune		X
	Obovarie olivâtre		X
	Elliptio à dents fortes		X
	Elliptio pointu	X	X
	Leptodée fragile	X	

Source : Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec, 2014

Annexe F.2. Listes des espèces floristiques du territoire susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables.

Nom latin	Nom français	Habitat
Invasculaires		
<i>Andreaea rothii</i>	lanterne noire	T
<i>Astellia tenella</i>	astérelle délicate	P, T
<i>Bryum cyclophyllum</i>	bryum à feuille ronde	P
<i>Climacium americanum</i>	climacie méridionale	P, T
<i>Ditrichum pallidum</i>	ditric pâle	T
<i>Fissidens subbasilaris</i>	fissident obscur	T
<i>Frullania inflata var. communis</i>	frullanie dilatée	T
<i>Hygrohypnum montanum</i>	riverine des montagnes	F, P
<i>Mannia fragrans</i>	mannie odorante	T
<i>Mannia pilosa</i>	mannie poilue	T
<i>Metzgeria conjugata</i>	metzgérie des rochers	T
<i>Polytrichastrum ohioense</i>	polytric d'Ohio	T
<i>Riccia cavernosa</i>	riccie caverneuse	P
<i>Riccia huebeneriana ssp.sullivantii</i>	riccie ventrue	P, T
<i>Riccia rhenana</i>	riccie précieuse	L, P, T
<i>Weissia phascopsis</i>	weissia faux-phasque	T
Vasculaires		
<i>Adiantum viridimontanum</i>	adiante des montagnes Vertes	T
<i>Adlumia fungosa</i>	adlumie fongueuse	T
<i>Agastache nepetoides</i>	agastache faux-népéta	T
<i>Allium canadense var. canadense</i>	ail du Canada	P, T
<i>Alnus serrulata</i>	aulne tendre	P
<i>Amelanchier amabilis</i>	amélanchier gracieux	T
<i>Asclepias exaltata</i>	asclépiade très grande	T
<i>Asplenium platyneuron</i>	doradille ébène	T
<i>Asplenium rhizophyllum</i>	doradille ambulante	T
<i>Asplenium ruta-muraria</i>	doradille des murailles d'Amérique	T
<i>Aulacomnium androgynum</i>		
<i>Bartonia virginica</i>	bartonie de Virginie	P
<i>Boechera laevigata</i>	arabette lisse	T
<i>Botrychium oneidense</i>	botryche d'Oneida	T
<i>Botrychium rugulosum</i>	botryche à limbe rugueux	T
<i>Cardamine bulbosa</i>	cardamine bulbeuse	P
<i>Cardamine concatenata</i>	cardamine découpée	T
<i>Carex annectens</i>	carex à gaine tronquée	P
<i>Carex appalachica</i>	carex des Appalaches	P
<i>Carex argyrantha</i>	carex argenté	???
<i>Carex atherodes</i>	carex épi-de-blé	P
<i>Carex baileyi</i>	carex de Bailey	P, T
<i>Carex cephalophora</i>	carex porte-tête	T
<i>Carex cumulata</i>	carex dense	T
<i>Carex folliculata</i>	carex folliculé	P
<i>Carex formosa</i>	carex joli	T
<i>Carex hirsutella</i>	carex hirsute	T
<i>Carex laxiculmis var. laxiculmis</i>	carex à tiges faibles	T
<i>Carex mesochorea</i>	carex de l'arrière-pays	T
<i>Carex muehlenbergii var. muehlenbergii</i>	carex de Mühlenberg	T
<i>Carex normalis</i>	carex normal	T
<i>Carex sartwellii</i>	carex de Swartell	P
<i>Carex sparganioides</i>	carex faux-rubanier	T
<i>Carex swanii</i>	carex de Swan	P, T

<i>Carex sychnocephala</i>	carex compact	P, T
<i>Carex trichocarpa</i>	carex à fruits velus	P
<i>Carex typhina</i>	carex massette	P, T
<i>Carex virescens</i>	carex virescent	T
<i>Carya ovata</i> var. <i>ovata</i>	caryer ovale	P, T
<i>Cerastium nutans</i> var. <i>nutans</i>	céraiste penché	P, T
<i>Claytonia virginica</i>	claytonie de Virginie	P, T
<i>Corylus americana</i>	noisetier d'Amérique	T
<i>Crataegus brainerdii</i>	aubépine de Brainerd	T
<i>Crataegus coccinioides</i>	aubépine dilatée	T
<i>Crataegus suborbiculata</i>	aubépine suborbiculaire	T
<i>Cyperus lupulinus</i> ssp. <i>macilentus</i>	souchet grêle	P, T
<i>Cyperus odoratus</i>	souchet odorant	P
<i>Desmodium nudiflorum</i>	desmodie nudiflore	T
<i>Diplazium pycnocarpon</i>	athyrie à sores denses	P, T
<i>Elocharis diandra</i>	éléocharide à deux étamines	P
<i>Elymus villosus</i>	élyme velu	T
<i>Galearis spectabilis</i>	galéaris remarquable	T
<i>Galium circaezans</i>	gaillet fausse-circée	T
<i>Gentiana clausa</i>	gentiane close	P, T
<i>Gentianopsis crinita</i>	gentianopsis frangé	P, T
<i>Gratiola aurea</i>	gratiolle dorée	P
<i>Hypericum ascyron</i> ssp. <i>pyramidatum</i>	millepertuis à grandes fleurs	P, T
<i>Hypericum virginicum</i>	millepertuis de Virginie	P
<i>Juglans cinerea</i>	noyer cendré	T
<i>Juniperus virginiana</i> var. <i>virginiana</i>	genévrier de Virginie	T
<i>Lactuca hirsuta</i>	laitue hirsute	T
<i>Lathyrus ochroleucus</i>	gesse jaunâtre	P, T
<i>Lipocarpha micrantha</i>	lipocarphe à petites fleurs	P
<i>Lobelia spicata</i>	lobélie à épi	P, T
<i>Lycopus americanus</i> var. <i>laurentianus</i>	lycope du Saint-Laurent	Esd, P
<i>Lycopus asper</i>	lycope rude	
<i>Lycopus virginicus</i>	lycope de Virginie	Esd, P
<i>Lysimachia hybrida</i>	lysimaque hybride	P
<i>Minuartia michauxii</i>	sablina de Michaux	P, T
<i>Moehringia macrophylla</i>	sablina à grandes feuilles	T
<i>Myriophyllum heterophyllum</i>	myriophylle à feuilles variées	F
<i>Najas guadalupensis</i> ssp. <i>olivacea</i>	naïade olivâtre	
<i>Oenothera gaura</i>	gaura bisannuel	
<i>Oenothera pilosella</i> ssp. <i>pilosella</i>	onagre piloselle	T
<i>Ophioglossum pusillum</i>	ophioglosse nain	P, T
<i>Panicum flexile</i>	panic flexible	P, T
<i>Panicum philadelphicum</i>	panic de Philadelphie	P, T
<i>Panicum virgatum</i>	panic raide	P, T
<i>Physostegia virginiana</i> ssp. <i>virginiana</i>	physostégie de Virginie	Esd
<i>Phytolacca americana</i> var. <i>americana</i>	phytolaque d'Amérique	T
<i>Platanthera flava</i> var. <i>herbiola</i>	platanthère petite-herbe	Esd, P
<i>Platanthera macrophylla</i>	platanthère à grandes feuilles	T
<i>Poa saltuensis</i> ssp. <i>languida</i>	pâturin faible	T
<i>Podostemum ceratophyllum</i>	podostémon à feuilles cornées	F
<i>Polanisia dodecandra</i> ssp. <i>dodecandra</i>	polanisie à douze étamines	P, T
<i>Polygala verticillata</i> var. <i>ambigua</i>	polygale alterne	T
<i>Polygonella articulata</i>	polygonelle articulée	T
<i>Potamogeton illinoensis</i>	potamot de l'Illinois	F, L
<i>Potamogeton pusillus</i> ssp. <i>gemmiparus</i>	potamot à gemmes	F, L
<i>Potamogeton vaseyi</i>	potamot de Vasey	F, L
<i>Proserpinaca palustris</i>	proserpinie des marais	P

<i>Ptychostomum cyclophyllum</i>	bryum à feuilles rondes	??
<i>Pycnanthemum virginianum</i>	pycnanthème de Virginie	P, T
<i>Quercus bicolor</i>	chêne bicolor	P, T
<i>Ranunculus flabellaris</i>	renoncule à éventails	P
<i>Rhynchospora capitellata</i>	rhynchospore à petites têtes	P
<i>Rorippa aquatica</i>	armoracie des étangs	F, p
<i>Rubus flagellaris</i>	ronce à flagelles	P, T
<i>Samolus parviflorus</i>	samole à petites fleurs	P
<i>Schoenoplectus heterocha,us</i>	scirpe à soies inégales	P
<i>Sisyrinchium angustifolium</i>	bermudienne à feuilles étroites	P
<i>Solidago simplex ssp. Randii var. racemosa</i>	verge d'or à grappe	P, T
<i>Sparganium androcladum</i>	rubanier branchu	P
<i>Sporobolus compositus var. compositus</i>	sporobole rude	
<i>Sporobolus cryptandrus</i>	sporobole à fleurs cachées	T
<i>Sporobolus heterolepis</i>	sporobole à glumes inégales	
<i>Sporobolus vaginiflorus var. vaginiflorus</i>	sporobole engagé	P, T
<i>Staphylea trifolia</i>	staphylier à trois folioles	P, T
<i>Stellaria alsine</i>	stellaire fausse alsine	P
<i>Strophostyles helvola</i>	strophostyle ochracé	
<i>Symphotrichum pilosum var. pringlei</i>	aster de Pringle	P, T
<i>Torreyochloa pallida var. pallida</i>	glycérie pâle	
<i>Toxicodendron vernix</i>	sumac à vernis	P
<i>Trichostema brachiatum</i>	trichostème à sépales égaux	P, T
<i>Trichostema dichotomum</i>	trichostème fourchu	T
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	véronique mouron-d'eau	F, p
<i>Viburnum recognitum</i>	viorne litigieuse	P, T
<i>Viola affinis</i>	violette affine	P, T
<i>Viola rostrata</i>	violette à long éperon	T
<i>Wolffia borealis</i>	wolffie boréale	L, P
<i>Woodwardia virginica</i>	woodwardie de Virginie	P
<i>Zizania aquatica var. aquatica</i>	zizanie à fleurs blanches	p

ESD : estuarien d'eau douce; F : système fluvial; L : système lacustre; P : système palustre; T : système terrestre.

Source : CDPNQ, 2015

G. Les milieux humides

G.1 Les milieux humides : définition et rôles

Un milieu humide se caractérise par « la présence, permanente ou temporaire, en surface ou à faible profondeur dans le sol, d'eau stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée. Ils peuvent être d'origine naturelle ou artificielle. Souvent en position de transition entre les milieux terrestres et aquatiques proprement dits, ils se distinguent par une faible épaisseur de la colonne d'eau, par la présence de sols hydromorphes ou non évolués, tels que des gleysols ou des sols organiques, et d'une végétation dominante composée de plantes hygrophiles ou capables de tolérer des inondations périodiques. En l'absence de végétation, un site peut être défini comme milieu humide lorsqu'il présente un substrat saturé au moins une partie de la saison de croissance et qu'il est situé, ou était situé, à l'intérieur ou à proximité d'un milieu aquatique, ou d'un milieu humide présentant une végétation hygrophile. Au Québec, les milieux humides incluent notamment les eaux peu profondes (< 2 m), marais, marécages et tourbières. Ils peuvent être en lien direct ou non au réseau hydrographique de surface » (Pellerin et Poulin, 2013).

Ces milieux, caractérisés par une forte production végétale, abritent une faune variée et représentent un refuge essentiel pour de nombreuses espèces de vertébrés (poissons, amphibiens, reptiles, oiseaux, mammifères), d'invertébrés ainsi que de micro-organismes. Les milieux humides ont un impact sur la biodiversité et ils représentent un élément important de la gestion durable de l'eau. Ils assurent plusieurs rôles, dont :

- Abri pour les différentes espèces animales ou végétales;
- Régulation de l'écoulement des eaux;
- Barrière au transport de sédiments;
- Filtre et purification de l'eau.

L'abondance de la nourriture ainsi que sa variété font des milieux humides un habitat idéal pour une multitude d'espèces animales. Par exemple, plusieurs poissons les utilisent comme sites pour la reproduction et certains amphibiens en dépendent pour leur survie. Le milieu humide peut aussi réguler l'écoulement des eaux. En effet, lors de précipitations abondantes, il réagit comme une éponge en captant l'eau pour la relâcher progressivement ensuite, limitant ainsi les effets néfastes causés par les inondations. De plus, le système racinaire des végétaux du milieu



Habitant des milieux humides : la grenouille

humide permet de stabiliser les sols et, de ce fait, de limiter l'érosion et le transport de sédiments. Enfin, la végétation en place permet de filtrer l'eau et de diminuer la charge de matières en suspension ainsi que le surplus d'éléments nutritifs comme le phosphore (figure G.1).

Les milieux humides prennent différents aspects, ils sont parfois difficiles à reconnaître et à différencier. Huit principales classes de milieux humides sont utilisées pour caractériser le territoire du bassin de la rivière Richelieu. Le système de classification choisi est celui établi dans l'inventaire réalisé en 2013 par Canards Illimités Canada et MDDEFP (2013).

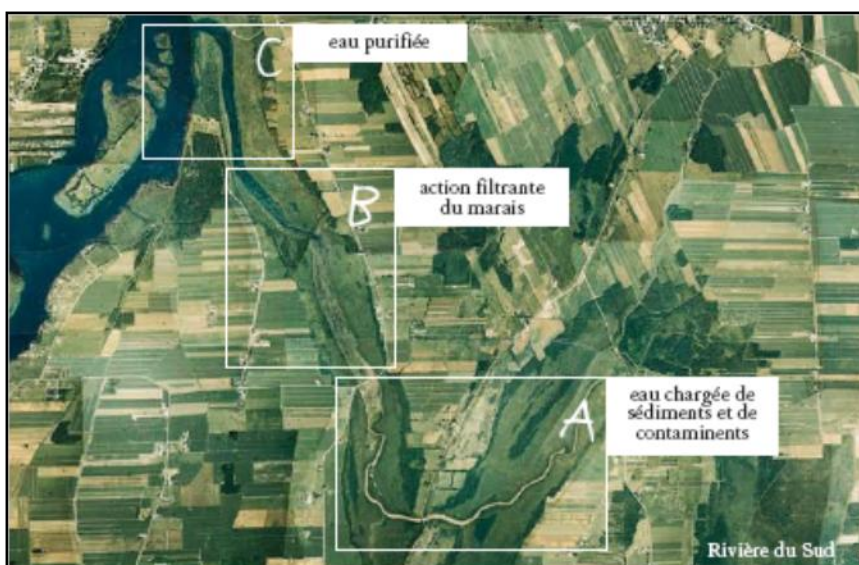


Figure G.1 Rôle de filtration du milieu humide

Source : Canards Illimités Canada

Eau peu profonde

Milieu humide dont le niveau d'eau en étiage est inférieur à deux mètres et comprenant les étangs isolés, de même que la bordure des zones fluviales, riveraines et lacustres. Ces zones font la transition entre les milieux humides normalement saturés d'eau de manière saisonnière et les zones d'eau plus profonde. Sa végétation se compose de plantes aquatiques flottantes ou submergées, ainsi que des plantes émergentes dont le couvert compte moins de 25 % de la superficie du milieu.



Exemple de milieu humide

Marais

Milieu humide généralement rattaché aux zones fluviales, riveraines et lacustres, dominé par une végétation herbacée (émergente, graminéoïde) couvrant plus de 25 % de sa superficie. Les arbustes et les arbres, lorsque présents, couvrent moins de 25 % de la superficie du milieu. La végétation s'organise principalement en fonction du gradient de profondeur de l'eau et de la fréquence des rabattements du niveau d'eau et de la nappe phréatique. Les variations du niveau d'eau selon les marées, les inondations et l'évapotranspiration font en sorte que le marais, ou une partie de celui-ci, est inondé de façon permanente, semi-permanente ou temporaire. Il est généralement sur un sol minéral, organique (tourbe limnique) ou une mixture organo-minérale.

Prairie humide (sous-classe de marais)

Marais exondé la majeure partie de la saison de croissance et se distinguant par la dominance d'une végétation de type graminéoïde qui se développe en colonies denses ou continues. Une végétation arbustive et arborescente peut être présente (transition vers un marécage).

Marécage

Milieu humide souvent riverain, inondé de manière saisonnière lors des crues, ou caractérisé par une nappe phréatique enlevée. On trouve également des marécages isolés qui sont humides de par leur situation topographique ou alimentés par des résurgences de la nappe phréatique. Ces milieux sont dominés par une végétation ligneuse, arbustive et arborescente, dont le couvert est supérieur à 25 % de la superficie totale. Le sol minéral présente un mauvais drainage.

Tourbière

Milieu humide où la production de matière organique (peu importe la composition des restes végétaux) a prévalu sur sa décomposition. Il en résulte une accumulation naturelle de tourbe qui constitue un sol organique. La tourbière possède un sol mal drainé, et la nappe phréatique est au même niveau ou près de la surface du sol. On reconnaît deux grands types de tourbières, la tourbière ombrotrophe (bog) et la tourbière minérotrophe (fen), selon leur source d'alimentation en eau.

Tourbière bog

Milieu humide ouvert alimenté principalement par les précipitations, faible en éléments nutritifs et plutôt acide. Le bog est dominé par des sphaignes et des éricacées. Certains bogs comportent des mares.

Tourbière fen

Milieu humide généralement ouvert alimenté par les eaux de précipitations et par les eaux d'écoulement (de surface et souterraines). Par conséquent, il est généralement plus riche en éléments nutritifs et moins acide qu'un bog. Les fens se retrouvent souvent dans le bas des pentes et dans les dépressions longeant les cours d'eau, où il y a une bonne circulation d'eau et de nutriments. La végétation d'un fen varie selon l'humidité du sol et les nutriments qui y sont apportés. Elle est plutôt diversifiée et généralement dominée par un couvert herbacé, notamment de cypéracées, ainsi que de bryophytes, d'arbustes et d'arbres.

Tourbière boisée (sous-classe de tourbière)

Tourbière se distinguant par une végétation arborescente (hauteur supérieure à 4 m) dont le couvert fait plus de 25 % de la superficie totale. Les tourbières boisées se trouvent souvent en périphérie des bogs ou des fens, ou correspondent à un stade particulier du développement de ces écosystèmes. Les arbres qui les occupent sont généralement adaptés aux mauvaises conditions de drainage et aux sols pauvres.

G.2 État des connaissances sur les milieux humides

Une adaptation de la cartographie détaillée des milieux humides de la Montérégie de Canards Illimités Canada (CIC) recense les milieux humides présents sur le territoire. Deux études, effectuées à plus petite échelle, ont également été réalisées. La MRC du Haut-Richelieu ainsi que la ville de Longueuil ont chacune réalisé une étude, d'une superficie totale plus restreinte, sur les milieux humides présents sur leur territoire (Marineau et Couillard, 2002; Alliance Environnement, 2004).

L'étude de CIC a permis de cartographier les milieux humides aussi petits que 0,5 hectare, avec une excellente fiabilité (Canards Illimités Canada et MDDEFP, 2013). De plus, ils ont inventorié les complexes qui forment les milieux humides du territoire, afin d'examiner dans leur globalité le regroupement de milieux humides adjacents ou séparés de moins de 30 mètres et sans égard à leur classe.

Cette étude permet d'avoir une très bonne vue d'ensemble, mais les connaissances sur l'état et la vulnérabilité des milieux humides du territoire sont relativement faibles. Toute initiative est à préconiser afin de valider l'état des milieux humides sur le terrain ou encore pour mieux déterminer les priorités à adopter vis-à-vis de la préservation de ces milieux représentant une richesse pour le territoire.

G.3 Les milieux humides du bassin versant de la rivière Richelieu

Les milieux humides couvrent environ 6 % du territoire du bassin versant, ce qui représente une superficie de 150,9 km² (tableau G.1). Les milieux humides les plus fréquemment présents sur le territoire sont, par ordre d'importance, les marécages, les tourbières boisées et les marais (tableau G.1 et carte G.1).

Tableau G.1 Milieux humides présents sur le territoire du bassin versant de la rivière Richelieu¹

Classe	Nombre	Superficie totale (km ²)	% du bassin versant
Eau peu profonde	238	4.95	0,19
Marais	312	7.56	0,30
Prairie humide	95	1.21	0,05
Marécage	2010	71.68	2,82
Tourbière bog	30	1.47	0,06
Tourbière fen	28	2.06	0,08
Tourbière boisée	196	62.00	2,44
TOTAL	2909	150.927	5,93

¹ Il est possible de remarquer une différence avec la valeur énoncée dans la section Territoire. Ceci est dû au fait que deux bases de données différentes ont été utilisées.

Adapté de Canards Illimités Canada et MDDEFP, 2013

L'observation de la carte G.1 permet de voir que les milieux humides sont présents de façon morcelée sur l'ensemble du territoire. Il est cependant possible d'observer une plus grande concentration des milieux dans la partie sud du bassin. En plus de les retrouver en grand nombre, c'est dans cette région que les milieux humides possèdent les plus grandes superficies. D'autres milieux d'envergure occupent aussi le territoire. Par exemple, une série de marécages et plusieurs milieux humides potentiels se retrouvent dans la portion ouest du territoire, dans la région de la ville de Longueuil. La présence de plusieurs tourbières boisées est aussi remarquée dans la portion sud-ouest, principalement dans les municipalités d'Hemmingford, Saint-Patrice-de-Sherrington, Saint-Cyprien-de-Napierville et Saint-Valentin.

Une étude du territoire de la MRC du Haut-Richelieu a, quant à elle, permis de délimiter 26 sites allant de 5,72 à 133,24 hectares (Marineau et Couillard, 2002). Chaque site a été délimité, décrit et coté selon une valeur écologique déterminée par ces critères : superficie, connexion avec la rivière, milieu environnant, diversité faunique, diversité végétale, proximité d'autres milieux naturels, proximité d'aires protégées, absence de fragmentation, absence de perturbation et de peuplement inéquien. Selon les résultats obtenus pour chaque critère, les sites ont été classés de 1 (valeur écologique la plus élevée) à 5 (valeur écologique la plus faible). Une fiche descriptive est disponible pour chacun de ceux-ci. Huit des milieux humides identifiés ont une valeur écologique supérieure (1 à 3) (tableau G.2). Des mesures de gestion ont également été proposées selon les valeurs écologiques.

Tableau G.2 Valeur écologique des milieux humides de la MRC du Haut-Richelieu

Valeur écologique (Rang de priorité pour la conservation)*	Nombre de milieux humides	%	Objectifs de gestion
1	4	15,4	<ul style="list-style-type: none"> - Reconnaissance de la grande valeur de conservation de ces sites par l'attribution d'un statut d'aire protégée au niveau national - Conservation avec un minimum d'intervention - Usages limités à la recherche, à l'éducation et à certaines activités récréatives
2	4	15,4	
3	2	7,6	
4	8	30,8	<ul style="list-style-type: none"> - Reconnaissance de la valeur de conservation de ces sites au niveau régional - Conservation avec des interventions visant à rétablir la qualité des habitats pour la faune et la flore - Usages limités à la recherche, à l'éducation, à la chasse et à la pêche contrôlées - Mise en valeur de certains secteurs pour favoriser un plus grand accès à la rivière
5	8	30,8	<ul style="list-style-type: none"> - Reconnaissance de la valeur de conservation de ces sites au niveau local - Conservation avec des interventions visant à rétablir la qualité des habitats pour la faune et la flore - Usages limités aux activités qui n'altèrent pas les caractéristiques naturelles des sites

* 1 étant la valeur écologique la plus élevée et 5 la plus faible

Source : Marineau et Couillard, 2002

G.4 Disparition des milieux humides du bassin versant

La destruction des milieux humides est le résultat principalement du développement urbain et agricole. Certaines terres humides ont été détruites par la mise en place de nouveaux développements résidentiels, tandis que d'autres sont le résultat de l'assèchement des terres pour permettre l'agrandissement du territoire cultivable. Ces disparitions sont un phénomène perceptible au Québec et le territoire du bassin versant de la rivière Richelieu ne fait pas exception (tableau G.3).

Cette destruction a longtemps été causée par la vision négative que la population avait des milieux humides. La mauvaise connaissance du rôle essentiel de ces environnements, souvent considérés comme des terres improductives, a entraîné le remblayage et le drainage de plusieurs milieux humides. Malgré la prise de conscience de plus en plus grande de la population et des progrès réalisés au cours des dernières années, les milieux humides restent parmi les écosystèmes les plus menacés du monde (Secrétariat de la Convention de Ramsar, 2004).

Tableau G.3 Superficie des milieux humides du bassin versant de la rivière Richelieu subissant des pressions

Principal type de pression observé	Nombre	Superficie (ha)	Superficie (km ²)	Superficie touchée (%)
Agricole	1223	7499,10	74,99	49,69
Aucune pression identifiée	557	2813,87	28,14	18,64
Transport	474	2346,45	23,46	15,55
Résidentielle	328	864,22	8,64	5,73
Industrielle – Commerciale	150	364,89	3,65	2,42
Récréative	62	152,17	1,52	1,01
Canal de drainage	54	527,81	5,28	3,50
Énergie	27	159,40	1,59	1,06
Coupe forestière	26	317,14	3,17	2,10
Creusage	7	47,30	0,47	0,31
Remblayage	1	0,41	0,00	0,00
Total	2909	15092,8	150,9	100

Source : Secrétariat de la Convention de Ramsar, 2004



Milieu humide de la rivière du Sud

G.5 Aperçu de certains sites du bassin versant

Quelques milieux humides présents sur le territoire sont protégés. Voici un aperçu de certains sites importants sur le territoire du bassin versant de la rivière Richelieu.

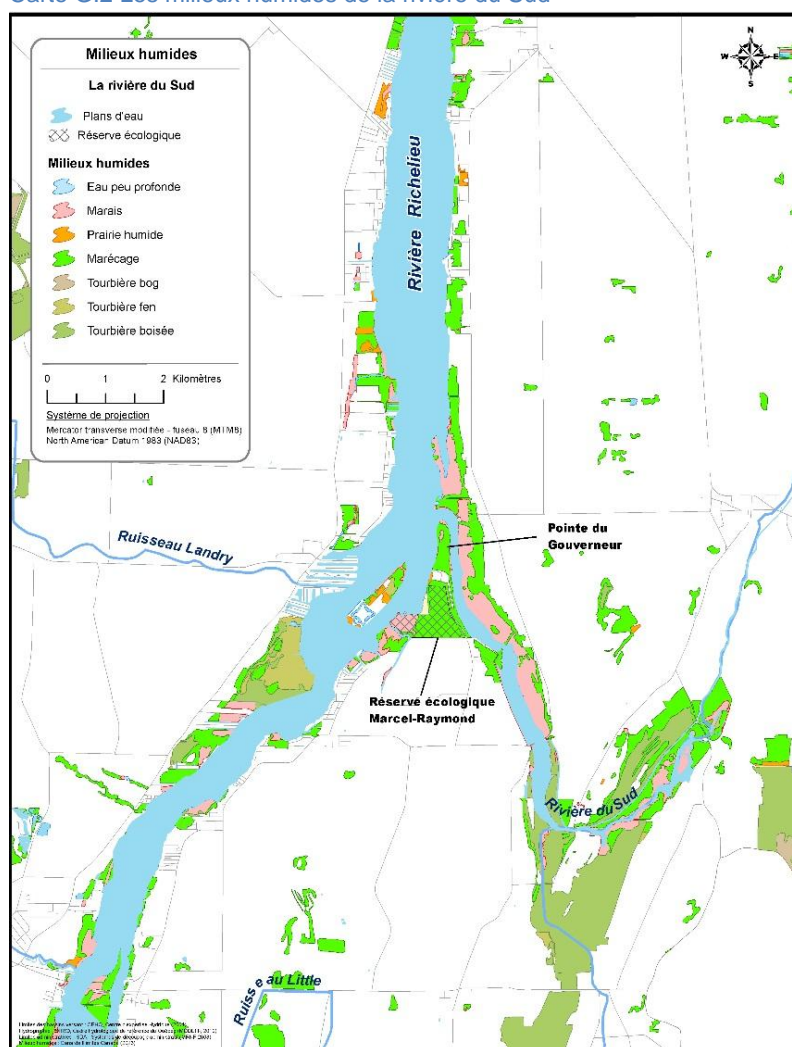
G.5.1 Rivière du Sud

Les abords de la rivière du Sud sont des sites très riches en milieux humides (Carte G.3). L'organisme Canards Illimités Canada a mis en place le programme intégré de conservation de la rivière du Sud, lequel vise une superficie totale de 11 060 hectares et veille à conserver l'un des derniers joyaux écologiques non fragmentés de cette importance dans le sud-ouest du Québec. La mise en place de ce programme est importante, car ce territoire se trouve entouré de zones d'agriculture intensive de soya et maïs.

Il veille donc à protéger à perpétuité l'environnement exceptionnel qu'est la rivière du Sud en protégeant les milieux humides présents et en restaurant ceux qui ont été dégradés. Il permet une meilleure gestion de l'aménagement du territoire en plus de sensibiliser la collectivité locale à l'importance des milieux humides.

À l'intérieur même de cette zone de préservation, on note la présence de deux aires protégées : la Réserve Écologique Marcel-Raymond et la Pointe du Gouverneur (carte G.2).

Carte G.2 Les milieux humides de la rivière du Sud



G.5.2 Réserve écologique Marcel-Raymond

La réserve écologique Marcel-Raymond est située au confluent des rivières du Sud et Richelieu et couvre une superficie de 64,21 hectares. Il y a présence d'un marécage arborescent (près des 2/3 de la superficie de la réserve écologique), d'un marécage arbustif, d'une prairie humide, d'un marais et d'un herbier aquatique.



Peuplement de chênes bleus (Réserve écologique Marcel-Raymond)



Réserve naturelle de la rivière du Sud

G.5.3 Pointe du Gouvernement

Au même confluent que la réserve écologique Marcel-Raymond, se trouve la Pointe du Gouvernement qui a une superficie de 38 hectares. Ce marécage est protégé par un organisme privé, la Société de conservation des milieux humides du Québec (SCMHQ) (Saint-Laurent Vision 2000, 2001). Cette aire protégée est un habitat pour seize espèces menacées ou vulnérables ou susceptibles d'être ainsi désignées (Environnement Canada, 2001). Parmi ces espèces, quatre ont un statut d'espèce en péril selon le Comité sur le statut des espèces en péril au Canada (COSEPAC) : le petit blongios (*Lxobrychus exilis*), la paruline azurée (*Dendroica cerulea*), la tortue molle à épines (*Apalone spinifera*) et le carex faux-lupulina (*Carex lupuliformis*). Ces deux dernières possèdent également le statut d'espèce menacée au Québec.

G.6 Zone Saint-Laurent

G.6.1 État des connaissances

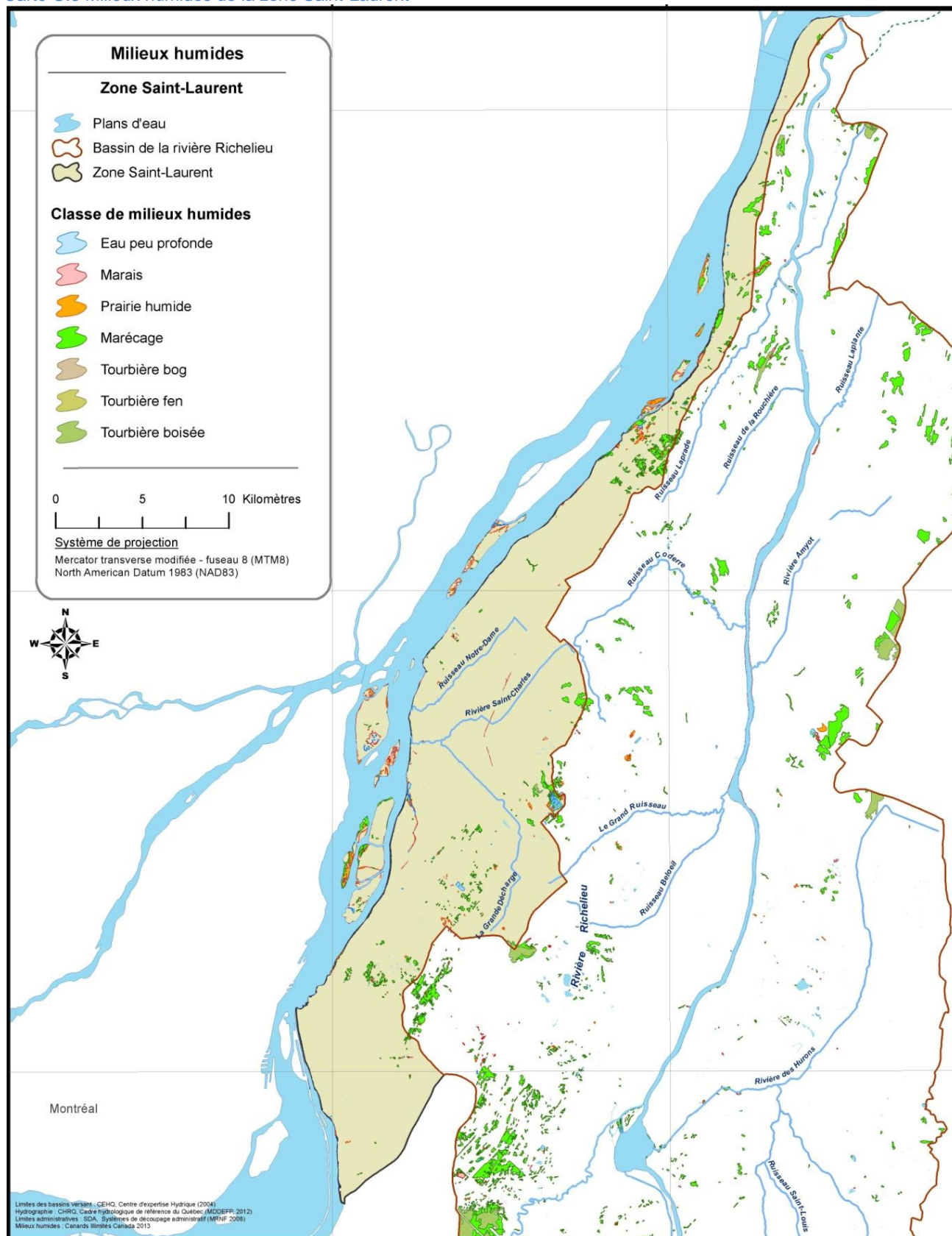
À partir de la mise à jour des milieux humides de la région administrative de la Montérégie (Canards Illimités Canada et MDDEFP, 2013), il est possible de déterminer les milieux humides de la zone Saint-Laurent, incluant les îles qui se trouvent sur le fleuve. Ceux-ci couvrent 8 % du territoire de cette zone, ce qui représente une superficie de 28,4 km² (tableau G.4) (sans les îles, la proportion de milieux humides sur la zone est de 3 %). Les milieux humides les plus fréquemment présents sur ce territoire sont par ordre d'importance, les eaux peu profondes, les marécages et les marais (carte G.3 et figure G.2).

Tableau G.4 Milieux humides présents sur le territoire du bassin versant de la zone Saint-Laurent (incluant les îles)

Classe	Nombre	Superficie totale (ha)	Superficie totale en km ²	% de la zone
Eau peu profonde	109	902,9	9,0	2,57
Marais	221	629,5	6,3	1,80
Prairie humide	170	411,7	4,1	1,17
Marécage	453	804,1	8,0	2,29
Tourbière bog	0	0,0	0,0	0,00
Tourbière fen	0	0,0	0,0	0,00
Tourbière boisée	7	92,9	0,9	0,26
TOTAL	960	2841,2	28,4	8,10

Adapté de Canards Illimités Canada, 2013 Canards Illimités Canada et MDDEFP, 2013

Carte G.3 Milieux humides de la zone Saint-Laurent



Les îles qui se trouvent dans la zone Saint-Laurent (ex. : l'archipel des îles de Boucherville, les îles de Contrecoeur, entre autres) possèdent une valeur écologique exceptionnelle, car les milieux humides qu'on y trouve représentent plus de la moitié de la superficie des milieux humides de l'ensemble de cette zone. En effet, elles seules couvrent 58,69 % du total de milieux humides (figure G.2). Ce résultat peut s'expliquer par le fait que plusieurs de ces îles font partie d'une aire protégée et que les pressions anthropiques exercées sont moindres que dans la portion continentale. Les milieux humides de la partie continentale de la zone Saint-Laurent représentent 41,31 % du total de milieux humides.

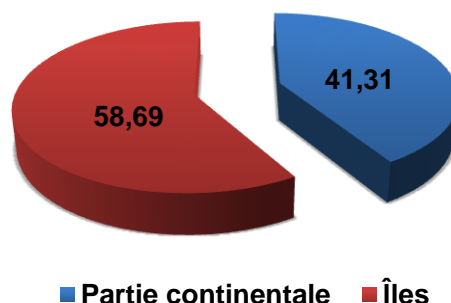


Figure G.2 Répartition (%) des milieux humides de la zone Saint-Laurent

Par ailleurs, dans le cadre d'une étude menée par la ville de Longueuil afin d'assurer une gestion intégrée du territoire, un indice de qualité des milieux humides a été déterminé. Les critères utilisés pour déterminer ceux-ci sont : la superficie, la présence d'eau, l'intégrité du milieu adjacent, l'hétérogénéité du milieu, la présence d'espèces floristiques et fauniques désignées menacées, vulnérables ou susceptibles de l'être (ESDMV) et la fragmentation des habitats. Selon les résultats obtenus pour chacun des critères, les sites ont été classés de 1 (indice de qualité la plus faible) à 4 (indice de qualité la plus haute). Chaque site est ainsi présenté selon le type de milieux humides, la superficie, ainsi que par l'indice de qualité. La grande majorité (74 %) de ces milieux humides a un indice de qualité de moyen à faible (tableau G.5).



Tableau G.5 Indice de qualité des milieux humides sur le territoire de la ville de Longueuil

Indice de qualité	Nombre de milieux humides	%
1 – Faible	43	15,6
2 – Moyen	165	59,1
3 – Élevé	57	18,5
4 – Très élevé	20	6,9

Source : Alliance Environnement, 2004

Les conclusions de l'étude menée par la ville de Longueuil recommandaient que certains milieux humides fassent l'objet d'une protection particulière. Aussi, les auteurs suggèrent d'élaborer à court terme un programme de conservation et de mise en valeur de ces milieux qui doit prendre en considération les besoins des différents acteurs (villes, ministères, promoteurs, citoyens, organismes de conservation). Finalement, les milieux humides ayant une valeur écologique élevée à très élevée devraient faire l'objet d'une attention particulière.

Suite à cette étude, la ville de Longueuil a adopté, en 2005, une Politique de protection et de mise en valeur des milieux naturels. Cette politique identifie les secteurs d'intérêt écologique et la Ville de Longueuil compte assurer la viabilité à long terme des milieux naturels, tout en les intégrant à l'intérieur d'un développement urbain adapté et durable. La carte G.4 montre les huit grands secteurs d'intérêt écologique qui ont été ciblés (Ville de Longueuil, 2005).

G.6.2 Disparition des milieux humides de la zone Saint-Laurent

Ensemble, le milieu agricole et le milieu urbain occupent 277,6 km² du territoire de la zone Saint-Laurent, lequel équivaut au 84,8 % du territoire. Ce pourcentage d'occupation du sol indique la forte pression subie par les milieux humides présents dans cette zone. Par exemple, 68,5 % du nombre total de milieux humides de cette zone sont affectés par quatre activités principales, notamment les activités agricoles, le transport, les secteurs industriels, commerciaux et résidentiels. Seulement 24 % du nombre de milieux humides ne possède aucun type de pression (tableau G.6).

Tableau G.6 Superficie des milieux humides de la zone Saint-Laurent subissant des pressions extérieures

Type de pression observée	Nombre	Superficie (ha)	Superficie (km ²)	Nombre (%)	Superficie (%)
Agricole	283	691,9	6,9	29,5	24,4
Aucune pression identifiée	238	1 153,8	11,5	24,8	40,6
Transport	156	282,0	2,8	16,3	9,9
Résidentielle	82	161,6	1,6	8,5	5,7
Industrielle - Commerciale	137	328,8	3,3	14,3	11,6
Récréative	23	36,7	0,4	2,4	1,3
Canal de drainage	17	156,5	1,6	1,8	5,5
Énergie	21	23,6	0,2	2,2	0,8
Espèces envahissantes	3	6,3	0,1	0,3	0,2
Total	960	2841,18	28,4	100,0	100,0

Source : Alliance Environnement, 2004

G.7 Protection et conservation des milieux humides

La protection et la conservation des milieux humides sont des priorités très actuelles dans le domaine environnemental en raison de leur grande vulnérabilité. Toujours en attente qu'une politique sur les milieux humides soit adoptée, ils sont présentement protégés par la *Loi sur la qualité de l'environnement* (LRQ, c.Q-2), la *Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune* (L.R.Q., c.C-61.1) et la *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables* (RQ, c.Q-2, r.17.3). La *Loi sur la qualité de l'environnement* stipule que « nul ne peut porter atteinte à un milieu humide sans, au préalable, avoir obtenu du ministre un certificat d'autorisation » (voir l'encadré ci-dessous). La *Loi sur la conservation* tend à protéger des aires ayant une importance écologique (ex. : héronnière, aire de concentration d'oiseaux aquatiques, habitats d'une espèce menacée ou vulnérable, etc.).

Par contre, selon une étude réalisée par Pellerin et Poulin (2013), seulement 1 % des milieux humides affectés au Québec ont été compensés (restauration ou création), ce qui se traduit par une perte nette de 99 % de ces écosystèmes. De plus, ils concluent que « la majorité des certificats d'autorisations émis concerne des projets de type résidentiel (65 % des demandes) », ce qui veut dire que « les activités agricoles et forestières sont presque absentes des CA analysés, deux secteurs d'activité pourtant assujettis au deuxième alinéa de l'article 22 de la L.Q.E., et qui se sont révélées les deux sources les plus importantes de perturbations de milieux humides ».

Traitement des demandes d'autorisation des projets dans les milieux humides

Le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques a élaboré une démarche qu'il entend appliquer pour évaluer l'impact des projets touchant les milieux humides qui lui seront soumis, et pour lesquels il accordera ou non une autorisation.

La décision est prise selon trois types de situations. Dans le bassin versant de la rivière Richelieu, elle s'applique comme suit :

Situation 1

Si la superficie du milieu humide est inférieure à 0,5 hectare; et
qu'il y a absence de liens hydrologiques avec un cours d'eau/lac; et
qu'il y a absence d'espèces menacées ou vulnérables désignées sur la superficie en cause.

Alors, la direction régionale de la Montérégie délivre l'autorisation sur la base de la déclaration signée **par un professionnel spécialisé dans le domaine de l'écologie ou de la biologie** attestant que les conditions énoncées sont remplies.

Situation 2

Si la superficie du milieu humide varie entre 0,5 et 5 hectares; et
qu'il y a absence de liens hydrologiques avec un cours d'eau/lac; et
qu'il y a absence d'espèces menacées ou vulnérables désignées sur la superficie en cause.

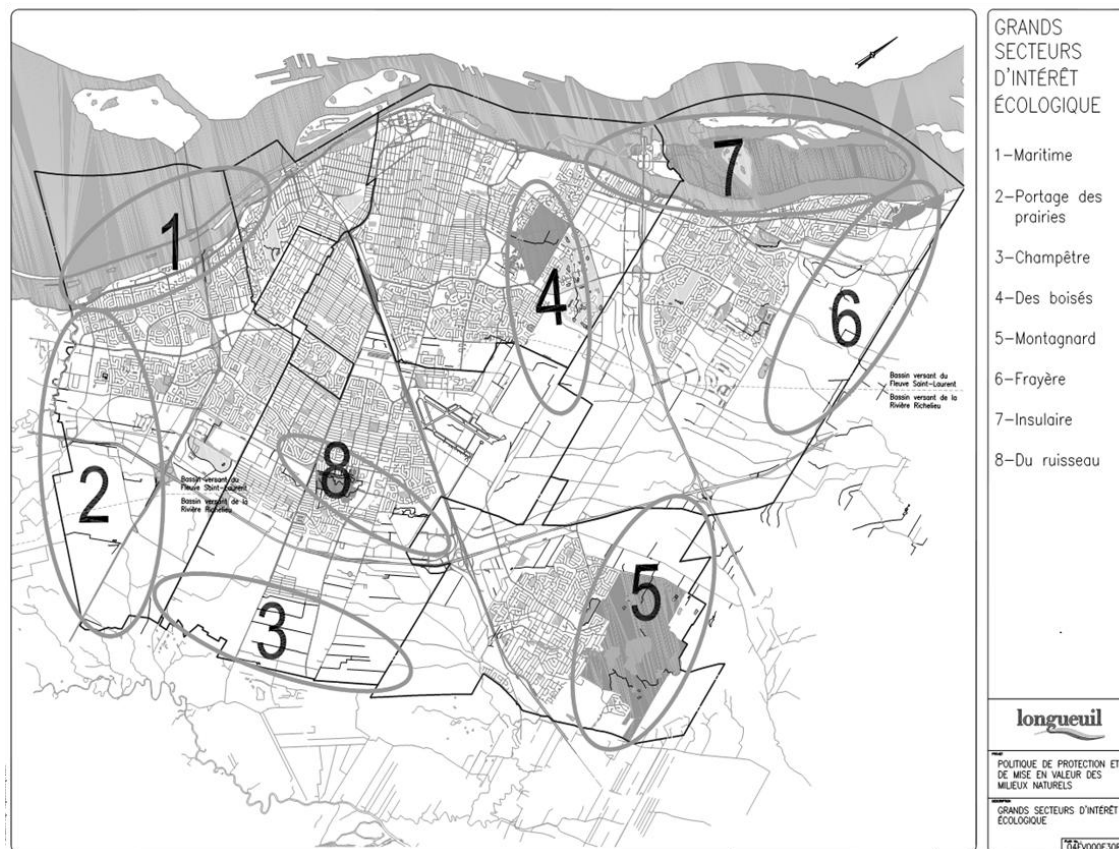
Alors, la **direction régionale de la Montérégie** délivre l'autorisation en appliquant un processus d'analyse basé en fonction de la séquence d'atténuation « éviter et minimiser ».

Situation 3

Si la superficie du milieu humide est supérieure à 5 hectares; ou
qu'il y a des liens hydrologiques avec un cours d'eau/lac; ou
qu'il y a la présence d'espèces menacées ou vulnérables désignées sur la superficie en cause; ou
qu'il s'agit d'une tourbière.

Alors, après avoir reçu **l'approbation des autorités du Ministère**, la direction régionale délivre l'autorisation en appliquant le processus d'analyse basé sur la séquence d'atténuation « éviter et minimiser ». Ce processus d'autorisation repose sur une évaluation globale et territoriale du projet (MDDEP, 2009).

Carte G.4 Secteurs d'intérêt écologique de la ville de Longueuil



Tiré de la Politique de protection et de mise en valeur des milieux naturels, Ville de Longueuil, 2005.

H. Les bandes riveraines

H.1 Les bandes riveraines : Définition

Selon Gagnon et Gangbazo (2007), « on appelle bande riveraine un couvert végétal permanent composé d'un mélange de plantes herbacées, d'arbustes et d'arbres adjacents à un cours d'eau ou à un lac. Les bandes riveraines assurent la transition entre les écosystèmes aquatiques et terrestres. Parce qu'elles font la jonction entre ces deux milieux différents et qu'elles subissent de nombreuses perturbations naturelles, les bandes riveraines sont particulièrement dynamiques et diversifiées. Cette grande diversité s'explique par la juxtaposition de trois écosystèmes (aquatique, riverain et terrestre) sur une superficie relativement restreinte, par la présence d'eau, de nourriture et d'un couvert protecteur, par la diversité de structure de la végétation, par l'importance de l'effet de lisière créé par les écotones et par la variabilité des conditions au gré des saisons. On doit toutefois noter que pour jouer pleinement ces rôles, les bandes riveraines doivent être suffisamment larges, comporter trois strates – herbacée, arbustive et arborescente – et être composées d'espèces indigènes ».

Par ailleurs, il est très important de préciser que les termes rive et bande riveraine ne sont pas synonymes, car une bande riveraine possède une largeur qui varie selon la réglementation en vigueur (banderiveraine.org, 2014). Au Québec, le mot rive correspond à une bande de terre qui borde les lacs et les cours d'eau et qui s'étend, sur une largeur de 10 à 15 m, vers l'intérieur des terres à partir de la ligne des hautes eaux (MDDEFP, 2008; MDDEFP, 2013). La ligne des hautes eaux (LHE) se situe à la ligne naturelle des hautes eaux, c'est-à-dire à l'endroit où l'on passe d'une prédominance de plantes aquatiques à une prédominance de plantes terrestres ou, s'il n'y a pas de plantes aquatiques, à l'endroit où les plantes terrestres s'arrêtent en direction du plan d'eau (MDDEFP, 2008; MDDEFP, 2013). Selon la *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables* (LRQ, c. Q-2, r. 17.3), il existe quatre méthodes pour délimiter la ligne des hautes eaux, soit :

- a. **La méthode botanique (experte ou simplifiée) :** Privilégiée par la Politique, elle est basée sur l'utilisation de critères entièrement floristiques. « *La méthode botanique simplifiée, destinée aux non-spécialistes, permet de délimiter la LHE avec une précision acceptable. Elle s'appuie sur la présence de végétaux indicateurs et de repères physiques [...] La méthode botanique experte, qui demande que l'on fasse appel à des spécialistes en botanique, est réservée aux cas nécessitant une grande précision dans la délimitation. Elle est basée sur la notion de prédominance d'espèces aquatiques et permet d'établir l'endroit où le nombre d'espèces (et non le nombre de plantes) à caractère obligé ou facultatif de milieux humides est supérieur à 50 % du nombre total d'espèces recensées* ». (banderiveraine.org, 2014).
- b. **La cote maximale d'exploitation :** Dans le cas où il y a un ouvrage de retenue des eaux (barrage et digue), la LHE se situe à la cote maximale d'exploitation de l'ouvrage hydraulique pour la partie du plan d'eau situé en amont;
- c. **Le mur de soutènement :** En présence d'un mur de soutènement légalement érigé, la ligne des hautes eaux correspond au haut de l'ouvrage, c'est-à-dire au sommet du mur;
- d. **La limite d'inondation de récurrence de deux ans :** Si l'information est disponible, la LHE se situe à la limite des inondations de récurrence de deux ans, laquelle est considérée équivalente à la ligne établie selon les critères botaniques définis précédemment au point a.

Les rives et le littoral constituent des habitats importants pour la flore et la faune et jouent un rôle essentiel dans la diversité des écosystèmes aquatiques. Pour cette raison, la *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables* (PPRLPI) énonce un cadre et des normes minimales de protection devant être insérés dans les Schémas d'aménagement et de développement (SAD) des Municipalités régionales de Comté (MRC), puis intégrés, par conformité, dans les règlements d'urbanisme de chacune des municipalités du Québec (banderiveraine.org, 2014). Donc, la responsabilité de l'application de la PPRLPI est partagée entre plusieurs paliers de gouvernements : les municipalités locales, les MRC et le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (PPRLPI, 2007; 2008). Selon la PPRLPI la bande riveraine correspond à une zone de 10 à 15 m de largeur débutant à la ligne des hautes eaux (figure H.1).

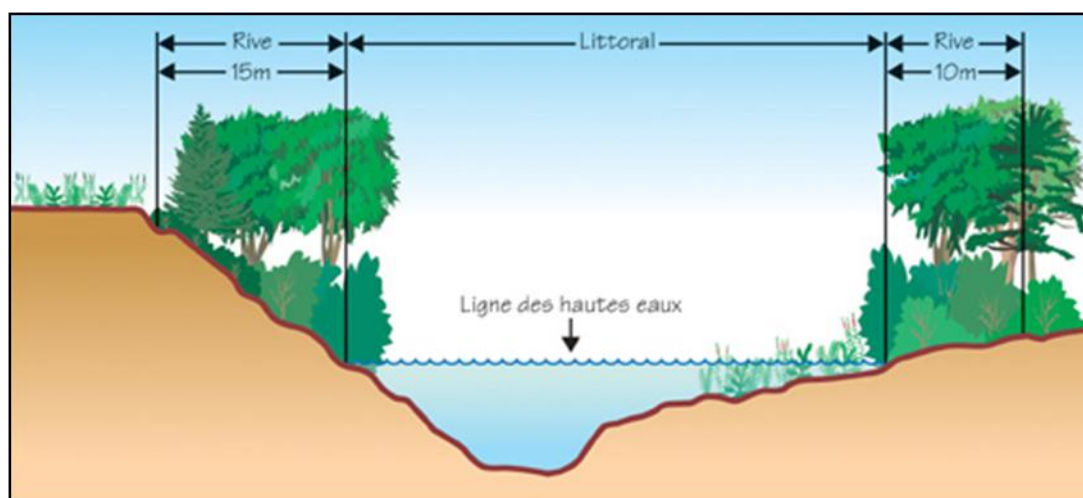


Figure H.1 Largeur de la bande riveraine

Source : MDDEP, 2004

De plus, la PPRLPI précise que la largeur de la rive à protéger pour un cours d'eau varie selon la pente du terrain (LRQ, c. Q-2, r. 17.3). Deux situations sont alors possibles :

1) La rive a un minimum de 10 m :

- lorsque la pente est inférieure à 30 %; ou
- lorsque la pente est supérieure à 30 % et présente un talus de moins de 5 m de hauteur.

2) La rive a un minimum de 15 m :

- lorsque la pente est continue et supérieure à 30 %; ou
- lorsque la pente est supérieure à 30 % et présente un talus de plus de 5 m de hauteur.

Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables (LRQ, c. Q-2, r. 17.3)

En vue d'assurer une protection adéquate et minimale aux rives, littoraux et plaines inondables des cours d'eau, le gouvernement du Québec a adopté la *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables*. Cette politique donne un cadre normatif minimal. Elle n'exclut pas la possibilité pour les différentes autorités gouvernementales et municipales concernées, dans le cadre de leurs compétences respectives, d'adopter des mesures de protection supplémentaires pour répondre à des situations particulières.

En vertu de la Politique, tous les ouvrages, constructions ou travaux qui sont susceptibles de détruire ou de modifier la couverture végétale des rives, de porter le sol à nu ou d'en affecter la stabilité, doivent faire l'objet d'une autorisation préalable. Il est interdit, entre autres :

- de canaliser le cours d'eau,
- de le creuser,
- de modifier son tracé,
- d'y prélever du gravier,
- de le remblayer,
- d'y construire des barrages ou des digues.

Il est permis :

- d'aménager un accès au cours d'eau (autre qu'une voie carrossable ou une rampe d'accès pour bateau) selon certaines conditions;
- de construire un quai, un abri ou un débarcadère flottant, sur pieux ou sur pilotis.

Les autorisations préalables qui seront accordées par les autorités municipales et gouvernementales prendront en considération le cadre d'intervention prévu par les mesures relatives aux rives et celles relatives au littoral. Si des travaux sont envisagés sur les rives d'un cours d'eau, il est donc important de vérifier auprès de la municipalité quelles sont les dispositions réglementaires qui s'appliquent à la propriété visée par les travaux (MDDEP, 2004).

Les cours d'eau assujettis à cette politique sont ceux répondant à cette définition : Toute masse d'eau qui s'écoule dans un lit avec un débit régulier ou intermittent, y compris ceux qui ont été créés ou modifiés par une intervention humaine, à l'exception du fossé de voie publique ou privée, du fossé mitoyen et du fossé de drainage (MDDEP, 2002).

H.2 Les bandes riveraines : Rôles et fonctions

Les bandes riveraines sont des écosystèmes qui assurent la transition entre le milieu aquatique et le milieu strictement terrestre, tout en permettant d'atténuer l'impact des activités anthropiques sur la qualité de l'eau et des catastrophes naturelles comme les inondations.

La bande riveraine contribue à lutter contre la détérioration des rives puisque la végétation présente permet de ralentir l'écoulement des eaux, diminuant ainsi son pouvoir érosif. Le système racinaire contribue aussi à stabiliser la berge. De plus, la végétation filtre l'eau qui ruisselle où il peut y avoir présence de nutriments, pesticides, matières organiques et matières en suspension. Cette même végétation crée un ombrage qui diminue la quantité de lumière atteignant directement le cours d'eau afin d'en limiter le réchauffement. Cette bande constitue aussi un habitat pour plusieurs espèces fauniques puisqu'elle représente un abri, une source de nourriture et un lieu de reproduction, ce qui contribue à maintenir la biodiversité. Elle possède donc de multiples fonctions :

Rôles et fonctions de la bande riveraine

1 Brise-vent naturel : La végétation riveraine protège les cultures et le sol des dommages causés par le vent.

2 Fonction paysagère : Le caractère naturel des cours d'eau est garant de la beauté des paysages et contribue à augmenter la valeur des terres agricoles.

3 Régulateur du niveau de l'eau : En retenant et en évaporant une partie des eaux de précipitations, la végétation de la rive contribue à diminuer les risques d'inondations.

4 Écran solaire : L'ombre des arbres forme un écran qui empêche le réchauffement excessif de l'eau et protège le bétail qui circule à l'extérieur des rives.

5 Rempart contre l'érosion : La végétation permet de stabiliser les rives, de limiter les pertes de sol et de diminuer les coûts d'entretien des cours d'eau.

6 Richesse biologique : Le cours d'eau offre habitat, nourriture et abri à la faune. En attirant les oiseaux insectivores, la végétation riveraine constitue aussi un outil complémentaire pour le contrôle des insectes nuisibles.

7 Filtre contre la pollution : La végétation retient une partie des engrais, des pesticides et des sédiments contenus dans les eaux de surface et souterraine. Une eau de meilleure qualité diminue les coûts de traitement de l'eau potable. Source : www.mddep.gouv.qc.ca



H.3 Les bandes riveraines du bassin versant de la rivière Richelieu

Cet aperçu de l'état des bandes riveraines du bassin versant de la rivière Richelieu est réalisé grâce aux connaissances acquises lors de la caractérisation de certains segments des rives du territoire du bassin versant. Ces études sont les seules données qui sont disponibles à l'heure actuelle. Aucun inventaire systématique n'a été réalisé sur l'ensemble du territoire du bassin versant de la rivière Richelieu afin de caractériser l'état des bandes riveraines ou de déterminer l'indice de qualité des bandes riveraines (IQBR).

Les bandes riveraines du bassin versant de la rivière Richelieu se retrouvent surtout en milieu urbain et en milieu agricole, ce qui occasionne deux problématiques différentes.



Henri Guay, Conservation de la nature

H.3.1 Milieu urbain

Les bandes riveraines en milieu urbain sont essentiellement situées sur les rives de la rivière Richelieu et de la section aval de ses tributaires. Cette privatisation des rives a plusieurs conséquences. La bande riveraine est souvent détériorée au profit d'un accès direct au cours d'eau désiré par plusieurs propriétaires riverains. Fortement artificialisées, certaines bandes riveraines sont considérées comme des surfaces dures : enrochement, mur de soutènement, gazon entretenu. Elles ne peuvent alors pas remplir leurs rôles naturels.



Bande riveraine en milieu urbain (rivière Richelieu)

Malgré la forte urbanisation, il est possible de retrouver certains segments de bandes riveraines à l'état naturel. Des zones de végétation plus denses subsistent encore et sont d'une grande valeur pour l'intégrité écologique régionale puisqu'elles contribuent au maintien de la biodiversité du territoire (Du Cap, 2004).

H.3.2 Milieu agricole

Une grande partie des bandes riveraines du bassin se retrouvent en milieu agricole puisque 70 % du territoire est consacré à cette vocation. Mis à part les règlements encadrés par la PPRLPI, les activités du milieu agricole sont aussi encadrées par le *Règlement sur les exploitations agricoles* (REA), lequel vise la protection de l'eau et des sols, ainsi que l'utilisation de fertilisants et de pesticides (MDDEFP, 2014). Elle vise donc l'encouragement des bonnes pratiques agroenvironnementales. Cependant, plusieurs études (Bisson et Le Fustec, 2003; Belvisi, 2004; COVABAR, 2006; Deland et Drouin, 2009; Drouin *et coll.*, 2009; St-Jean *et coll.*, 2011) ont permis de relever qu'une



Bande riveraine en milieu agricole (ruisseau Saint-Louis, Saint-Jean-Baptiste)

bonne partie des bandes riveraines sont principalement de type herbacé et qu'elles sont même quelquefois inexistantes. Ces études ont fourni des données sur l'état de quelques tronçons des rives de la rivière Richelieu et ses affluents. Elles ont été effectuées dans une optique de caractérisation avant chantier de restauration des bandes riveraines pour certains secteurs². Les données recueillies présentent divers indices : l'indice de qualité de la bande riveraine (IQBR), l'indice de qualité de l'habitat du poisson (IQHP) et l'indice de qualité bactériologique et physicochimique (IQBP) (voir annexe H.1).

L'état de la bande riveraine résulte en partie de la perception même des agriculteurs. Certains de ceux-ci ont relevé plusieurs inconvénients associés aux bandes riveraines de types arbustif et arborescent (Belvisi, 2004) :

- la présence d'une zone végétative à l'état naturel favorise le développement des mauvaises herbes et l'envahissement des cultures;
- la présence de bandes riveraines augmente le risque de contamination des semences par des plantes non désirables;
- les bandes riveraines arbustives et arborescentes sont des habitats propices à une faune nuisible aux cultures (chevreuil, raton laveur, rongeur, oiseau);
- la présence de végétation arbustive et arborescente favorise l'obstruction des fossés de drainage, augmente le risque de bris de machinerie agricole, fragmente le territoire de l'exploitation et complique les manœuvres avec la machinerie agricole;
- les bandes riveraines ne génèrent aucun profit ou très peu, mais impliquent des coûts fixes (taxe foncière) et flottants (entretien, bris de machinerie, destruction par la faune);
- les bandes riveraines arbustives et arborées demandent un entretien régulier et « mangeur » de temps.



Bande riveraine détériorée

Malgré cette perception chez plusieurs agriculteurs, il est encore possible de retrouver certains segments de bandes riveraines qui sont de type arbustif ou arborescent. Elles peuvent alors jouer efficacement leur rôle.

H.3.3 Disparition des bandes riveraines en milieu agricole

Les activités agricoles sont omniprésentes dans la vallée du Richelieu. Depuis les années 30, des travaux de drainage intensifs du sol ont été nécessaires afin de permettre le développement de la productivité de l'agriculture dans une région caractérisée par des sols argileux (MAPAQ, 2001). Les cours d'eau aménagés ont été principalement des fossés situés à l'extrémité des terres et reliés à un fossé de ligne puis à un cours d'eau naturel. De plus, plusieurs cours d'eau naturels ont été redressés afin d'éliminer les méandres et de faciliter l'agriculture (MAPAQ, 2001). En général, les impacts de l'activité agricole sur les bandes riveraines ont entraîné une détérioration de leur rôle écologique. La grande majorité de ces écosystèmes a été dégradée (Du Cap, 2004; COVABAR, 2012; COVABAR, 2013). Il s'agit du résultat du conflit d'usage principal existant entre les fonctions économiques et écologiques de la terre agricole (Belvisi, 2004).

Par ailleurs, des études de caractérisation menée par le COVABAR ont compilé d'importantes informations sur l'état des bandes riveraines en milieu agricole, permettant aussi d'évaluer si la réglementation de 3 m de largeur est respectée comme stipulé dans la PPRLPI (annexe H.1). Par exemple, les résultats indiquent que 29,4 % des rives caractérisées dans la rivière des Hurons Sud manquent à la réglementation de la PPRLPI (COVABAR, 2012). Sur ce pourcentage, 23,9 % des bandes riveraines possèdent une largeur inférieure à 1 m de replat (COVABAR, 2012). De plus, 57 % des rives situées dans le secteur du sous-bassin du ruisseau Coderre sont inférieures à 3 m (COVABAR, 2013). Des résultats similaires ont été trouvés dans le secteur Massé, sous-

² Afin de visualiser l'ensemble des cours d'eau caractérisés dans le bassin versant de la rivière Richelieu, une carte interactive est disponible : <http://covabar.sigmont.org/>

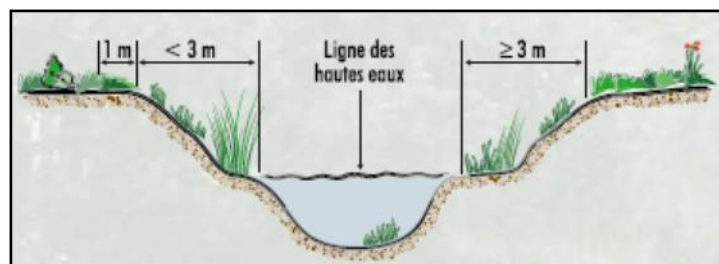
bassin versant de la rivière L'Acadie, où 28 % des bandes riveraines ont une largeur inférieure à 0,5 m, 14 % entre 0,5 et 1 m, et 13 % entre 1 et 3 m; pour un total de 55 % de rives non conformes à la politique (COVABAR, 2013).

Cependant, dans le cadre du suivi du portrait agroenvironnemental des fermes du Québec, 94 % des producteurs affirment conserver une bande riveraine d'au moins un mètre de largeur à partir du haut du talus, ce qui démontre une certaine volonté à conserver une bande végétale non labourée (BPR, 2008). Par contre, il est difficile d'affirmer si les distances déclarées ont été calculées à partir de la ligne des hautes eaux (BPR, 2008). Ceci dit, un autre facteur limitant de l'application de la PPRLPI est la difficulté d'établir avec précision la ligne des hautes eaux par les producteurs, donc, la largeur minimale des bandes riveraines à conserver est déterminée selon l'interprétation de chacun.

En somme, ces études révèlent deux aspects très importants pour la conservation des bandes riveraines dans le bassin versant de la rivière Richelieu : a) que la plupart sont de type herbacé et souvent inexistantes, et b) qu'en moyenne la moitié des rives caractérisées (~47 %) en milieu agricole ne respecte pas la largeur établie par la PPRLPI. Il est donc primordial d'encourager les propriétaires à respecter les normes (Maurice, 2007). Le fait d'avoir des bandes riveraines d'un mètre de largeur et composées principalement d'herbacées ne permet pas à celles-ci de jouer efficacement leurs rôles écologiques (Belvisi, 2004).

Application réglementaire de la PPRLPI en milieu agricole

La *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables* dicte des normes minimales pour la protection du milieu aquatique en terre agricole. La culture du sol est permise à l'intérieur de la rive, mais une bande riveraine minimale de 3 m de largeur doit obligatoirement être conservée le long des cours d'eau (tout cours d'eau à débit régulier ou intermittent, à l'exception des fossés) (figure 2). Cette bande de protection doit inclure au moins un mètre sur le replat du terrain, si le haut du talus se trouve à moins de 3 m de la ligne des hautes eaux (Scf, 2003).



Bande riveraine réglementaire en milieu agricole

Source: Canards Illimités Canada, 2003

H.4 Privatisation et artificialisation des rives du bassin versant de la rivière Richelieu

La très forte urbanisation aux abords de la rivière Richelieu a créé une privatisation des rives dans ce bassin versant et principalement le long de cette rivière (photo ci-dessous). Au cours de l'été 2004, une caractérisation de la bande riveraine sur un segment de la rivière Richelieu a permis d'identifier le type de propriété des terrains riverains (Du Cap, 2004) (tableau H.1). Environ 30 km de bandes riveraines ont été caractérisés, entre le pont de l'autoroute 35 à Saint-Jean-sur-Richelieu et le pont Jordi-Bonnet qui relie Belœil et Mont-Saint-Hilaire. Environ 50 % des bandes riveraines sont privées. Lors de cette étude, certaines portions de territoire n'ont pu être classées, principalement à cause du fait que de très longs segments de bandes riveraines sont situés directement à côté de la route. En effet, deux routes (routes 133 et 223) longent la rivière Richelieu sur cette portion de territoire. La privatisation et dénaturalisation de bandes riveraines au long de la rivière Richelieu entraîne donc une perte de la qualité de l'eau et de pêche via l'érosion, ainsi qu'une perte de la fonction écologique de ces habitats (voir section H. 5).

Tableau H.1 Type de propriétés sur les abords de la rivière Richelieu, entre Saint-Jean-sur-Richelieu et Belœil

Type de propriétés	Proportion (%)
Agricole	1,4
Industriel / Commercial	2,7
Public	11,3
Résidentiel	47,4
Indéterminé	37,2

Source : Du Cap, 2004

La privatisation fait en sorte de restreindre l'accessibilité au cours d'eau. Quelques marinas et rampes de mise à l'eau ainsi que quelques parcs riverains permettent heureusement à l'ensemble des citoyens d'avoir un certain accès à la rivière Richelieu.

Cette forte privatisation des rives a également entraîné une modification du caractère naturel de la bande riveraine (Photos ci-contre). Bon nombre de propriétaires aménagent des surfaces gazonnées qui s'étendent jusqu'au bord du cours d'eau. De plus, une grande portion des rives est bordée de structures artificielles telles que des murs de soutènement ou des structures en gabions. De nombreuses rives ont aussi été remblayées ou sont bordées de grandes sections d'enrochement (Du Cap, 2004).



Source : 1), 2) et 4) Henri Guay, Conservation de la nature, 3) COVABAR

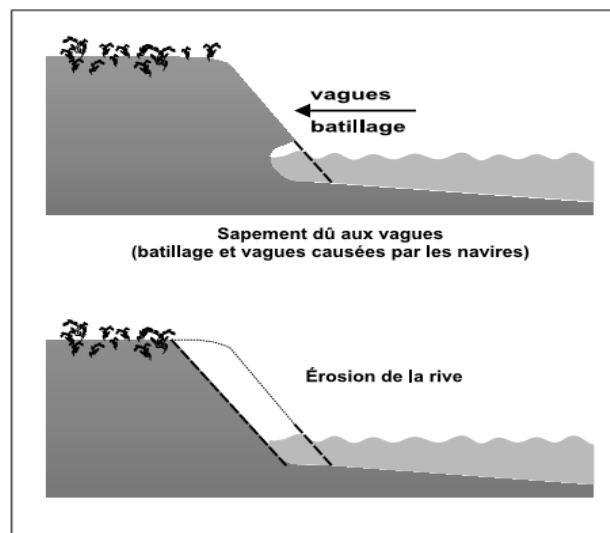
Divers types d'aménagement

Plusieurs propriétaires riverains ont eu recours à ces structures artificielles afin de protéger leur rive de l'érosion. Ces structures servent habituellement à contrôler l'érosion des berges, cependant, elles ne permettent pas de réduire la force érosive de l'eau. Lorsque cette zone est composée de végétaux, l'énergie hydrique du cours d'eau est captée par ceux-ci, contrairement aux surfaces de béton où l'eau glisse sur la surface. La présence de telles structures artificielles peut parfois mener à une érosion accrue le long de la rive naturelle en aval.

Cette artificialisation de la bande riveraine a été identifiée sur la portion de la rivière étudiée. Une simple visite sur le terrain permet de reconnaître le même phénomène sur presque toute la rivière Richelieu et ses tributaires en milieu urbain.

H.5 Problèmes associés à l'érosion des rives du bassin versant de la rivière Richelieu

L'érosion peut être causée par le vent ou l'eau. Dans le cas de l'érosion des bandes riveraines, le principal facteur est l'eau. L'érosion des rives est un processus naturel, mais représente une menace pour les propriétaires riverains qui, on peut le comprendre, ne souhaitent pas perdre une portion de leur terrain. Cette érosion est majoritairement causée par l'action des vagues, par l'eau de ruissellement et par les courants des crues printanières et des inondations spontanées. Aussi, le sillage des bateaux augmente la fréquence des vagues qui déferlent contre les rives. Cette forme d'érosion est connue sous le nom de batillage (figure H.2). Plusieurs secteurs de la rivière Richelieu souffrent de ce phénomène. Par exemple, le batillage est la principale forme d'érosion qui affecte les bandes riveraines des Îles Jeannotte et aux Cerfs, lieu d'alevinage de plusieurs espèces de poisson en péril.



Source : Centre Saint-Laurent et Université Laval 1992.

Figure H.2 Processus d'érosion des rives liée à la navigation

Tiré de Robitaille, 1998

De plus, ce phénomène touche de grandes portions des bandes riveraines du fleuve Saint-Laurent et de ses îles (voir section H. 7). La vitesse des processus d'érosion peut varier selon la texture du sol des rives, le relief et l'état de la bande riveraine. L'érosion est habituellement accentuée par la réduction du couvert végétal riverain qui ne peut remplir son rôle d'atténuateur de la force du courant.

Plusieurs bandes riveraines ont été modifiées, par exemple, par des enrochements, afin de les stabiliser. Cette technique qui est relativement efficace à court terme pour contrer l'érosion n'est pas sans conséquence sur la fonctionnalité écologique des milieux riverains.

L'érosion des berges ainsi que le faible pourcentage des rives comportant des arbres et des arbustes sur le territoire sont des facteurs qui contribuent à augmenter les apports en sédiments aux cours d'eau. Différents sites d'érosion ont pu être observés lors de la caractérisation de bandes riveraines (annexe H. 1) (Deland et Drouin, 2009; Drouin *et coll.*, 2009; St-Jean *et coll.*, 2011; COVABAR, 2012; COVABAR, 2013; COVABAR, 2013) Maurice, 2007) et laissent croire qu'ils seraient une cause importante d'apport de sédiments aux divers cours d'eau. Ces derniers peuvent être fortement chargés en phosphore, l'un des principaux contaminants entraînés par les eaux de ruissellement, tant en milieu urbain (fertilisant à pelouse) qu'agricole (fertilisant pour les cultures).

L'érosion contribue à diminuer la qualité de l'eau des affluents en augmentant la concentration de matières en



Érosion des rives

suspension, de phosphore total et d'autres nutriments. Elle favorise aussi le vieillissement prématuré (eutrophisation) des zones d'eaux stagnantes et entraîne une augmentation des frais de filtration de l'eau potable. De plus, l'érosion des rives conduit à l'envasement du lit de la rivière et à l'augmentation de la turbidité, ce qui détruit les habitats benthiques via le dépôt de sédiments sur les roches qui composent le substrat. Elle peut aussi réduire l'oxygène dissous et la capacité des plantes à faire la photosynthèse, ainsi qu'obstruer les voies respiratoires des poissons et l'appareil digestif des animaux planctoniques.

Certains tributaires de la rivière Richelieu, tels que les rivières L'Acadie et Des Hurons, contribuent sérieusement aux apports de sédiments de celle-ci. Ce grand apport est principalement lié aux pratiques agricoles qui ont lieu dans ces deux sous-bassins (Giroux, 2000; Simoneau et Thibault, 2009; Giroux, 2010). Dans la perspective de gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) visant à réduire l'érosion sur le territoire du bassin versant, il est important de jumeler les efforts de renaturalisation des bandes riveraines avec de bonnes pratiques agroenvironnementales.

Plusieurs solutions peuvent être envisagées afin de contrer les problèmes associés à l'érosion et la perte des bandes riveraines. Par exemple, la revégétalisation des rives, les aménagements d'habitats et de zones vertes urbaines, la stabilisation des voies d'accès et le ralentissement des eaux par une berme de rétention aideront à réduire l'érosion des rives.



Érosion de la rive par minage

H.6 Actions entreprises sur le territoire

Diverses actions ont été entreprises sur le territoire du bassin versant de la rivière Richelieu afin d'améliorer l'état de certaines bandes riveraines. En effet, le COVABAR a effectué plusieurs travaux de chantiers pour stabiliser et restaurer les bandes riveraines possédant un haut niveau d'érosion, ainsi que des travaux de revégétalisation de rives et de plantation de haies brise-vents. Il est important de mentionner qu'une caractérisation de la bande riveraine a été nécessaire avant d'entreprendre chacun de ces travaux (annexe H.1).

De plus, ces travaux ont été réalisés en collaboration avec des organismes et institutions travaillant dans le même secteur d'intervention depuis l'année 2002 (tableau H.2; annexe H.1).



Parc Fréchette (avant)



Parc Fréchette (après)

Tableau H.2 Liste (non exhaustive) d'interventions réalisées par le COVABAR dans le bassin versant de la rivière Richelieu en partenariat avec d'autres organismes et institutions

Année	Type de travaux réalisé	Municipalité ou ville	Cours d'eau/sous bassin	Partenaires impliqués avec le COVABAR
2002	Nettoyage de berges.	Otterburn Park	Ruisseau Bernard/Bassin versant du ruisseau Bernard	Ville Otterburn Park
2003	Stabilisation de berges via plantation d'arbres et d'arbustes indigènes.	Otterburn Park	Ruisseau Duclos-Casavant/Bassin du ruisseau Bernard	Ville Otterburn Park
2004	Stabilisation de berges via plantation d'arbres et d'arbustes indigènes.	Otterburn Park	Ruisseau Auclair/Bassin du ruisseau Bernard	Ville Otterburn Park
2005	Stabilisation de berges via plantation d'arbres et d'arbustes indigènes.	Otterburn Park	Ruisseau Bernard/Bassin du ruisseau Bernard	Ville Otterburn Park
2006	Stabilisation de berges via plantation d'arbres et d'arbustes indigènes, pose de toiles géotextiles et de fagots.	Saint-Marc-sur-Richelieu	Ruisseau des Soixante Nord/Bassin du ruisseau Richer	Club Consersol Vert Cher
2007	Plantation d'arbres sous paillis de plastique, enrochement, fagots et tressage en pied de berge.	Saint-Marc-sur-Richelieu	Ruisseau Richer/Bassin du ruisseau Richer	Club Consersol Vert Cher
2008	Implantation d'une haie brise-vent, stabilisation en pied de berge, une dizaine de mètres de fagots.	Saint-Marc-sur-Richelieu	Ruisseau Richer/Bassin du ruisseau Richer	Club Consersol Vert Cher
2009	Reprofilage des berges, stabilisation par enrochement et à l'aide de treillis, confection de fascines.	Marieville	Ruisseau St-Louis/Bassin rivière des Hurons	Agriculture et Agroalimentaire Canada (Rixon et coll.)
2010	Reprofilage des berges, plantation sous paillis de plastique d'arbres et d'arbustes indigènes.	Saint-Jean-Baptiste	Décharge neuve/Bassin rivière des Hurons	Agriculture et Agroalimentaire Canada (Rixon et coll.), UPA de la Montérégie, Biopterre, ConseilSol
2011	Réparation du collecteur, reprofilage du talus, enrochements, plantation d'arbres et d'arbustes.	Mont-Saint-Hilaire	Ruisseau Voghel-Lusignan/Bassin rivière des Hurons	Agriculture et Agroalimentaire Canada (Rixon et coll.), UPA de la Montérégie
2012	Aménagement d'un herbier aquatique pour poissons.	Saint-Jean-sur-Richelieu	Ruisseau Hazen/Bassin du ruisseau Bleury	Ville Saint-Jean-sur-Richelieu
2013	Implantation d'une haie brise-vent, plantation d'arbustes avec biodisque.	La Présentation	Décharge des Trente/Bassin rivière des Hurons	UPA de la Montérégie

Également, il y a plusieurs autres organismes à but non lucratif, ministères et autres institutions gouvernementales qui depuis quelque temps réalisent une variété d'interventions visant la gestion durable des ressources hydriques du bassin versant de la rivière Richelieu. Par exemple :

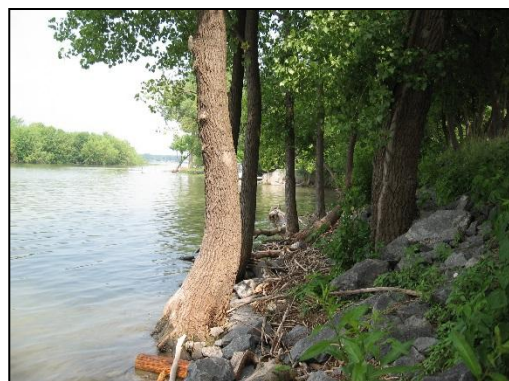
- **Clubs Conseil en Agroenvironnement** : Offre de services tels que le diagnostic et la restauration de bandes riveraines érodées, les aménagements hydroagricoles, la caractérisation de bandes riveraines, les inventaires et aménagements floristiques et fauniques, la cartographie de la région (produits géomatiques), entre autres (Groupe ProConseil, P.d.);
- **Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ)** : Lutte contre l'érosion de rives et des cours d'eau; réalisation d'aménagements hydroagricoles, retraits d'animaux des cours d'eau, plantation d'arbres et de haies brise-vent et incitation à l'utilisation rationnelle des pesticides (MAPAQ, 2014);

- **Union des Producteurs agricoles (UPA – Montérégie)** : Amélioration de la qualité de l'eau via la réalisation de projets de restauration et de revégétalisation de bandes riveraines de la rivière des Hurons, ruisseau à l'Ours; inventaires de flore et de faune; participation au plan de rétablissement du chevalier cuirvé (UPA, 2014).
- **Canards Illimités** : Protection, inventaires et cartographie des milieux humides de la région.
- **Nature Action Québec** : Réalisation de projets d'aménagement paysager écologique, réduction des îlots de chaleur, acquisition des milieux naturels avec valeur écologique exceptionnelle, entre autres;
- **Conservation de la Nature Canada (CNC)** : Acquisition des îles Jeannotte et aux Cerfs et gestion du refuge faunique Pierre-Étienne Fortin afin de protéger les espèces en péril de la région (CNC, 2014).
- **Centre de la Nature du Mont-Saint-Hilaire** : Plantation d'arbres et d'arbustes indigènes au piémont de la montagne; construction d'un bassin de captation des eaux de ruissellement; caractérisation des ruisseaux.

Toutes les interventions réalisées se situent un peu partout dans le bassin versant de la rivière Richelieu et démontrent une volonté progressive du milieu agricole et urbain à adopter de bonnes pratiques environnementales, lesquelles sont encadrées par les règlements et les lois provinciales et fédérales. Plusieurs programmes d'aide financière concernant la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) sont disponibles aux organismes souhaitant développer ce type de projets. Par exemple, ils peuvent obtenir du financement avec la Fédération canadienne de la faune, Fondation de la faune du Québec, Plan d'action Saint-Laurent, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Environnement Canada, MDDELCC, MAPAQ, entre autres.

H.7 Les bandes riveraines de la zone Saint-Laurent

Peu de données sur l'état des bandes riveraines des tributaires du fleuve Saint-Laurent de la zone Saint-Laurent sont disponibles à ce jour, et ce, tant en milieu urbain qu'agricole. Il est donc difficile de juger de l'état des bandes riveraines de l'ensemble de ce territoire. Il est difficile de quantifier leur efficacité et d'évaluer si elles respectent la PPRLPI. Par contre, plusieurs études ont été menées afin d'analyser l'érosion des bandes riveraines (recul par année) du fleuve Saint-Laurent. De ce fait, les informations concernant les bandes riveraines ciblent les rives du fleuve Saint-Laurent et celles des îles appartenant aux municipalités riveraines de la zone.



H.7.1 Secteurs ZIP Ville-Marie et ZIP Jacques-Cartier (municipalités de Brossard, Saint-Lambert, Longueuil et Boucherville)

Le secteur de l'agglomération de Longueuil est l'un de ceux ayant le plus subi l'influence humaine. Le plan d'action et de réhabilitation écologique de la ZIP Ville-Marie révèle que l'affectation récréative en milieu urbain sur la rive sud occupe plus de 73 % du territoire riverain (tableau H.3). Les municipalités de Brossard, de La Prairie, de Longueuil, de Sainte-Catherine et de Saint-Lambert sont celles où l'affectation récréative prédomine dans le paysage riverain (Comité ZIP Ville-Marie, 1998).

Tableau H.3 Affectations riveraines pour le secteur Rive-Sud de la ZIP Ville-Marie

Municipalité	Longueur de la rive (km)	Affectations en milieu urbain					Affectations en milieu rural		
		Industr.	Parc / conserv.	Parc / récréation	Résid. / commerc.	Institut. / autres	Agricole	Récréo-tourist.	Autres
Kahnawake ^a	10,0								
Ste-Catherine	16,8	11 %	-	76 %	14 %	-	-	-	-
Delson	0,4	-	-	-	100 %	-	-	-	-
Candiac	2,8	-	-	21 %	79 %	-	-	-	-
La Prairie	3,7	-	-	78 %	22 %	-	-	-	-
Brossard	5,6	-	-	66 %	34 %	-	-	-	-
St-Lambert	4,8	-	-	56 %	40 %	4 %	-	-	-
Longueuil	12,1	-	- ^b	92 %	8 %	-	-	-	-
Total^c	46,2	4 %	-	73 %	23 %	0,4 %	-	-	-

^a Les plans disponibles ne permettent pas une analyse détaillée

^b Une portion inconnue est affectée à la conservation (Pointe Marigot).

^c N'inclut pas les données pour la réserve de Kahnawake.

Sources : Adapté de Jourdain et coll., 1994, de Bibeault et coll., 1997 et de Bibeault et Jourdain, 1995.

Tiré de Comité ZIP Ville-Marie, 1998

D'un autre côté, les bandes riveraines du fleuve Saint-Laurent pour les villes de Longueuil et Boucherville sont occupées par des parcs riverains à 92 % et 61 %, respectivement (Comité ZIP Jacques-Cartier, 2009). Par exemple, l'affectation récréative domine la rive sud à près de 79 % du périmètre riverain (Comité ZIP Jacques-Cartier, 2009). Ces statistiques sont en lien avec la présence de pistes cyclables en rive, ainsi que par la présence de l'autoroute 132 qui est située en bordure de la rive du fleuve Saint-Laurent. La distance entre le fleuve et cette autoroute n'étant pas grande, aucun développement résidentiel n'était possible. Par contre, à notre connaissance, aucune étude n'a été menée pour évaluer la qualité de la bande riveraine. Il serait intéressant d'en connaître l'état puisque cette zone est soumise à de fortes pressions (ponts, voies maritimes, voies routières) (Comité ZIP Ville-Marie, 1998).

H.7.2 ZIP des Seigneuries (municipalités de Varennes, Verchères, Contrecoeur)

Les bandes riveraines du territoire de la ZIP des Seigneuries sont parmi les plus touchées par l'érosion. Elles ont connu une détérioration et une artificialisation très importantes. Elles ont été aussi artificialisées principalement par des murets de béton, par des enrochements et des remblais (Comité ZIP des Seigneuries, 2003). La figure H.3 identifie les secteurs où il y a eu une artificialisation des rives. Il est important de mentionner que l'artificialisation de cette zone est présente sur de longs tronçons continus plutôt que par petits secteurs.

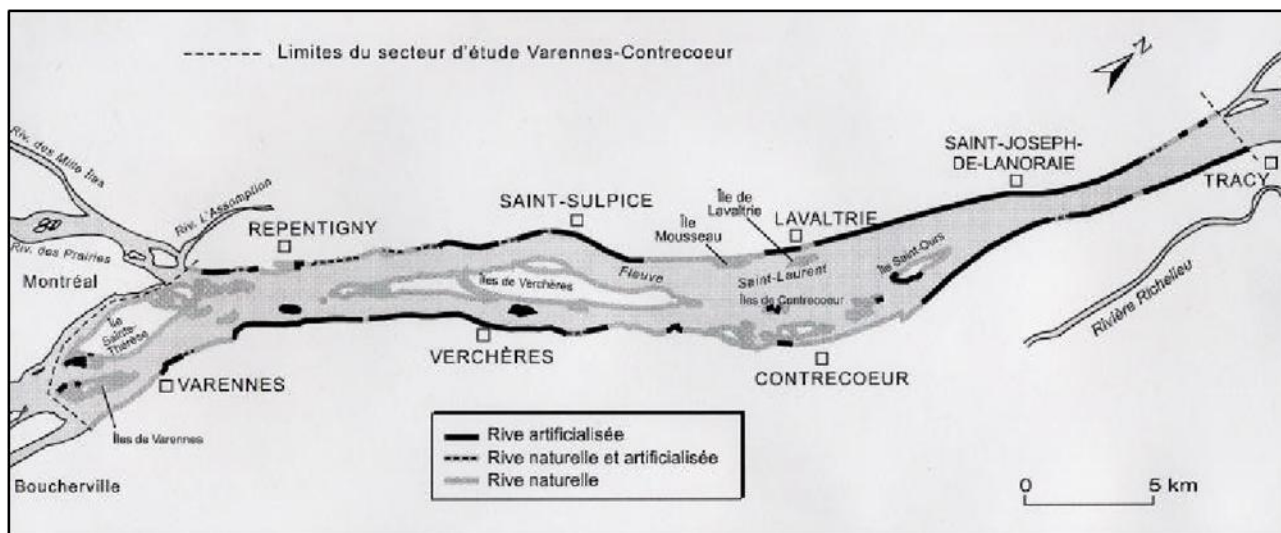


Figure H.3 Répartition des rives naturelles et artificialisées sur le territoire de la ZIP des Seigneuries

Source : Comité ZIP des Seigneuries, 2003

H.7.3 Érosion des bandes riveraines

De grandes portions des bandes riveraines sont sujettes à l'érosion tant sur la rive sud et la rive nord du fleuve que sur les îles. Ce secteur correspond à la portion fluviale de la zone Saint-Laurent la plus touchée par l'érosion par batillage. Ceci est principalement dû au fait qu'il s'agit du tronçon le moins large du fleuve, augmentant ainsi l'impact des vagues causées par les navires de marchandise empruntant la voie maritime (Comité ZIP des Seigneuries, 2003). Par exemple, pour l'ensemble des îles du secteur de la ZIP des Seigneuries, 70 % des rives sont érodées et, dans certains cas, l'érosion y est très forte.

Les rives directement exposées à la voie de navigation sont particulièrement affectées (Comité ZIP des Seigneuries, 2003). Il a été estimé que 70 km de leurs rives avaient subi une érosion modérée à forte (figure H.4). Ceci est particulièrement évident le long des îles de Varennes, les plus rapprochées du chenal de navigation. Au moment de l'étude, les îles de Verchères étaient les plus touchées par l'érosion, affectant près de 44 km de rives (Robitaille, 1998).

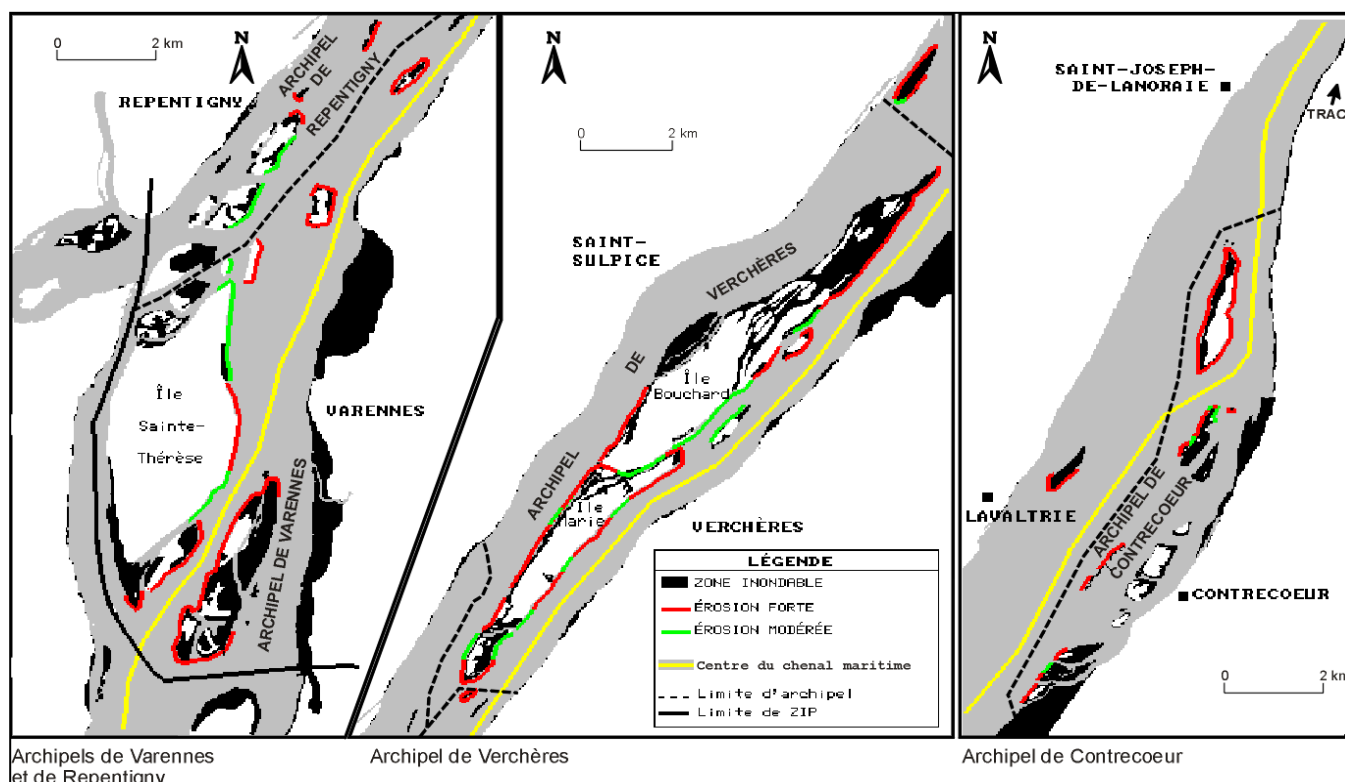


Figure H.4 Érosion sur les îles du secteur Varennes, Verchères et Contrecoeur

Source : Comité ZIP des Seigneuries, 2003

D'un autre côté, l'érosion des bandes riveraines n'est pas constante d'une année à l'autre, ni même d'une saison à l'autre. Afin de suivre l'état du fleuve Saint-Laurent et de statuer sur son évolution, le programme de suivi de l'état du fleuve Saint-Laurent 2011-2026 vise à mettre en commun une série d'indicateurs biologiques recueillis auprès des collaborateurs dans le cadre de leurs activités régulières de suivi environnemental (Comité de concertation Suivi de l'état du Saint-Laurent, 2008).

Les résultats du suivi du Plan Saint-Laurent (figure H.5) démontrent que l'année 2006-2007 a été la période de recul des bandes riveraines la plus importante, et ce dans tous les secteurs étudiés de la zone Saint-Laurent (c.-à-d. Varennes, îles de Verchère et îles de Contrecoeur). Le recul annuel moyen pour cette période a été de 1,85 m et plus de 67 % de l'érosion s'est produite durant la période hivernale (Comité de concertation Suivi de l'état du Saint-Laurent, 2010). Aussi, selon ce graphique, la tendance moyenne du recul des bandes riveraines a diminué pour tous les secteurs pendant la période de 2007 à 2008, pour une valeur de 0,49 m par année dont 70 % en période hivernale (Comité de concertation Suivi de l'état du Saint-Laurent, 2008).

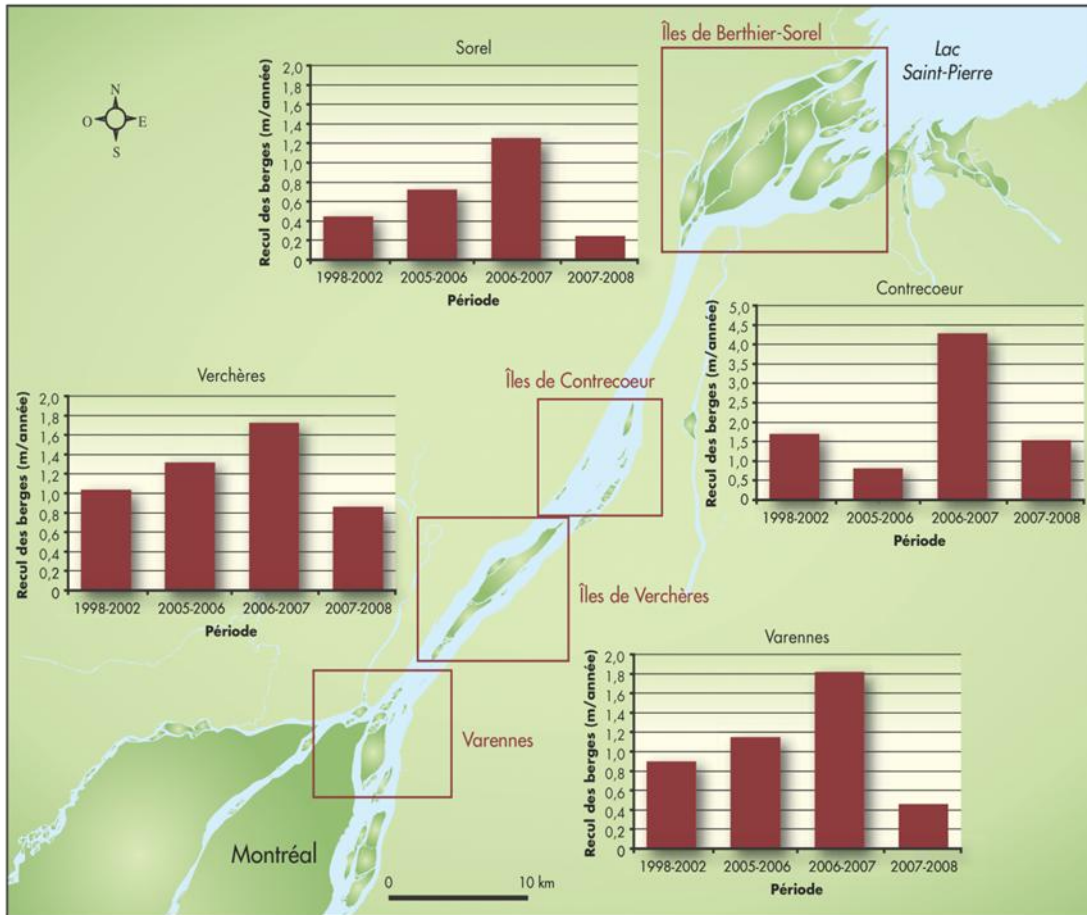


Figure H.5 Retrait des bandes riveraines par secteur

Source : Comité de concertation, Suivi de l'état du Saint-Laurent, 2010



Source : bande riveraine.org.

Érosion de la bande riveraine

Différents facteurs, influençant l'érosion présente dans la zone Saint-Laurent, tant sur les îles que sur la terre ferme, ont pu être identifiés plus précisément. En plus du batillage causé par la lourde circulation (première cause), les cycles de gel et de dégel ainsi que la nature du sol sont apparus comme étant des facteurs très importants. De plus, la fluctuation des niveaux d'eau du fleuve joue un rôle déterminant soit comme amplificateur, soit comme réducteur de l'influence de ces trois facteurs (Richard, 2008).

Principaux facteurs de l'érosion des berges dans le secteur fluvial (tiré de Richard, L.-P., 2008)

Facteurs d'origine naturelle :

- -Le gel et le dégel;
- -Les courants;
- -Les hautes vagues produites lors des tempêtes;
- -Le ruissellement de l'eau dû aux crues d'orages ou à la fonte des neiges;
- -La nature du sol et la pente de la rive;
- -La déshydratation et la défloculation des argiles;
- -Le déplacement des glaces au printemps.

Facteurs liés aux activités humaines :

- -La variation des niveaux d'eau causée par les ouvrages de régularisation des eaux (barrages, digues, canaux, etc.);
- -Le déboisement des rives;
- -L'effet des vagues produites par le mouvement des bateaux et des embarcations de plaisance;
- -L'agriculture, le pâturage et le labourage proche des berges.

L'érosion des rives peut être nuisible aux habitats fauniques et floristiques, à la qualité de l'eau et aux propriétés bâties en bordure de l'eau.

Certaines mesures peuvent être envisagées pour réduire la vitesse à laquelle l'érosion des rives du fleuve Saint-Laurent se fait (Comité ZIP Jacques-Cartier, 2009) :

Juridiction gouvernementale :

- Réduire la vitesse des embarcations qui circulent sur le fleuve Saint-Laurent;
- Stabiliser et renaturaliser les rives;
- Gérer les niveaux d'eau;
- Faire de la sensibilisation auprès des usagers.

Individuellement :

- S'abstenir de couper la végétation en bordure de l'eau;
- Respecter l'intégrité biophysique des rives;
- Éviter l'artificialisation des berges (enrochement, construction en bordure de l'eau, etc.).

Voici un exemple déjà appliqué afin de contrer l'effet du batillage : le programme de ralentissement volontaire de la vitesse des navires entre Montréal et le Lac Saint-Pierre qui est appliqué par l'industrie maritime depuis l'automne 2000 (Richard, 2008).



H.8 Annexe

Annexe H.1 Études de caractérisation de la bande riveraine réalisées en partenariat par le COVABAR dans le bassin versant de la rivière Richelieu.

Endroits	Données disponibles	Date	Format
Cours d'eau de la municipalité de Brossard	IQHP; IQBR; Largeur de la bande riveraine.	2014	Rapport + cartes localisation
Rivière L'Acadie (secteur Sud)	IQHP; IQBR; Largeur de la bande.	2014	Rapport + cartes localisation
Rivière L'Acadie (Secteur Massé)	IQHP : Faible sur 56 % et très faible sur 7 % du territoire; IQBR : Faible sur 37 % et très faible sur 28 % du territoire; Largeur de la bande riveraine : 55 % des rives ne respectent pas la réglementation de la PPRLPI.	2013	Rapport + cartes localisation
Ruisseau Coderre	IQHP : Faible sur 55 % et très faible sur 24 % du territoire; IQBR : Faible sur 59 % du territoire; Largeur de la bande riveraine : 57 % des rives ne respectent pas la réglementation de la PPRLPI.	2013	Rapport + cartes localisation
Rivière des Hurons (secteur ZIPP sud et hors ZIPP)	IQHP : Moyen sur la majorité du territoire; IQBR : Moyen sur la majorité du territoire; Largeur de la bande riveraine : 66 % des rives respectent la réglementation de la PPRLPI.	2012	Rapport + cartes localisation
Rivière des Hurons (partie nord)	IQHP : Faible sur 88 % de l'ensemble du territoire; IQBR : Faible sur 70 % et très faible sur 13 % du territoire; Largeur de la bande riveraine : 51 % des rives ne respectent pas la réglementation de la PPRLPI.	2011	Rapport + cartes localisation
St-Jean-sur-Richelieu (5 tributaires + rivière Richelieu)	IQHP : Faible sur 64 % de l'ensemble du territoire; IQBR : Faible sur 42 % de l'ensemble du territoire.	2011	Rapport + cartes localisation
Rivière Richelieu dans la municipalité de Saint-Hilaire	IQBR (65 % de faible à bonne et 35 % de très bonne à excellente)	2010	Rapport + carte réalisés par Centre de la nature du mont Saint-Hilaire
Cours d'eau de la municipalité de Saint-Antoine-sur-Richelieu	IQBR identifié Zones d'érosion identifiées	2008	Rapport + cartes réalisés par Centre de la nature du mont Saint-Hilaire
Ruisseau Saint-Louis (sous-bassin rivière des Hurons)	IQBP (classe D et E, facteurs déclassant : MES, CF, Ptot) IQHP (33,1 % moyenne) IQBR (72,1 % de moyenne à faible) 38,5 % des berges sont atteintes par l'érosion	2009	Rapport + cartes localisation
Ruisseau à l'Ours (sous-bassin de la rivière des Hurons)	IQBR (80,3 % de moyenne à faible) IQHP (84,9 % de moyenne à faible) 42,3 % des berges sont atteintes par l'érosion	2009	Rapport + cartes localisation
Rivière Lacolle	IQHP (34 % moyenne) IQBR (51 % moyenne) (24 % excellente ****) Sites d'érosion identifiés	2008	Rapport + cartes localisation
Rivière L'Acadie	IQHP (50 % moyenne) IQBR (30 % moyenne) (35 % excellente****) 21,8 % des berges sont atteintes par l'érosion	2008	Rapport + cartes localisation
Ruisseau Belœil	IQBP (Classe D et E) IQHP (83 % de moyenne à faible) IQBR (78,5 % de moyenne à faible) 22,85 % des berges sont atteintes par l'érosion	2007	Rapport + cartes localisation
Grand Ruisseau (bassin versant du ruisseau de Belœil)	IQHP (64,3 % de moyenne à faible) IQBR (54,1 % de moyenne à faible) (19,3 % excellente****) 42,2 % des berges sont atteintes par l'érosion	2007	Rapport + cartes localisation
Rivière des Hurons	IQBR (72,5 % de moyenne à faible) IQHP (58 % moyenne) 72 % des berges sont atteintes par l'érosion	2006	Rapport + cartes localisation

Endroits	Données disponibles	Date	Format
Ruisseau des Trente (Belœil)	IQBP (Classe D et E) (Facteurs déclassants : Ptot, MES, CF)	2005	Rapport + cartes localisation
Ruisseau Richer	IQBP (79 % de berges moyennes à faibles*) IQHP (93,75 % de faible à moyenne**) IQBP (Classe E***) (Facteurs déclassants : MES, Ptot, CF, OD) 73 % des berges sont atteintes par l'érosion	2005 2005 2006 2006	Rapport + cartes localisation
Ruisseau Bessette	IQBP (Classe C à D***) (Facteurs déclassants : MES, Ptot, CF, OD)	2004	Rapport + cartes localisation

Indice de la qualité de la bande riveraine (IQBR)

Moyenne : herbacée, végétaux présents sur au moins 1 m sur le talus des deux côtés du cours d'eau.

Faible : herbacées présentes entre 1 et 3 m.

Très faible : herbacées seulement, végétaux présents sur moins de 1 m sur le talus des deux côtés du cours d'eau.

Indice de la qualité de l'habitat du poisson (IQHP)

Moyenne : Substrat moyen (galets, gravier, sable, argile dure) recouvert d'un peu de limon, couvert modéré et diversifié, sinuosité modérée ou faible, bon complexe rapides/fosses, courant modéré, lent ou interstitiel, bande riveraine réglementaire, profondeur d'eau moyenne.

Faible : substrat moyen (gravier, sable, argile dure) recouvert d'un peu de limon, couvert modéré/faible, sinuosité faible, peu/pas de complexe rapides/fosses, courant lent ou interstitiel, bande riveraine adéquate, faible profondeur d'eau.

Très Faible : substrat fin (argile dure, détrit, vase) recouvert de limon, couvert faible, sinuosité modérée/faible, peu de complexe rapides/fosses, courant interstitiel/intermittent, bande riveraine adéquate ou non, très faible profondeur d'eau.

Indice de la qualité bactériologique et physicochimique (IQBP)

Classe E : très mauvaise

Classe D : mauvaise

Classe C : douteuse

Paramètres : Ptot (Phosphore total); MES (Matière en suspension); CF (Coliformes fécaux); OD (oxygène dissout)

La classe excellente est nommée, car pour les autres caractérisations cette classe était pratiquement inexistante, souvent avec un pourcentage de zéro.

I. La forêt

I. 1 Les forêts du bassin versant de la rivière Richelieu

I.1.1 La fonction primordiale de la forêt

Les rôles que joue la forêt au sein du territoire sont multiples et sa présence amène de nombreux bénéfices au milieu, tant du point de vue écologique que pour l'économie locale et régionale. La forêt permet aussi le maintien d'une qualité de vie pour les citoyens. Sans prétendre être exhaustif et dans la mesure où la bibliographie sur le sujet fourmille, nous ne nommerons ici que quelques-uns des principaux rôles remplis par la forêt et qui suffisent à témoigner de son importance et de la nécessité de mettre en place une gestion efficace et durable garantissant sa préservation à long terme (Delage, 2004) :

- rôle filtrant sur la qualité de l'eau (de surface et souterraine) ainsi que de l'air;
- régularisation du régime hydrique du bassin versant;
- réduction du risque d'érosion des sols, en particulier des berges;
- protection des sols contre la déflation éolienne;
- réduction de la poudrière sur les routes en hiver: amélioration de la sécurité et réduction des coûts d'entretien routier en période hivernale;
- maintien d'écosystèmes variés et par conséquent, de la diversité des espèces (faune et flore);
- protection des espèces fauniques et floristiques rares ou menacées;
- embellissement paysager;
- source potentielle de revenus liés à l'exploitation forestière;
- lieu de pratique pour certaines activités de loisir comme le ski de fond, la randonnée, l'observation de la nature, la cueillette, la chasse, etc.

À l'inverse, la disparition des milieux naturels en général et de la forêt en particulier, ainsi que la fragmentation des habitats forestiers sont reconnus comme étant les causes les plus importantes de la diminution de la biodiversité. De plus, elles entraînent dans leur sillage de nombreux problèmes connexes (augmentation des apports en matières en suspension dans les cours d'eau, accroissement de l'érosion par le vent et l'eau, perte d'usages récréotouristiques, augmentation de la pollution de l'air, etc.) dont les coûts économiques et sociaux sont indéniables (Association forestière des Cantons de l'Est). La forêt occupe un faible pourcentage du territoire du bassin versant avec un taux de superficie moyen qui avoisine les 16 % (voir tableau I.1). D'où la nécessité de les préserver et de mettre tout en œuvre afin de tenter d'accroître les zones forestières. Par exemple, la mise en place de bandes riveraines complètes permettrait d'établir des corridors boisés le long des cours d'eau, ce qui permettrait d'augmenter les superficies actuelles.



© Claude Trudel

Le sous-bois d'une érablière à caryer

I.1.2 Le domaine de l'érablière à caryer

Le bassin versant de la rivière Richelieu est situé en totalité dans le domaine bioclimatique de l'érablière à caryer. Ce domaine bioclimatique couvre une superficie de 14 500 km², soit environ 1 % du Québec et se trouve au sud-ouest de la province, où on retrouve un climat plus doux. Sa situation géographique lui permet d'abriter la flore la plus méridionale du Québec et même plusieurs espèces thermophiles.



Caryer cordiforme



Chêne bicolore

© Daniel Tigner www.essences.ca

Les forêts y sont principalement constituées de feuillus, mais sont très diversifiées. Plusieurs espèces qu'on y retrouve sont à la limite septentrionale de leur aire de distribution. C'est le cas du caryer cordiforme (*Caryer cordiformis*), du caryer oval (*Caryer ovata*), du micocoulier (*Celtis occidentalis*), de l'érable noir (*Acer nigrum*), du chêne blanc (*Quercus alba*), du chêne bicolor (*Quercus bicolor*), de l'orme liège (*Ulmus thomasii* Sargent), du pin rigide (*Pinus rigida*) ainsi que de plusieurs arbustes et plantes herbacées. D'autres essences plus nordiques, telles que l'érable à sucre, le sapin et les épinettes croissent aussi dans l'érablière à caryer. Il est à noter que le pin rigide et l'orme liège sont considérés comme espèces menacées au Québec.

I.1.3 Typologie des forêts du bassin versant

Actuellement, la forêt couvre 449 km², soit 17,6 % du bassin versant (Géomont, 2010). Elle a subi une diminution de superficie de 2,7 % entre 2004 et 2009. La forêt du bassin versant est très morcelée (carte I.1) en un ensemble d'îlots forestiers, de superficies variables et plus ou moins isolés les uns des autres. De même, comme en témoigne le tableau I.1, la forêt se répartit de manière variable au sein du territoire. Ainsi, en 2009, la MRC des Jardins-de-Napierville était la plus boisée (25,97 %), la moins boisée étant celle du Haut-Richelieu (11,08 %), suivie de près par Roussillon (11,17 %) et la ville-MRC de Longueuil (12,13 %) (Géomont, 2010). Le constat est identique pour les principaux sous-bassins versants de la rivière Richelieu ; le bassin versant du ruisseau Rimbault étant le plus boisé (46,8 %), suivi de celui de la rivière Lacolle (37,2 %). Les sous-bassins versants les moins boisés sont ceux des ruisseaux de la Barbotte (11,4 %), de Bleury (13,1 %) et celui de la rivière des Hurons (15,1 %) (adapté de Géomont [2010]). Notons en passant que, de 2004 à 2009, la superficie forestière a diminué dans tous les secteurs du bassin versant, et plus particulièrement dans les sous-bassins Laplante, De Bleury et Amyot.

Les feuillus dominent avec près de 70 % du territoire forestier, suivis de loin par les résineux (23 %) (figure I.1). La carte I.2, issue d'un inventaire forestier effectué par le MRN au milieu des années 1990, identifie les principales espèces forestières dominantes du bassin versant. Les plus représentées sont l'érable rouge, l'érable à sucre et les forêts de feuillus mélangés.

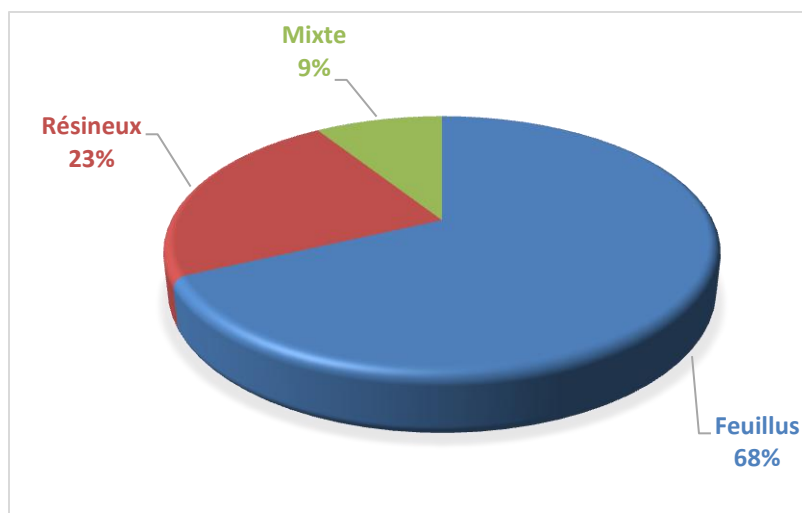


Figure I.1 Répartition des principaux couverts forestiers du bassin versant

Tableau I.1 Répartition des forêts dans le bassin versant en 2009 et comparée aux données de 2004

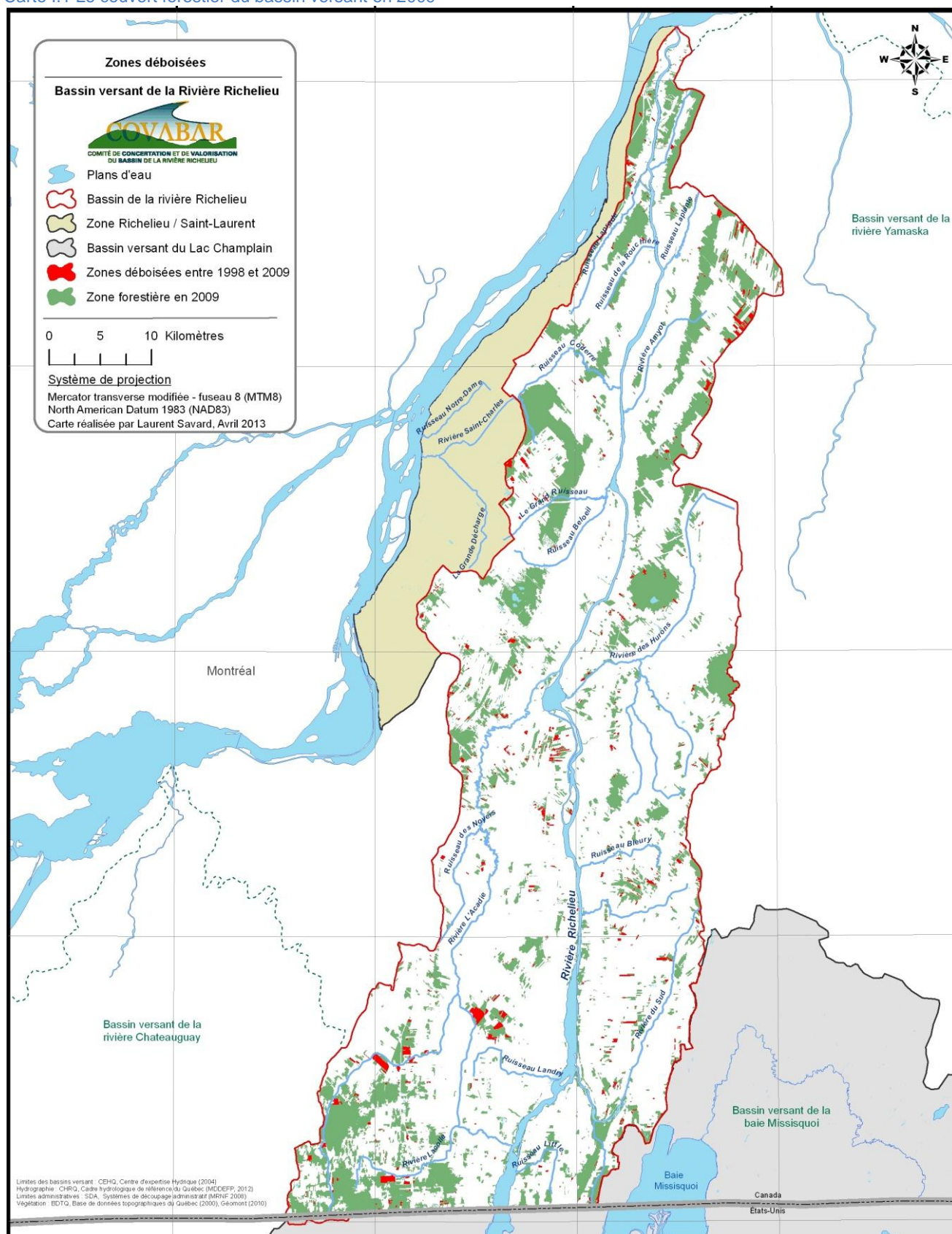
	Superficie totale du territoire	Superficie forestière en juillet 2004	Superficie forestière en juillet 2009	Taux de superficie forestière en juillet 2004	Taux de superficie forestière en juillet 2009
Les MRC	km ²	km ²	km ²	%	%
La Vallée-du-Richelieu	603,95	111,259	108,41	18,4	17,9
Marguerite-D'Youville	405,13	73,458	72,47	18,1	17,8
Le Pierre-De Saurel	639,1	122,852	120,5	19,2	18,8
Le Haut-Richelieu	996,21	114,897	110,38	11,5	11,1
Les Jardins-de-Napierville	804,27	213,456	208,84	26,5	25,9
Les Maskoutains	1 312,29	219,255	212,52	16,7	16,2
Longueuil	310,11	38,734	37,62	12,5	12,1
Roussillon	491,97	57,777	54,98	11,7	11,2
Rouville	488,97	79,206	76,94	16,2	15,7
Les sous-bassins	km ²	km ²	km ²	%	%
Amyot	93,95	24,343	23,6	25,9	25,1
Belœil	102,71	19,87	19,61	19,3	19,1
Coderre	87,66	26,032	25,75	29,7	29,4
de Bleury	30,35	4,319	3,99	14,2	13,1
de la Barbotte	60,27	6,937	6,87	11,5	11,4
des Hurons	343,85	52,387	51,79	15,2	15,1
du Sud	153,75	29,626	29,56	19,3	19,2
de L'Acadie	562,47	108,483	105,32	19,3	18,7
de la Prade	47,2	12,625	12,49	26,7	26,5
Lacolle	135,29	51,04	50,31	37,7	37,2
Laplante	111,7	28,004	26,72	25,1	23,9
Raimbault	17,21	8,176	8,06	47,5	46,8

Source : Géomont, 2010; Belvisi, J., 2005

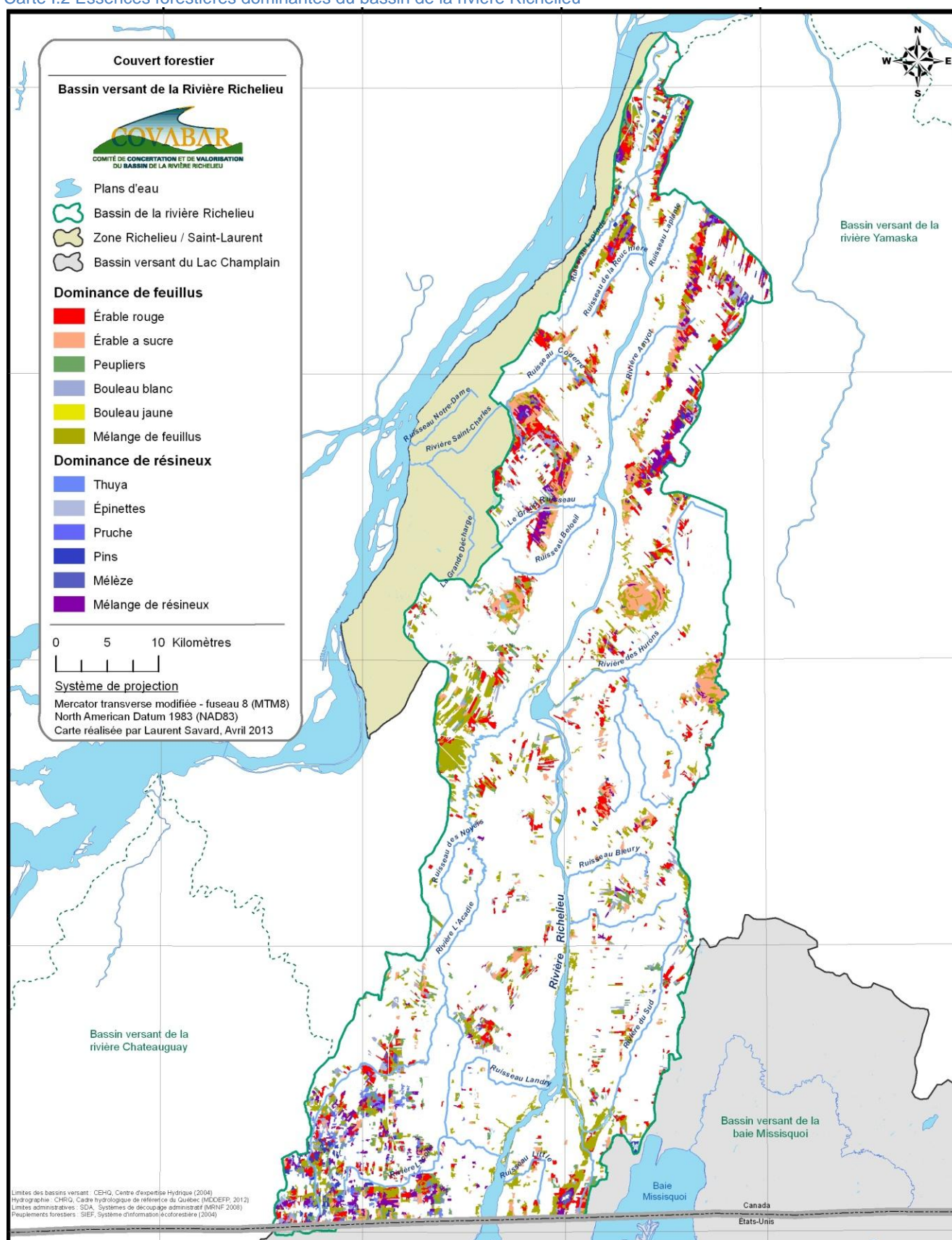


Morcellement de la couverture forestière du bassin versant

Carte I.1 Le couvert forestier du bassin versant en 2009



Carte I.2 Essences forestières dominantes du bassin de la rivière Richelieu



1.1.4 Les écosystèmes forestiers exceptionnels

Les écosystèmes forestiers exceptionnels (EFE) (forêts rares, anciennes et refuges) sont des sites reconnus pour leur biodiversité remarquable et dont l'intérêt de conservation est grand. La préservation de ces écosystèmes exceptionnels contribue à maintenir la biodiversité, notamment en assurant la conservation de la diversité des écosystèmes forestiers et des éléments les plus rares qu'ils contiennent, tant floristiques que fauniques. D'ailleurs, les EFE abritant généralement des espèces menacées ou vulnérables, leur protection contribue à la préservation de ces espèces à statut précaire (MFFP, 2013).

Dans l'ensemble de la Montérégie, 97 EFE totalisant plus de 4 000 hectares (40 km²) sont actuellement dénombrés (MERN, 2014).

Concernant le bassin de la rivière Richelieu, 38 des écosystèmes forestiers exceptionnels de la Montérégie, totalisant plus de 1 600 hectares, ont été répertoriés dans les MRC du corridor de la rivière Richelieu et des Montérégiennes. Différents types d'éraблиères (à caryer cordiforme, à noyer cendré, à tilleul et à hêtre ou à tilleul et à chêne rouge) constituent des forêts rares et des forêts refuges pour de nombreuses plantes menacées ou vulnérables, dont l'aster à rameaux étalés (*Eurybia divaricata*), la phégoptère à hexagones (*Phegopteris hexagonoptera*), l'aplectrelle d'hiver (*Aplectrum hyemale*), le carex faux-lupulina (*Carex lupuliformis*), la grande asclépiade (*Asclepias exaltata*), le galéaris remarquable (*Galearis spectabilis*), la claytonie de Virginie (*Claytonia virginica*) ou encore la thélyptère simulatrice (*Thelypteris simulata*) (MERN, 2014).

Parmi les écosystèmes forestiers exceptionnels du bassin, la Réserve naturelle Gault-Université McGill, située au mont Saint-Hilaire et de tenure privée, est certes la plus grande, protégeant près de 1 000 hectares de forêts anciennes, vestiges des forêts vierges de la vallée du Saint-Laurent. Environ 600 espèces de plantes supérieures y ont été dénombrées, faisant de cette forêt un lieu exceptionnel riche en biodiversité. Un grand nombre d'espèces rares ou menacées s'y abritent. De plus, des arbres vieux de plus de 400 ans s'y retrouvent. Du côté de la faune, on a répertorié plus de 800 espèces de papillons autour et sur la montagne (Université McGill, 2015).

1.2 La forêt du bassin versant : un espace en péril

1.2.1 La disparition des espaces boisés

À l'origine, c'est-à-dire si l'on remonte à l'arrivée des premiers colons, la forêt était omniprésente dans le bassin versant. Lors de ses voyages, Samuel de Champlain le constatait d'ailleurs : « *Tout cedit pays est fort uni, remply de forests, vignes et noyers.* », « [...] et y a quelques prairies où il n'y habite aucun sauvage [...] » (Laverdières, 1982). Lorsque l'on porte un regard sur la situation actuelle des forêts du bassin versant, il est difficile de penser que Champlain faisait à l'époque référence au territoire qui bordait la rivière Richelieu. Dans les faits, le recul des forêts du bassin versant s'est amorcé avec l'arrivée des colons et l'accroissement graduel de la population, en premier lieu, sur les abords de la rivière Richelieu. Le besoin d'espaces neufs pour l'agriculture et pour la construction de zones d'habitations; ainsi que le besoin de matières premières nécessaires à la construction, au chauffage et aux chantiers navals sont autant d'usages qui ont poussé les premiers colons à puiser dans le capital forestier du bassin versant. Au moment de la conquête anglaise en 1760, le Bas-Richelieu est déjà largement déboisé tout autour de la rivière et dans certains cas, profondément à l'intérieur des terres, ce qui correspond à près de 18 % des terres concédées de Sorel à Chambly. Les défrichements suivent alors le peuplement vers le Haut-Richelieu. Au milieu du 19^e siècle, des mesures sont déjà prises pour limiter l'exploitation de certaines essences et vers 1850, il semblerait que la majorité des sols de bonne qualité du bassin versant aient été déboisés.

Une étude menée autour de la réserve de la biosphère du mont Saint-Hilaire (Delage et Fortin, 1999) illustre bien ce phénomène en comparant les pertes de forêt entre 1761 et 1993. L'étude, bien que limitée aux alentours du mont Saint-Hilaire, présente un bon échantillon de ce qui s'est produit à l'échelle du bassin versant et témoigne de l'intensité du phénomène de déforestation qui s'est produit au cours des siècles derniers (Figure I.1). La forêt actuelle du bassin versant n'est donc plus qu'un vestige de la forêt d'autrefois.

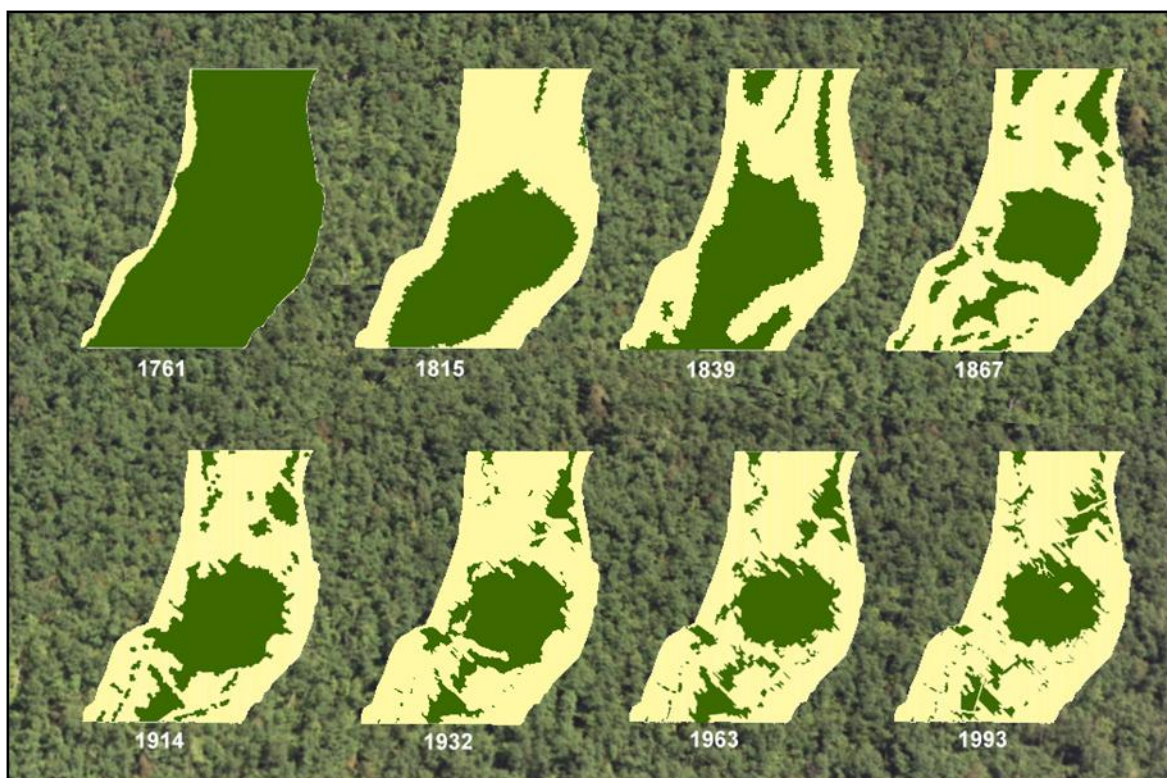


Figure I.1 Régression de la forêt (en vert) dans la région du mont Saint-Hilaire de 1761 à 1993

Source : Delage et Fortin, 1999

Malgré le fait que le phénomène de déboisement ait diminué en intensité, il n'en reste pas moins qu'il constitue toujours une problématique majeure à l'échelle du bassin versant (Savoie, 2002; Delage *et coll.*, 2003; Li et Beauchesne, 2003; Belvisi, 2005). Selon Belvisi (2005), le bassin versant a perdu plus de 2 255 hectares de forêt en seulement cinq ans, soit de 1999 à 2004, ce qui équivaut à près de 5 % de perte de superficies forestières. Plus de 90 % des pertes ont eu lieu à l'intérieur du zonage agricole contre 10 % en zone d'urbanisation, attestant ainsi de la prédominance de l'origine agricole du déboisement. De 2004 à 2009, un peu plus de 1 217 hectares de forêt ont été enlevés au bassin versant, soit une diminution du couvert forestier de 2,7 %. Plus de 67 % des pertes ont eu lieu à l'intérieur du zonage agricole contre 33 % en zone urbaine (voir annexe I. 1).

I.2.2 La diminution de la biodiversité



Appauvrissement du sol forestier par nettoyage excessif

Si on se réfère au seuil généralement admis d'un minimum de 30 % de couverture forestière au sein d'un territoire donné pour que la forêt puisse remplir son rôle écologique (Delage, 2004), on peut considérer la situation comme étant des plus critiques sur le territoire du bassin versant de la rivière Richelieu, qui ne compte plus que 17,6 % de superficie boisée.

La fragmentation du territoire forestier, la diminution de la superficie des boisés et leur isolement les uns des autres provoquent plus ou moins indirectement une série de phénomènes responsables de la diminution de la biodiversité dans le bassin versant.

Citons, par exemple, l'effet de lisière qui influence la dynamique écologique des boisés de faible superficie. L'effet de lisière peut se faire ressentir à une trentaine de mètres de profondeur pour les végétaux et jusqu'à 600 m pour certaines espèces fauniques. De plus, cela réduit ou élimine la possibilité de rencontrer des espèces associées aux forêts d'intérieur qui nécessitent certaines conditions pour l'accomplissement de leur cycle de vie (fraîcheur, ombrage, protection contre les vents, faible fréquentation humaine, etc.) (Centre de la Nature Mont-Saint-Hilaire, 2004).

Par ailleurs, à la suite de leur exploitation, une proportion considérable de peuplements forestiers du domaine bioclimatique de l'érablière à caryer a subi un rajeunissement, ce qui se traduit par un couvert forestier dominé par des espèces intolérantes ou semi-intolérantes à l'ombre. En effet, les espèces de feuillus intolérants qui apparaissent à la suite du nettoyage excessif du sol forestier sont généralement des espèces communes aux autres domaines bioclimatiques québécois, contrairement aux espèces indigènes plutôt tolérantes. Notons aussi que l'aménagement des boisés pour l'acériculture provoque fréquemment une surreprésentation de l'érable à sucre au détriment d'autres espèces forestières (Centre de la Nature Mont-Saint-Hilaire, 2004).



Figure I.9 Érables à sucre

Source : MRNF

I.3 Les forêts de la zone Saint-Laurent

La forêt est de moins en moins présente dans la zone Saint-Laurent, étant exposée à de nombreuses pressions de développement du territoire. Les principaux boisés présents sont voués à la conservation ou sont des érablières. Il n'y a pas de réelle industrie forestière. Puisqu'il ne reste que quelques îlots forestiers, il est donc important de voir à les préserver. Voici quelques boisés, dont plusieurs intervenants voient à leur conservation. La carte I.3 et I.4 illustrent les endroits où il y a eu des pertes de superficie forestière au cours des dernières années.

I.3.1. Le boisé de Verchères

Le boisé de Verchères est situé dans la MRC de Marguerite-D'Youville (municipalités de Verchères, Varennes, Saint-Amable, Sainte-Julie et Calixa-Lavallée), plus précisément entre l'autoroute 30 et Saint-Amable, en milieu agricole. Ce boisé a une superficie de 3 404,1 hectares, ce qui en fait l'un des massifs boisés les plus importants de la Montérégie (notamment en milieu agricole et à proximité de Montréal) (Nature-Action Québec, 2007).

Ce boisé est composé de peuplements de feuillus (érables rouges et érables à sucre) et mixtes (érables rouges et résineux mélangés). Il ne faut pas négliger la présence de peuplements résineux (pruches, sapins baumiers, pins blancs et épinettes rouges), qui sont relativement peu abondants en Montérégie (Nature-Action Québec, 2007).

I.3.2. Le boisé de Contrecoeur

Depuis juin 2009, une partie du boisé de Contrecoeur (42 hectares) est protégée et sera conservée à perpétuité, suite à l'acquisition faite par la Ville de Contrecoeur et Nature-Action Québec. La portion protégée correspond à une zone boisée riveraine (zone forestière résiduelle intacte au bord du fleuve). Cette protection s'inscrit dans la démarche intégrée de développement et de mise en valeur du Parc régional des Grèves, touchant aux municipalités de Contrecoeur et Sorel-Tracy (Nature-Action Québec, 2009).

I.3.3. Le boisé du Tremblay

Le boisé du Tremblay, situé à Longueuil (à mi-chemin entre le fleuve Saint-Laurent et le mont Saint-Bruno), a une superficie de 600 hectares et il représente un des plus beaux, des plus riches et des plus vastes milieux naturels encore présents en Montérégie. Une partie du boisé est constituée de vieilles forêts (une érablière à sucre et deux prucheraies) (Nature-Action Québec, 2007).

Une grande portion du boisé est présentement en régénération, puisqu'anciennement elle était cultivée. De jeunes forêts prennent donc la place et sont principalement constituées d'érables et de peupliers faux-tremble. Des aubépines, espèce peu abondante au Québec, parsèment les bordures des différents habitats. Il y a également présence de quelques milieux humides (champs d'herbes hautes et marais) (Nature-Action Québec, 2007).

La présence de ce boisé et de la diversité des habitats présents favorise l'établissement d'une faune abondante et variée, en plus des reptiles et des amphibiens. La rainette faux-grillon, espèce désignée vulnérable et en voie de disparition, s'y retrouve (Nature-Action Québec, 2007).

Ce boisé fait face à de nombreuses pressions, provenant du développement industriel, résidentiel et agricole qui l'entoure.

Espèces à statut précaire dans le boisé du Tremblay

Végétaux

Carex folliculé (*Carex folliculata*)
Caryer ovale (*Carya ovata*)
Dryoptère de Clinton (*Dryopteris clintoniana*)
Chêne bicolor (*Quercus bicolor*)

Avifaune

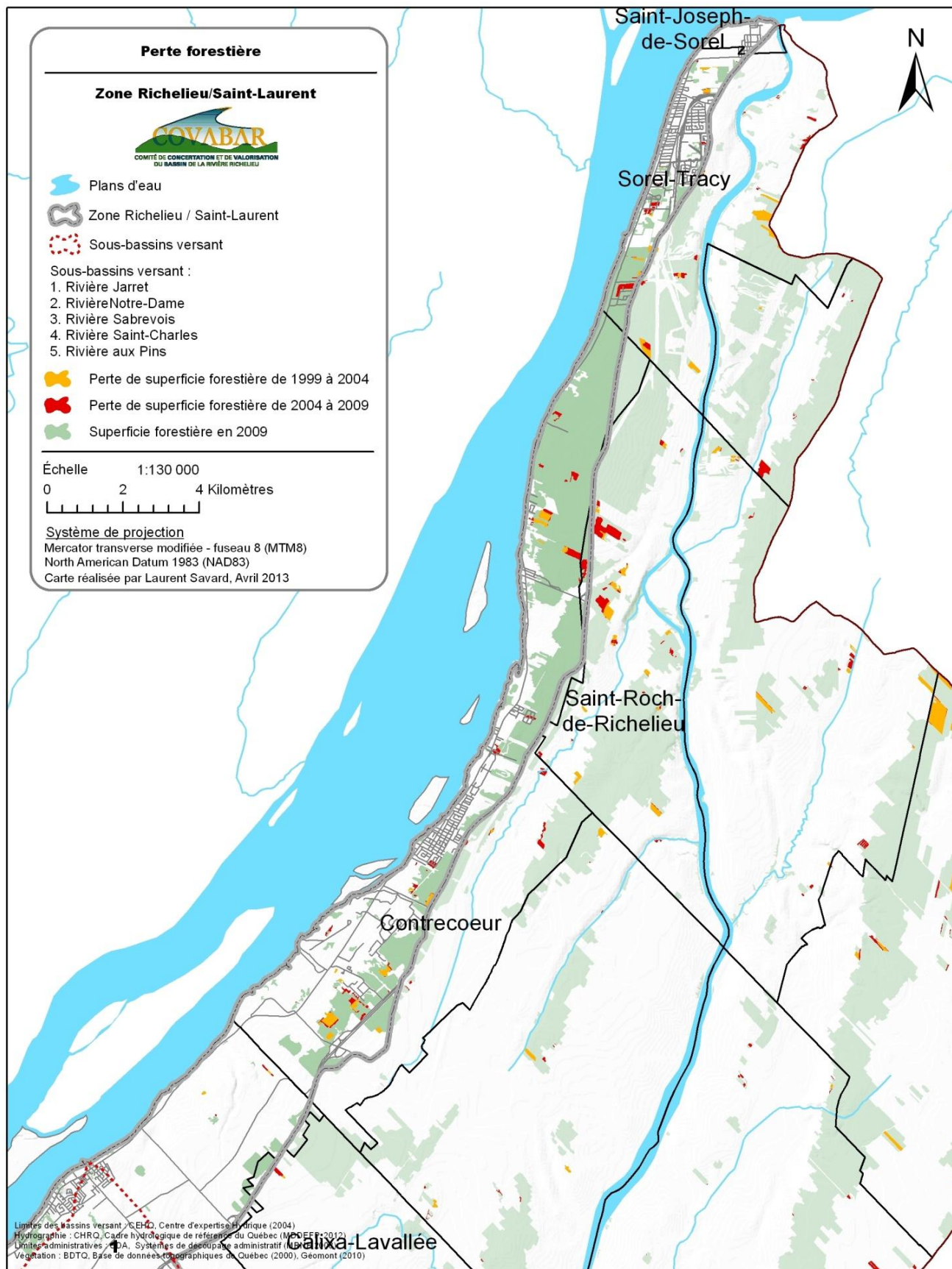
Hibou des marais (*Asio lammeus*)
Martinet ramoneur (*Chaetura pelagica*)
Quiscale rouilleux (*Euphagus carolinus*)

Entomofaune

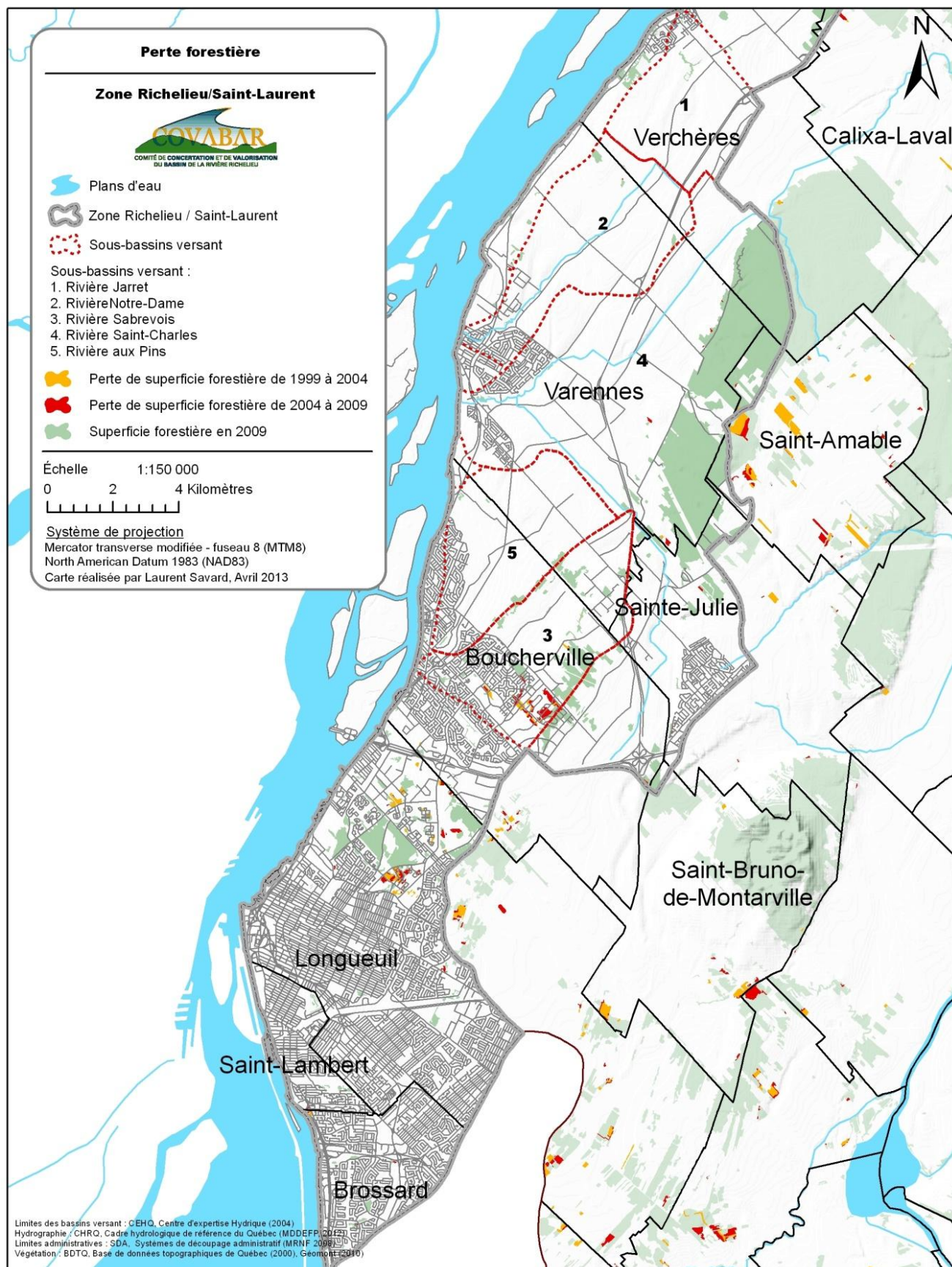
Monarque (*Danaus plexippus*)
Lasius minutus (*Lasius minutus*)



Carte I.3 Perte de superficies boisées dans la partie nord de la zone Saint-Laurent



Carte I.4 Perte de superficies boisées dans la partie sud de la zone Saint-Laurent



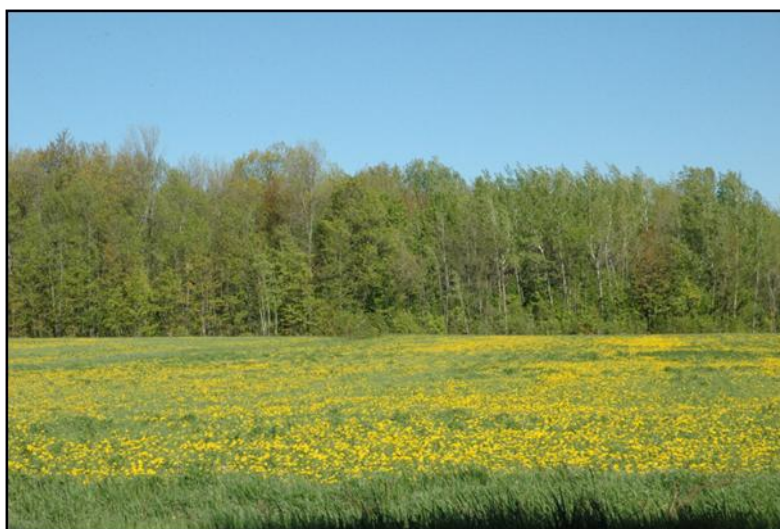
I.4 Les corridors forestiers

L'isolement des boisés nuit par ailleurs à l'échange des flux biotiques entre les habitats et les milieux naturels et peut même les inhiber complètement pour certaines populations vulnérables (Centre de la Nature Mont-Saint-Hilaire, 2004). Les flux biotiques essentiels au maintien de la biodiversité sont assurés par le déplacement de certaines espèces végétales et animales entre les boisés afin de coloniser de nouveaux habitats. En l'absence d'échanges, certaines espèces peuvent alors être menacées d'extinction par la diminution du nombre d'individus jusqu'à un seuil ne permettant plus le renouvellement de la population et/ou par l'appauvrissement génétique qui limite les possibilités d'adaptation aux éventuels changements. Par exemple, les chances qu'une plante puisse polliniser une de ses semblables ou coloniser un autre milieu diminuent en proportion de l'isolement du boisé qui lui sert d'habitat. De la même façon, certains animaux hésitent à traverser l'étendue ouverte séparant deux boisés, de peur de croiser un prédateur. Prisonniers dans un habitat trop restreint et isolé, ces individus ont moins de chance de survivre ou de se reproduire.

Afin de faciliter le déplacement des animaux et végétaux ainsi que leur dispersion en milieu fragmenté, il est important de *penser* « corridor forestier ». Un corridor forestier est un ensemble de petits boisés qui sont situés les uns près des autres et permettent ainsi aux organismes vivants de se déplacer. Grâce au corridor forestier, d'importants massifs ainsi que des milieux écologiques d'importance peuvent être reliés. Une étude menée en Montérégie a démontré que le taux de reproduction chez les oiseaux forestiers est plus faible dans les forêts isolées que dans les forêts continues et que leur survie dépendrait du succès de reproduction des populations vivantes en forêts continues (Dufault, 2007).

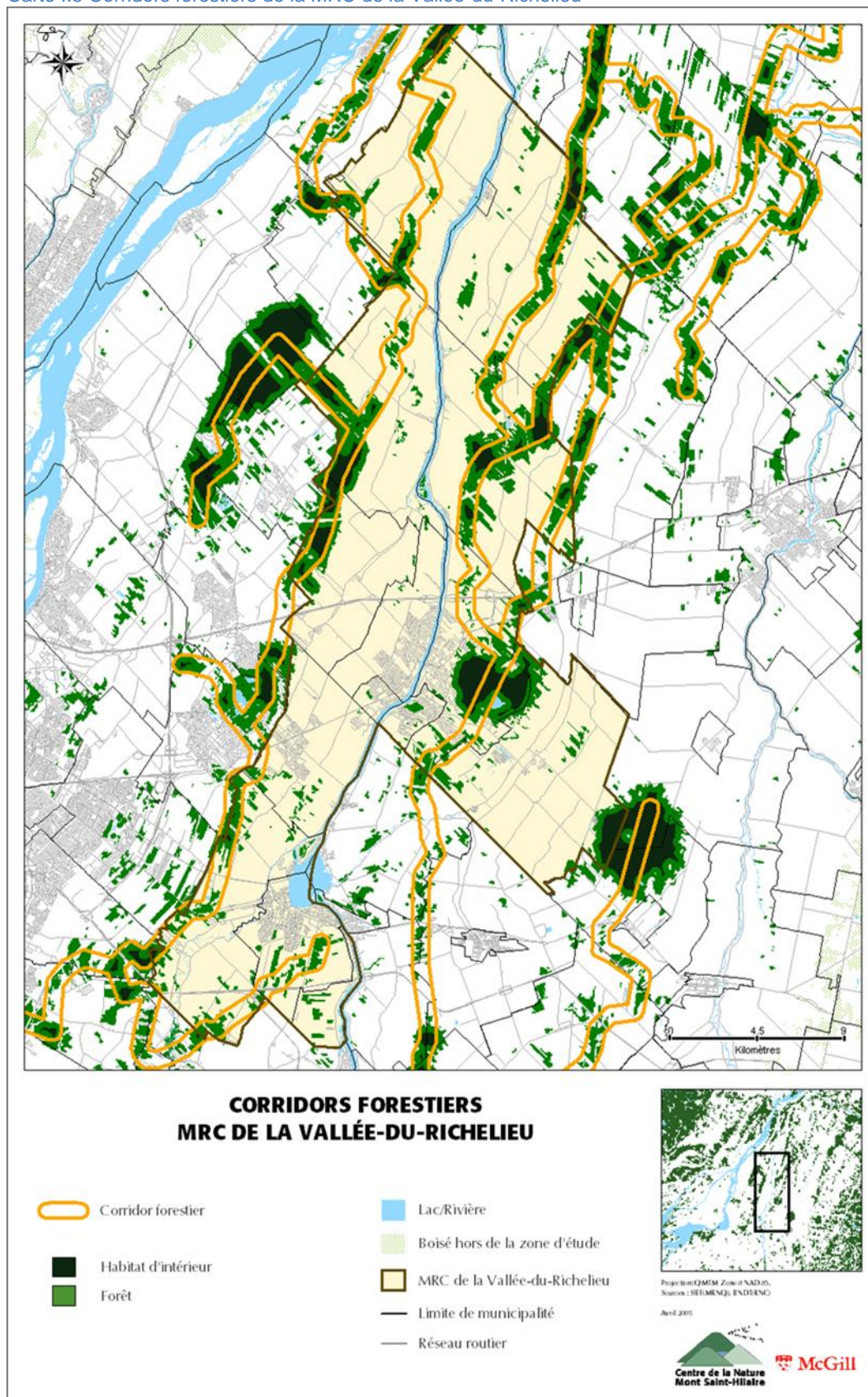
Sur le territoire, peu de forêts sont présentes, mais quatre projets de corridors forestiers existent. On en retrouve un dans la MRC Pierre-De Saurel, dirigé par la Fondation *Les oiseleurs du Québec inc.* (Fondation Les oiseleurs du Québec inc., 2004) et les trois autres sont dans les MRC de la Vallée-du-Richelieu et de Rouville. L'un est mené principalement par la Fondation du Mont-Saint-Bruno (Nature-Action Québec, 2007), un autre se situe sur la rive est de la rivière Richelieu et inclut le Mont-Saint-Hilaire (Centre de la Nature Mont-Saint-Hilaire, 2004) et le dernier touche le mont Rougemont.

La carte I.5 et I.6 illustrent les deux corridors forestiers présents dans la MRC de la Vallée-du-Richelieu (Centre de la Nature Mont-Saint-Hilaire, 2004). On peut constater que les boisés situés près de la rivière Richelieu sont très isolés les uns des autres. De plus, il est difficile pour les êtres vivants de passer d'un corridor forestier à l'autre puisqu'il y a très peu de boisés pour assurer la connectivité. La présence de la rivière peut en outre en augmenter la difficulté.



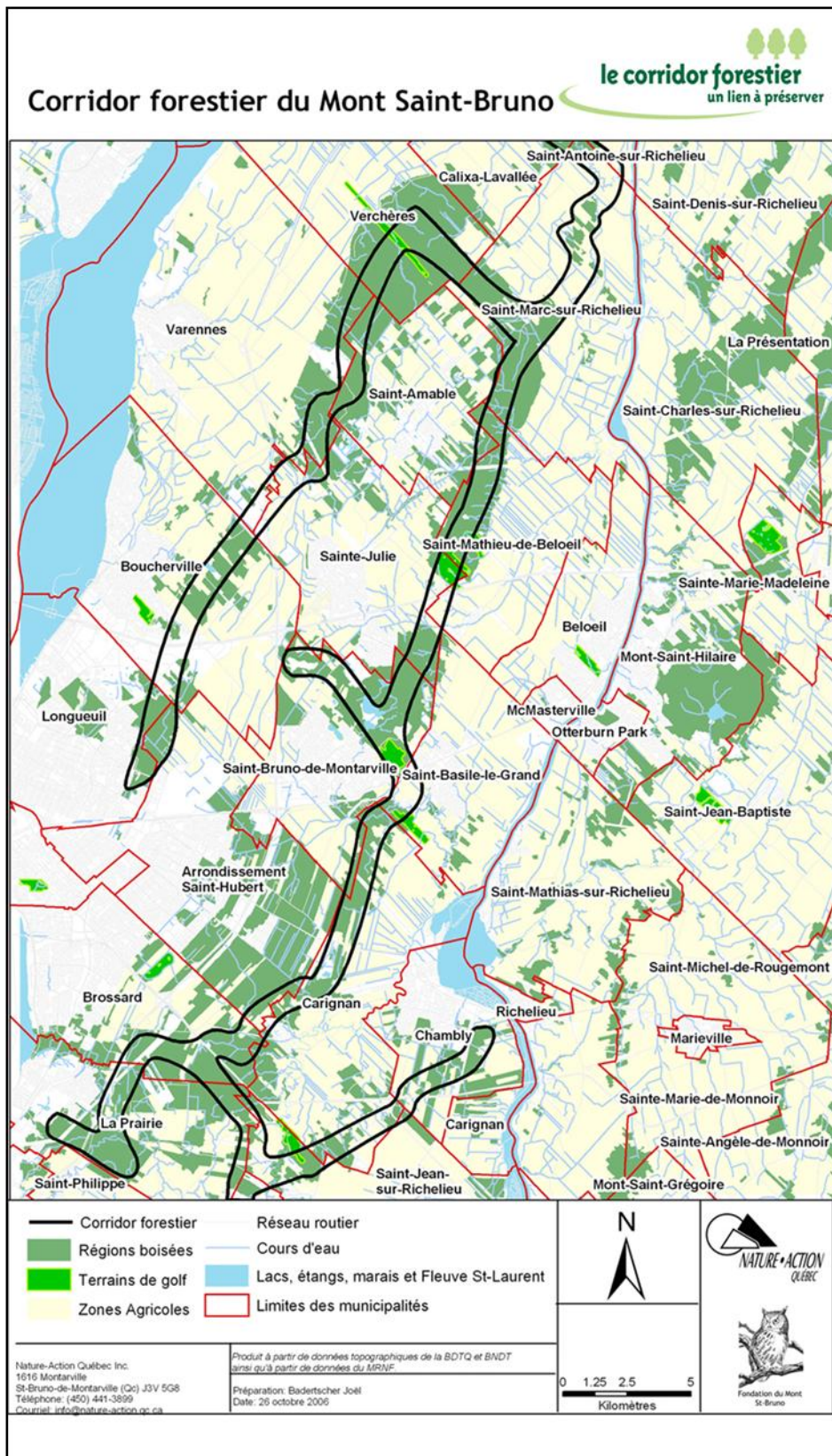
Champ bordé d'un boisé

Carte I.5 Corridors forestiers de la MRC de la Vallée-du-Richelieu



Source : CNMSH, 2004


Carte I.6 Corridors forestiers du mont Saint-Bruno



I.5 Annexe

Annexe I.1. Bilan des pertes de superficie forestière pour les MRC de la région administrative de la Montérégie entre 2004 et 2009

MRC	Superficie totale du territoire	Superficie forestière en 2004	Superficie forestière en 2009	Taux de superficie forestière en 2004	Taux de superficie forestière en 2009	Pertes de superficie forestière de 2004 à 2009	Taux de pertes de superficie forestière de 2004 à 2009	Variation du taux de superficie forestière	Pertes de superficie à l'intérieur du zonage agricole	Taux de pertes de superficie à l'intérieur du zonage agricole
	ha	ha	ha	%	%	ha	%	%	ha	%
Acton	58 228	26 112	25 447	44,84	43,70	665	2,55	-1,14	632,9	95,17
Beauharnois-Salaberry	54 730	5 415	5 277	9,89	9,64	138	2,55	-0,25	72,1	52,25
Brome-Missisquoi	158 483	91 461	90 061	57,71	56,83	1 400	1,53	-0,88	904,7	64,62
La Haute-Yamaska	76 417	41 718	40 764	54,59	53,34	954	2,29	-1,25	618,6	64,84
La Vallée-du-Richelieu	60 395	11 126	10 841	18,42	17,95	285	2,56	-0,47	203	71,23
Marguerite-D'Youville	40 513	7 346	7 247	18,13	17,89	99	1,35	-0,24	61,4	62,02
Pierre-De Saurel	63 910	12 285	12 050	19,22	18,85	235	1,91	-0,37	171,5	72,98
La Haut-Richelieu	99 621	11 490	11 038	11,53	11,08	452	3,93	-0,45	378,6	83,76
La Haut-Saint-Laurent	129 718	42 855	42 298	33,04	32,61	557	1,30	-0,43	499,1	89,61
Les Jardins-de-Napierville	80 427	21 346	20 884	26,54	25,97	462	2,16	-0,57	429,8	93,03
Les Maskoutains	131 229	21 926	21 252	16,71	16,19	674	3,07	-0,51	647,2	96,02
Longueuil	31 011	3 873	3 762	12,49	12,13	111	2,87	-0,36	11,9	10,72
Roussillon	49 197	5 778	5 498	11,74	11,18	280	4,85	-0,57	57,2	20,43
Rouville	48 897	7 921	7 694	16,20	15,74	227	2,87	-0,46	207	91,19
Vaudreuil-Soulanges	102 285	22 505	21 522	22,00	21,04	983	4,37	-0,96	471,3	47,95
Total pour la Montérégie	1 185 061	333 157	325 635	28,11	27,48	7 522	2,26	-0,63	5 366,3	71,34

 MRC du territoire

Adapté de Belvisi, 2005 et Géomont, 2010

Médiagraphie

ACIA, 2008. *Phytoravageurs. Agrile du frêne*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.inspection.gc.ca/francais/plaveg/pestrava/agrpla/agrplaf.shtml>.

Adam, P., N. Debiais et J.-R. Malavoi, 2007. *Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau*, L'Agence de l'eau Seine-Normandie, Direction de l'eau, des milieux aquatiques et de l'agriculture (DEMAA), Service eaux de surface.

Agence Spatiale Canadienne, 2013. *Inondations de la rivière Richelieu - Un an plus tard*.

Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2014. *Agriculture et la qualité de l'eau*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.agr.gc.ca/fra/science-et-innovation/pratiques-agricoles/eau/protection-des-bassins-hydrographiques/agriculture-et-la-qualite-de-leau/?id=1371491033072>

Agriculture et agroalimentaire Canada, 2011. *Cartographie des types de cultures d'AAC*, 2011.

Agriculture et agroalimentaire Canada, 2002. *Les algues, les cyanobactéries et la qualité de l'eau*. [En ligne] Disponible sur : http://www.grobec.org/pdf/documentaire/Cyanos_min_agriculture_canada.pdf (Consulté le 15 avril 2015).

Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2008. *Diagnostic et solutions des problèmes d'érosion des berges de cours d'eau*: 14 p.

Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2014. *Texture du sol et qualité de l'eau*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.agr.gc.ca/fra/science-et-innovation/pratiques-agricoles/sol-et-terre/le-sol-et-l-eau/texture-du-sol-et-qualite-de-l-eau/?id=1197483793077> (Consulté le 2 avril 2015).

Alliance Environnement, 2004. *Inventaire des milieux humides et des espèces menacées ou vulnérables sur le territoire de la municipalité de Longueuil*.

André Vézina, 2001. *Les haies brise-vent*. [En ligne] Disponible sur : http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/Haies%20brise%20vent_OIFQ.pdf. (Consulté le 2 avril 2015).

AQLPA, 2010. *Extraction du gaz de schiste dans la Vallée du Saint-Laurent*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.aqlpa.com/extraction-du-gaz-de-schiste-dans-la-vallee-du-saint-laurent.htm>.

Archives nationales d'information et de données climatologiques., 2009. *Normales et moyennes climatiques au Canada 1971-2000*. [En ligne] Disponible sur : http://climat.meteo.gc.ca/climate_normals/index_f.html.

Asfc, 2006. *Inspection des aliments, des plantes et des animaux*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.cbsa-asfc.gc.ca/fpa-apa/menu-fra.html>.

Asfc, 2014. *Inspection des aliments, des plantes et des animaux*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.cbsa-asfc.gc.ca/fpa-apa/menu-fra.html>.

Aududon International, 2007. *Audubon Cooperative Sanctuary Program for Golf Courses (ACSP)*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.auduboninternational.org/acspgolf>.

banderiveraine.org, 2014. *Définir la ligne des hautes eaux*. [En ligne] Disponible sur : <http://banderiveraine.org/determiner-les-caracteristiques-du-site/definir-la-ligne-des-hautes-eaux/>

banderiveraine.org, 2014. *Quelques définitions*. [En ligne] Disponible sur : <http://banderiveraine.org/la-bande-riveraine-benefique-et-necessaire/quelques-definitions/>.

BAPE, 2011. *Développement durable de l'industrie des gaz de schiste au Québec*: 323 p.

Barrette, É. 2006. *Pesticides et eau souterraine : Prévenir la contamination en milieu agricole*, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction des politiques en milieu terrestre.

Beudet, R. 1999. *Les eaux souterraines. Document de soutien à l'atelier de travail de la Commission du 3 juin 1999 à Québec*, Bureau d'audiences publiques sur l'environnement: 36 p.

Bédard, P. s.d.. *Les collines montérégiennes en 3D*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.pierrebedard.uqam.ca/montereigiennes/montereigiennes.html>.

Bélanger, D. 2014. *La baignade à Longueuil possible dès 2015*, Le Courrier du Sud, Longueuil, 16 avril 2014.

Belleville, D., D. Boudreault et G. Carrier 1998. *Analyse des risques à la santé associés à l'exposition aux organophosphorés utilisés dans les vergers de la Montérégie*, Régie régionale de la santé et des services sociaux de la Montérégie, Direction de la santé publique.

Belvisi, J. 2004. *Projet-pilote sur le développement de bandes riveraines en milieu agricole, application au bassin versant du ruisseau Bernard, rapport final*, Comité de concertation et de valorisation du bassin de la rivière Richelieu (COVABAR), Beloeil.

Belvisi, J. 2005. *Portrait des pertes de superficies forestières en Montérégie entre 1999 et 2004*, Agence géomatique montérégienne.

Berryman, D. et A. Nadeau, 1998. *Le bassin de la rivière Richelieu : contamination de l'eau par des métaux et certaines substances organiques*, Le bassin versant de la rivière Richelieu : l'état de l'écosystème aquatique - 1995. Envirodoq # EN980604, rapport # EA-13, section 2. Ministère de l'environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques.

Bérubé, G. 2008. *Six sites de l'île Demers infestés d'agriles du frêne*, Le Canada Français. Actualité

Biodôme de Montréal, 1999. *Les animaux du Biodôme : Petit blongios*.

Biofilia, 2012. *Caractérisation des plantes aquatiques de la rivière aux Pins Laval*: 23 p. et 28 annexes.

Bisson, C. et K. Le Fustec, 2003. *Chantier Pointe-Valaine, ruisseau Bessette-Charbonneau, rapport final*, Comité de concertation et de valorisation du bassin de la rivière Richelieu (COVABAR), Beloeil

Bisson, M., R. Desrosiers et I. Giroux, 1998. *Étude exploratoire sur la présence de pesticides dans l'air ambiant et au sol à proximité des vergers de pommiers*, Région de la Montérégie, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction du milieu atmosphérique, Direction des politiques des secteurs agricole et naturel, Direction des écosystèmes aquatiques

Bourque, P. A., 2004. *Planète Terre*, Département de Géologie et de génie géologique de l'Université Laval.

BPR, 2000. Le portrait agroenvironnemental des fermes du Québec. Rapport régional Montérégie-Est : présenté à l'Union des producteurs agricoles. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Institut de recherche et de développement en agroenvironnement inc.

BPR, 2008. *Suivi 2007 du portrait agroenvironnemental des fermes du Québec. Rapport final*, Présenté à : Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ), Union des producteurs agricoles (UPA) et Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC)

Campeau, S., Lavoie, I. et Grenier, M., 2013. Le suivi de la qualité de l'eau des rivières à l'aide de l'indice IDEC. Guide d'utilisation de l'Indice Diatomées de l'Est du Canada (version 3). Département des sciences de l'environnement, Université du Québec à Trois-Rivières, 25 p.

https://oraprdnt.uqtr.quebec.ca/pls/public/gscw031?owa_no_site=1902&owa_no_fiche=15

Canards Illimités Canada, 2006a. *Portrait des milieux humides et de leurs terres hautes adjacentes de la région administrative de la Montérégie*

Canards Illimités Canada, 2006. *Valeurs de la nature: le lien entre l'environnement et l'économie*. [En ligne] Disponible sur : http://www.ducks.ca/assets/2012/06/nv6_mh1.pdf (Consulté le 2 avril 2015).

Canards Illimités Canada et MDDEFP, 2013. *Mise à jour de la cartographie détaillée des milieux humides pour le territoire de la Montérégie et le bassin versant de la rivière Yamaska. Rapport technique*

Carrier, M. A., R. Lefebvre, C. Rivard, M. Parent, J. M. Ballard, N. Benoit, H. Vigneault, C. Beaudry, X. Malet, M. Laurencelle, J. S. Gosselin, P. Ladevèze, R. Thériault, I. Beaudin, A. Michaud, A. Pugin, R. Morin, H. Crow, E. Gloaguen, J. Bleser, A. Martin et D. Lavoie, 2013a. *Atlas hydrogéologique de la Montérégie Est, Québec, Canada*, Rapport de recherche (R1432). INRS-Eau, Terre et Environnement, Québec.

Carrier, M. A., R. Lefebvre, C. Rivard, M. Parent, J. M. Ballard, N. Benoit, H. Vigneault, C. Beaudry, X. Malet, M. Laurencelle, J. S. Gosselin, P. Ladevèze, R. Thériault, I. Beaudin, A. Michaud, A. Pugin, R. Morin, H. Crow, E. Gloaguen, J. Bleser, A. Martin et D. Lavoie, 2013b. *Portrait des ressources en eau souterraine en Montérégie Est, Québec, Canada*, Projet réalisé conjointement par l'IRNS, la CGC, l'OBV Yamaska et l'IRDA dans le cadre du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines.

CARTV, 2015. *Information aux consommateurs*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.cartv.gouv.qc.ca/information-consommateurs>

CARTV, 2015. *Qui sommes-nous?* [En ligne] Disponible sur : <http://www.cartv.gouv.qc.ca/qui-sommes-nous>

CDAQ, 2005. *Quelques notions de fertilisation*. [En ligne] Disponible sur : http://www.cdaq.qc.ca/content_Documents/Doc_QuelquesNotionsFinal.pdf. (Consulté le 2 avril 2015).

CDPNQ, 2015. *CDPNQ Flore du Bassin versant de la rivière Richelieu*. Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec.

CEHQ, 2004. *Limite du bassin versant de la rivière Richelieu*, Centre d'expertise hydrique du Québec.

CEHQ, 2015. *Débits d'étiage aux stations hydrométriques du Québec*. Centre d'expertise hydrique du Québec.

Centre d'expertise et de recherche en infrastructures urbaines, 2015. *Réseau d'égouts*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.ceriu.qc.ca/secteurs/reseau-egouts>. (Consulté le 2 avril 2015).

Centre de la Nature Mont-Saint-Hilaire, 2004. *Atlas de conservation des boisés de la région du Richelieu*. CD-ROM interactif.

Centre National de la Recherche Scientifique, s.d. *Dégradation - La pollution par la matière organique et la pollution microbiologique*. [En ligne] Disponible sur : http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/decouv/degradation/05_pollution.htm (Consulté le le 2 vril 2015).

Chevrier, L, 2005. *Un goût du terroir à cultiver*, Journal de Chambly. Édition du 22 février 2005.

Cloutier, E, 2005. *Une contestation sans précédent à Richelieu*, Le Journal de Chambly. Édition du 25 octobre 2005.

Club Techno-Champs, 2000. (Données non publiées). *Rapport de caractérisation - Projet de bassin versant "Amont" de la rivière L'Acadie*: 115.

Comité d'experts sur la prospection pédologique d'Agriculture Canada (1987). *Le système canadien de classification des sols*, Agriculture Canada, Publication 1646, Ottawa. 2e édition

Comité de l'évaluation environnementale stratégique, 2014. *Rapport synthèse*, Évaluation environnementale stratégique sur le gaz de schiste. Gouvernement du Québec.

Comité ZIP des Seigneuries, 2003. *Plan d'Action et de Réhabilitation Écologique (PARE)*, ISBN 2-9807951-0-0.

Comité ZIP Jacques-Cartier, 2009. *La Rive Sud, Dans La Rive Sud du Saint-Laurent*.

Comité ZIP Ville-Marie, 1998. *Plan d'Action et de Réhabilitation Écologique (PARE.)*

Commission mixte internationale Canada et États-Unis, 2013. *Plan d'étude pour la détermination des mesures visant à atténuer les inondations et leurs répercussions dans le bassin versant du lac Champlain et de la rivière Richelieu*. [En ligne] Disponible sur : [http://ijc.org/files/publications/Plan%20d%C3%89tude%20Final_lac%20Champlain%20rivi%C3%A8re%20Riche lieu.pdf](http://ijc.org/files/publications/Plan%20d%C3%89tude%20Final_lac%20Champlain%20rivi%C3%A8re%20Riche%20lieu.pdf)

Conseil canadien des ministres de l'environnement, 1999. *Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique — carbofuran*. Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement. Winnipeg, le Conseil.

COSEPAC, 2004. *Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le chevalier cuivré (Moxostoma hubbsi) au Canada. Mise à jour*, Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa

Côté, C., 2005. *Deux maires anti-porcheries au pouvoir sur la Rive-Sud*, La Presse, p. A-12. Édition du 8 novembre 2005.

COVABAR, 2006. *Stabilisation de berges au ruisseau Richer, phase 1, rapport final d'activités*, Comité de concertation et de valorisation du bassin de la rivière Richelieu (COVABAR), Beloeil.

COVABAR, 2009. *Plan directeur de l'eau - Portrait et diagnostic du bassin versant de la rivière Richelieu*, Comité de concertation et de valorisation du bassin de la rivière Richelieu, Beloeil.

COVABAR, 2012. *Rapport de caractérisation du bassin versant de la rivière des Hurons: Secteur de la ZIPP Hurons Sud – secteur Hors-ZIPP*, Comité de concertation et de valorisation du bassin de la rivière Richelieu, Beloeil.

COVABAR, 2013a. *Caractérisation des cours d'eau du bassin versant de la rivière l'Acadie. Secteur Massé*, Comité de concertation et de valorisation du bassin de la rivière Richelieu, Beloeil.

COVABAR, 2013b. *Rapport de caractérisation du bassin versant du ruisseau Coderre*, Comité de concertation et de valorisation du bassin de la rivière Richelieu, Beloeil

COVABAR, 2013c. *Rapport de la qualité de l'eau de la rivière aux Pins*, Comité de concertation et de valorisation du bassin de la rivière Richelieu, Beloeil, Québec

COVABAR. 2014b. *Rapport d'activité 2013. Programme de sensibilisation et de gardiennage pour la conservation des espèces en péril du bassin versant de la rivière Richelieu*.

CRÉ de Longueuil, 2007. *Profil socio-économique de l'agglomération de Longueuil 2007*.

CRED, 2014. *Disaster Trends*, Center for Research on the Epidemiology of Disasters. [En ligne] Disponible sur : <http://www.emdat.be/disaster-trends>

Crowe, A. S., K. A. Schaefer, A. Kohut, S. G. Shikaze et C. J. Ptacek, 2003. *Qualité des eaux souterraines*, Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME), Winnipeg (Manitoba), Série d'atelier du CCME: sciences de l'eau et politiques. Rapport n°2.

D'Auteuil, C., 1999. *Mémoire sur la gestion de l'eau Région du Haut-Richelieu*, Groupe actif en environnement Solution planétaction.

De Champlain, M. et R. Van Coillie, 2011. *Effets des hormones stéroïdes sexuelles non traitées dans les effluents municipaux*, Université de Sherbrooke.

De Lafontaine, Y., N. Gilbert, F. Dumouchel, C. Brochu, S. Moore, E. Pelletier, P. Dumont et A. Branchaud, 2002. *Is chemical contamination responsible for the decline of the Copper Redhorse (Moxostoma hubbsi), endangered fish specie in Canada?*, The Science of the Total Environment, Vol. 298, pp. 25-44

Delage, M., 2004. *Que restera-t-il de la forêt en Montérégie dans un demi-siècle ?*, Mouvement écologique du Haut-Richelieu

Delage, M., N. Soucy-Gonthier et D. Marceau, 2003. *Détection de l'évolution des superficies forestières en Montérégie entre juin 1999 et août 2002 à partir d'images satellitaires Landsat-TM*, Département de géographie de l'Université de Montréal, Réseau Ligniculture Québec, Institut de recherche en biologie végétale, Faculté de l'aménagement de l'Université de Montréal

Delage, V. et M. J. Fortin, 1999. *Changements du paysage dans la région de la réserve de la biosphère du Mont Saint-Hilaire*, Université de Montréal, Québec

- Deland, M. et E. Drouin, 2009. *Caractérisation du ruisseau à l'Ours, sous-bassin de la rivière des Hurons : rapport final*, Comité de concertation et de valorisation du bassin de la rivière Richelieu (COVABAR), Beloeil
- Desjardins, G., 2005. *Garde, entretien et observations de Pies-grièches migratrices de l'Est (Lanius ludovicianus migrans) à des fins de réintroduction expérimentale, municipalité de Pontiac (Québec), mars-décembre 2004*, Rapport technique no. 16, Environnement STERNE, Gatineau (Québec) pour le Club des ornithologues de l'Outaouais.
- Dessau et MTQ, 2010. *Projet de stabilisation de talus de berges de la rivière Richelieu le long des routes 133 et 223 entre Saint-Basile-le-Grand et Saint-Ours. Étude d'impact sur l'environnement*.
- Dethier, L. et N. Durand, 2013. *Utilisation des pesticides en milieu agricole - annexes*, Sofad.
- Dion, M., 2009. *Communication personnelle avec le Directeur de l'aménagement de la MRC de Pierre-De-Saurel*
- Drouin, E., M. P. Maurice et S. Clappier, 2009. *Rapport final de la caractérisation de la rivière l'Acadie (Phase 1)*, Comité de concertation et de valorisation du bassin de la rivière Richelieu (COVABAR), Beloeil
- Du Cap, A., 2004. *Atlas cartographique Rivière Richelieu*, Conservation de la nature Canada
- Dubois, N., 2007. *Des voisins indésirables*, Journal de Chambly. Édition du 29 mai 2007.
- Dufault, D., 2007. *Enclaves forestières décidues en matrice agricole et activité reproductrice d'une espèce aviaire sensible aux conditions d'intérieur de forêt*, Mémoire dans le cadre de la Maîtrise en biologie, Université du Québec à Montréal.
- EAG, 1990. «The Environmental Toxicology of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons», préparé pour le ministère de l'Environnement de l'Ontario, Environmental Application Group Ltd, Toronto, Ont., 296 p.
- Environnement Canada, 2001, État des Effluents Urbains au Canada. <http://www.ec.gc.ca/soer-ree/Francais/soer/MWWE.pdf>
- Environnement Québec, 2003a. *Le code de gestion des pesticides en bref*.
- Environnement Canada, 2003b. *Partie I. Plantes envahissantes : biologie, répercussions et moyens de lutte*.
- Environnement Canada, 2004a. *Normales climatiques au Canada 1971-2000*. [En ligne] Disponible sur : http://www.climate.weatheroffice.ec.gc.ca/climate_normals/index_f.html.
- Environnement Canada, 2004b. *Réseau canadien d'information sur la biodiversité : Stratégie nationale sur les espèces exotiques envahissantes*.
- Environnement Canada, 2006. *Centre Saint-Laurent : La gestion des eaux de lest pour réduire le risque d'invasions d'espèces non indigènes*.
- Environnement Canada, 2007. *Infos Saint-Laurent, ressources biologiques, Butome à ombelle*.
- Environnement Canada, 2010. *Les terres humides*. [En ligne] Disponible sur : <https://www.ec.gc.ca/eau-water/default.asp?lang=Fr&n=27147C37-1> (Consulté le 2 avril 2015).
- Environnement Canada, 2013a. *Les cours d'eau*. [En ligne] Disponible sur : <https://www.ec.gc.ca/eau-water/default.asp?lang=Fr&n=45BBB7B8-1>
- Environnement Canada, 2013b. *Les dix évènements météorologiques les plus marquants au Canada en 2011. Inondations du Richelieu : la plus longue catastrophe au Québec*.
- Environnement Canada, 2013c. *Les eaux souterraines*. [En ligne] Disponible sur : <https://www.ec.gc.ca/eau-water/default.asp?lang=Fr&n=300688DC-1>. (Consulté le 5 janvier 2015).

Environnement Canada, 2013d. *Sels de voirie*. [En ligne] Disponible sur : <https://www.ec.gc.ca/toxiques-toxics/Default.asp?lang=Fr&n=D83D0535-1>. (Consulté le 2 avril 2015).

Environnement Canada, 2014a. *Biphényles polychlorés (BPC)*. [En ligne] Disponible sur : <https://www.ec.gc.ca/bpc-pcb/default.asp?lang=Fr&n=52C1E9EF-1>. (Consulté le 2 avril 2015).

Environnement Canada, 2014b. Les causes des inondations. [En ligne] Disponible sur : <http://www.ec.gc.ca/eau-water/default.asp?lang=Fr&n=E7EF8E56-1> (Consultés le 6 février 2015).

Équipe de rétablissement du chevalier cuivré du Québec, 2012. *Plan de rétablissement du chevalier cuivré (Moxostoma hubbsi) au Québec - 2012-2017*, Ministère des Ressources Naturelles et de la Faune, Faune Québec.

Filion, M., J. C. Fortin, R. Lagassé et R. Lagrange, 2001. *Histoire du Richelieu-Yamaska-Rive Sud*, Institut québécois de recherche sur la culture, collection : les régions du Québec

Financière Agricole du Québec, Base de données de culture assurée (BDCA). [En ligne] Disponible sur : http://www.fadq.qc.ca/geomatique/professionnels_en_geomatique/base_de_donnees_de_cultures_assurees.html

Fondation de la faune du Québec, s.d. *Adoptez un habitat*. [En ligne] Disponible sur : http://www.fondationdelafaune.qc.ca/adoptez/sites_a_proteger/36686. (Consulté le le 27 décembre 2013).

Gagnon, E. et G. Gangbazo, 2007. *Efficacité des bandes riveraines: analyse de la documentation scientifique et perspectives*, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction des politiques de l'eau, ISBN : 978-2-550-49213-9

Gangbazo, G., J. Roy et A. Le Page, 2005. *Capacité de support des activités agricoles par les rivières : le cas du phosphore total*, Direction des politiques en milieu terrestre, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Envirodoq : ENV/2005/0096.

Gazette du Canada, 2006. *Règlement sur le contrôle et la gestion de l'eau du ballast*, Vol 140 (13), 28 juin 2006.

Gazette Officielle du Québec, 2011. *Décret 964-2011 ZIS. Loi sur l'aménagement et l'urbanisme (L.R.Q., c. A-19.1). Partie 2, Numéro 38A.*

Gélinas, P., N. Rousseau, P. Cantin, P. Cardinal et N. Roy, 2004. *Étude sur la qualité de l'eau potable dans sept bassins versants en surplus de fumier et impact potentiel sur la santé. Caractérisation de l'eau souterraine dans les sept bassins versants*, Gouvernement du Québec, Envirodoq ENV/2004/0312.

Gendron, A. D. et A. Branchaud, 1997. *Impact potentiel de la contamination du milieu aquatique sur la reproduction du suceur cuivré (Moxostoma hubbsi) : Synthèse des connaissances*, Ministère de l'Environnement et de la Faune, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Longueuil, Rapport technique 16 – 02

Géomont, 2010. *Portrait des pertes de superficies forestières en Montérégie entre 2004 et 2009. CD-ROM interactif*

Giroux, I., 1998. *Suivi environnemental des pesticides dans des régions de vergers de pommiers. Rapport d'échantillonnage de petits cours d'eau et de l'eau souterraine au Québec en 1994, 1995 et 1996*, Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, rapport n°23

Giroux, I., 2000. *Suivi des pesticides dans la rivière Richelieu près des sites de fraie du Chevalier cuivré*, Ministère de l'Environnement, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Québec

Giroux, I., 2010. *Présence de pesticides dans l'eau au Québec - Bilan dans quatre cours d'eau de zones en culture de maïs et de soya en 2005, 2006 et 2007 et dans des réseaux de distribution d'eau potable*, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement.

Giroux, I., M. Duchemin et M. Roy, 1997. *Contamination de l'eau par les pesticides dans les régions de culture intensive du maïs au Québec. Campagnes d'échantillonnage de 1994 et 1995*, MEF, Direction des écosystèmes aquatiques.

Giroux, I. et L. Pelletier, 2012. *Présence de pesticides dans l'eau au Québec: bilan dans quatre cours d'eau de zones en culture de maïs et de soya en 2008, 2009 et 2010* Québec, Ministère du Développement durable, de l'Environnement, et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement: 46 pages et 43 annexes.

Giroux, I., C. Robert et N. Dassylva, 2006. *Présence de pesticides dans l'eau au Québec : bilan dans les cours d'eau de zones de culture de maïs et de soya en 2002, 2003 et 2004, et dans les réseaux de distribution d'eau potable*, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement. Direction des politiques de l'eau et Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec. ISBN 2-550-46504-0, Envirodoq no ENV/2006/013

Godmaire, H. et S. Côté, 2006. *Connaissez-vous cette espèce envahissante ? La renouée Japonaise, fallopia japonica*.

Goupil, J. Y., 1998. *Protection des rives, du littoral et des plaines inondables. Guide des bonnes pratiques*, Publications du Québec, Environnement et Faune, Québec.

Gouvernement du Québec, 2002. *Politique nationale de l'eau*, Envirodoq ENV/2002/0310.

Gouvernement du Québec, 2011. *Stratégie québécoise d'économie d'eau potable*.

Gouvernement du Québec, 2014. *Algues bleu-vert - Conseils et prévention*. [En ligne] Disponible sur : <http://sante.gouv.qc.ca/conseils-et-prevention/algues-bleu-vert/>. (Consulté le 3 mars 2015).

Groupe DBSF, 2002. *Plan stratégique de développement et de marketing du tourisme nautique*.

Groupe ProConseil, s.d.. *Nos services*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.groupeproconseil.com/Groupe-ProConseil/Nos-services/Services-offerts-par-Groupe-ProConseil.aspx>. (Consulté le 24 avril 2015).

Håkanson, L., A. C. Bryhn et J. K. Hytteborn, 2007. *On the issue of limiting nutrient and predictions of cyanobacteria in aquatic systems*. Science of The Total Environment 379(1): 89-108.

Hébert, 1996. Développement d'un indice de la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau pour les rivières du Québec. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques. [En ligne] disponible à http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/EAU/eco_aqua/rivieres/indice/IQBP.pdf

Hébert, S. 2004. *Évaluation de la qualité bactériologique de sites potentiels de baignade dans le Saint-Laurent, été 2003*. Ministère de l'Environnement, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Québec.

Hébert, S. 2005. *Évaluation de la qualité bactériologique de sites potentiels de baignade dans le Saint-Laurent, été 2004*. Ministère de l'Environnement, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Québec.

Hébert, S. 2006. *Évaluation de la qualité bactériologique de sites potentiels de baignade dans le Saint-Laurent, été 2005*. Ministère de l'Environnement, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Québec.

Hébert, S. 2007. *Évaluation de la qualité bactériologique de sites potentiels de baignade dans le Saint-Laurent, été 2006*. Ministère de l'Environnement, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Québec.

Hébert, S. 2008. *Évaluation de la qualité bactériologique de sites potentiels de baignade dans le Saint-Laurent, été 2007*. Ministère de l'Environnement, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Québec.

Hébert, S. 2009. *Évaluation de la qualité bactériologique de sites potentiels de baignade dans le Saint-Laurent, été 2008*. Ministère de l'Environnement, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Québec.

Hébert, S., 2010. *Qualité bactériologique de sites potentiels de baignade dans le Saint-Laurent, été 2009*, Québec, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement.

Hébert, S. et S. Légaré, 2000. *Suivi de la qualité de l'eau des rivières et petits cours d'eau*. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement, envirodoq n°ENV-2001-0141, rapport n°QE-123: 24p.

Hydro-Québec, 2008. *Rapport sur le développement durable 2007*.

INRP, 2007. *Inventaire national des rejets polluants*, Environnement Canada.

Institut de la statistique du Québec, 2013. *Bulletin statistique régional - Montérégie*.

Institut de la statistique du Québec, 2013. *Bulletin statistique régional - Montréal*.

Institut de recherche en biologie végétale, s.d. *Le Carex faux-lupulina*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.irbv.umontreal.ca/personnel/chercheurs/stephanie-pellerin/pellerin-projets/pellerin-conservation/pellerin-carex>.

Jolicoeur, G. et L. Couillard, 2006. *Plan de conservation du carex faux-lupulina (Carex lupuliformis), Espèce menacée au Québec*, Gouvernement du Québec, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs, Québec.

KESSAB, M. 2004. État de l'assainissement des eaux usées municipales et évaluation du rejet de phosphore d'origine urbaine pour certains bassins versants prioritaires. INRS-ETE. 39 p., 7 annexes.

La Financière, agricole, 2012. *Base de données sur les cultures assurées*.

Labrecque, M. et Y. Vergriete, 2006. *Étude des biotopes urbains et périurbains de la CMM*, Institut de recherche en biologie végétale: 23.

Lake Champlain Basin Program, 2006. *The Basin. Fact Sheet Series, number 3*.

Lake Champlain Basin Program, 2014. *Quick facts about the Basin*.

Langlois, D., 2010. *Commentaires sur le portrait du bassin versant Richelieu*, Communication personnelle avec Diane Langlois, agente de planification, programmation et de recherche, Santé environnementale, Direction santé publique de la Montérégie

Laverdières, C. H., 1982. *Oeuvres de Champlain*, Université Laval, Ste-Foy, Québec (microfiche).

Leaning, J. et D. Guha-Sapir, 2013. *Natural disasters, armed conflict and public health*, The new England Journal of Medicine, Vol. 369, pp. 1836-1842

Lepage, D., 2007. *Avibase. Listes d'oiseaux mondiales - Montérégie*.

Les2rives. 2007. *Record d'affluence en 2006 au port de Sorel : 347 bateaux y ont accosté*.

Li, T. et P. Beauchesne, 2003. *Portrait du déboisement pour les périodes 1990-1999 et 1999-2002 pour les régions administratives de la Chaudière-Appalaches, du Centre-du-Québec, de la Montérégie et de Lanaudière (Rapport synthèse)*, Direction du patrimoine écologique et du développement durable, ministère de l'Environnement du Québec

Loisir et sport Montérégie, 2007. *Tourisme et plein air. Sentiers de randonnées pédestres*.

MAMOT, 2014a. *Répertoire des municipalités*.

MAMOT, 2014b. *Communication personnelle avec madame Claudine Beaudoin, Conseillère aux opérations régionales et à l'aménagement du territoire, Ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire, Direction régionale de la Montérégie*

MAMOT, 2015. *Évaluation de performance des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux pour l'année 2013*.

MAMROT, 2013. *Rapport annuel de l'usage de l'eau potable 2012*.

MAPAQ, 2001. *Historique des travaux de drainage au Québec et état du réseau hydrographique. Colloque régional sur les cours d'eau*, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation

MAPAQ, 2006. *Profil bioalimentaire de la Montérégie*. [En ligne] Disponible sur : http://www.mapaq.gouv.qc.ca/NR/rdonlyres/6F52B120-55C8-457F-8100-DB7AC7F6F98D/8155/Profil_bioalimentaire_Monteregie_WEB1.pdf

MAPAQ, 2007. *Agriculture biologique : définition, certification, formation*. [En ligne] Disponible sur : http://www.formulaire.gouv.qc.ca/cgi/affiche_doc.cgi?query=&dossier=172&table=0&tableOrg=0

Marina Québec, 2007. *Rivière Richelieu*. [En ligne] Disponible sur : www.marinaquebec.qc.ca

Marineau, K. et L. Couillard, 2002. *Milieux humides d'intérêt pour la conservation le long de la rivière Richelieu (MRC Le Haut-Richelieu)*, Ministère de l'Environnement, Direction du patrimoine écologique et du développement durable, Québec

Maurice, M. P., 2007. *Caractérisation du ruisseau Beloeil et du Grand ruisseau, phase 1: rapport final*, Comité de concertation et de valorisation du bassin de la rivière Richelieu (COVABAR), Beloeil

Maurice, M. P., 2007. *Caractérisation du ruisseau Saint-Louis, sous-bassin de la rivière des Hurons : rapport final (phase 2)*, Comité de concertation et de valorisation du bassin de la rivière Richelieu (COVABAR), Beloeil

McIntosh, A., M. Watzin et Lake Champlain Basin Program, 1997. *Lake Champlain Sediment Toxics Assessment Program: an assessment of sediment-associated contaminants in Lake Champlain. Phase II. Lake Champlain Basin Program Technical Report 23B*

MDDEFP, 2001a. *Ail des bois*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/ail/ail.htm>.

MDDEFP, 2001b. *Arisème dragon*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.mddep.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/ariseme/ariseme.htm>.

MDDEFP, 2001c. *Carex faux-lupulina*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.mddep.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/carex/carex.htm>.

MDDEFP, 2001d.. *Ginseng à cinq folioles*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.mddep.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/ginseng/ginseng.htm>.

MDDEFP, 2001e. *Phégoptère hexagone*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.mddep.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/phegoptere/phegoptere.htm>.

MDDEFP, 2002a. *Aster à rameaux étalés*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.eauquebec.com/biodiversite/especes/aster-rameaux/index.htm>.

MDDEFP, 2002b. *Thélyptère simulatrice*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.mddep.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/thelyptere/thelyptere.htm>.

MDDEFP, 2005a. *Adiante du Canada*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/adiante/index.htm>.

MDDEFP, 2005b. *Cardamine carcajou*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.mddep.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/cardamine/>.

MDDEFP, 2005c. *Orme liège*. [En ligne] Disponible sur : <http://mddep.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/orme-liege/index.htm>.

MDDEFP, 2005d. *Pin rigide*. [En ligne] Disponible sur : <http://mddep.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/pin-rigide/index.htm>.

MDDEFP, 2008. *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables, Note explicative sur la ligne naturelle des hautes eaux : la méthode botanique experte*, Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs

MDDEFP, 2009a. *Carex digital*. [En ligne] Disponible sur : http://www.mddep.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/carex_digital/index.htm.

MDDEFP, 2009b. *Jonc à tépales acuminés*. [En ligne] Disponible sur : http://www.mddep.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/jonc_tepales_acumines/index.htm.

MDDEFP, 2012. *Cadre de référence hydrologique du Québec*, Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP), Direction du patrimoine écologique et des parcs (DPEP)

MDDEFP, 2013a. *Guide d'interprétation, Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables*. D. d. p. d. l'eau, Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec: 131.

MDDEFP, 2013b. *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables. Guide d'interprétation. Direction de politiques de l'eau*, Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs

MDDEFP, 2014a. *Règlement sur les Exploitations Agricoles*. [En ligne] Disponible sur : http://www.mddefp.gouv.qc.ca/milieu_agri/agricole/index.htm.

MDDEFP, 2014b. *Répertoire des terrains contaminés*. [En ligne] Disponible sur : http://www.mddep.gouv.qc.ca/sol/terrains/terrains-contamines/recherche.asp?nom_dossier=&adresse=&municipalite=&mrc=&nom_region=&contaminant=&eau_contaminant=&sol_contaminant=

MDDEFP, 2014c. 25 ans d'assainissement des eaux usées industrielles au Québec: un bilan. [En ligne] disponible à <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/industrielles/chapitre1.htm#intro>.

MDDELCC, 2014a. *À propos des pesticides*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/pesticides/apropos.htm#questce> (Consulté le 2 avril 2015).

MDDELCC, 2014b. *Guide de référence du Règlement sur les exploitations agricoles*, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de Lutte aux changements climatiques.

MDDELCC, 2015a. *Atlas interactif de la qualité des eaux de surface et des écosystèmes aquatiques*. [En ligne] Disponible sur : http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/Atlas_interactif/stations/stations_rivieres.asp. (Consulté le 30 janvier 2015).

MDDELCC, 2015b. *Espèce vulnérable au Québec - Érable noir*. [En ligne] Disponible sur : http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/BIODIVERSITE/especes/erable_noir/index.htm. (Consulté le 13 février 2015).

MDDELCC, 2015c. *La qualité de l'eau de mon puits*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/Eau/potable/depliant/index.htm#bacteries>. (Consulté le 13 février 2015).

MDDELCC, 2015d. *Les pesticides*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/pesticides/inter.htm>. (Consulté le 2 avril 2015).

MDDELCC, 2015e. *Réseaux municipaux de distribution d'eau potable*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/potable/distribution/resultats.asp>

MDDELCC, 2015f. *Évaluation environnementale sur le gaz de schiste*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/evaluations/Gaz-de-schiste/index.htm>

MDDEP, 2001. *Portrait régional de l'eau. Région administrative 16 Montérégie*. [En ligne] Disponible sur : [http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/regions/region16/16-monteregie\(suite\).htm](http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/regions/region16/16-monteregie(suite).htm).

MDDEP, 2002a. *La qualité de l'eau et les usages récréatifs. Les conséquences de la pollution : des risques à la santé et à la qualité de vie.*

MDDEP, 2002b. *La salicaire pourpre.* [En ligne] Disponible sur : <http://www.mddep.gouv.qc.ca/Jeunesse/chronique/2004/0404-salicaire.htm>

MDDEP, 2002c. *Plaisanciers, pêcheurs, villégiateurs, prenez garde!* [En ligne] Disponible sur : <http://www.mddep.gouv.qc.ca/biodiversite/nuisibles/plaisanciers.htm>

MDDEP, 2002d. Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables, définition cours d'eau. <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/rives/index.htm>. (Consulté en février 2009)

MDDEP, 2004. Vos lacs et cours d'eau; une richesse collective à préserver. Dépliant <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/rives/richeesse/index.htm>. (Consulté le 9 août 2006).

MDDEP, 2005a. *Bilan annuel de conformité environnementale, secteur minier. Bilan 2003*, Direction générale des politiques du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs

MDDEP, 2005b. Capacité de support des activités agricoles par les rivières : le cas du phosphore total. [En ligne] Disponible sur : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/bassinversant/capacite-phosphore.pdf>.

MDDEP, 2007. *Foire aux questions sur les algues bleu-vert.* [En ligne] Disponible sur : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/EAU/flrivlac/questions.htm>

MDDEP, 2008. *SGGE. Localisation des approvisionnements en eau potable, souterrains et de surface*, Gouvernement du Québec

MDDEP, 2009. *Protection de l'eau : L'eau, toujours une priorité pour le gouvernement.* [En ligne] Disponible sur : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/infuseur/communiqu.asp?no=1463>

MDDEP, 2009. *Traitement des demandes d'autorisation des projets dans les milieux humides (dépliant).*

MDDEP, 2013. *Programme Environnement-Plage*, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.

MERN, 2014. *Communication personnelle avec l'analyste Nicolas Grondin dans le cadre de l'analyse du PDE*

MERN, 2014. *Les écosystèmes forestiers exceptionnels en Montérégie.* [En ligne] Disponible sur : <http://www.mern.gouv.qc.ca/monteregie/region/ecosystemes.jsp>

MFFP, 2013. *Les écosystèmes forestiers exceptionnels : éléments clés de la diversité biologique du Québec.* [En ligne] Disponible sur : <http://www.mffp.gouv.qc.ca/forets/connaissances/connaissances-ecosystemes.jsp>

MFFP, 2014. *Communication personnelle avec les analystes Marc-André Poulin et Kateri Lescop-Sinclair dans le cadre de l'analyse du PDE*

Ministère de l'énergie et des ressources, 1979. *Cartes de la rivière Richelieu. 31H06-100-5106. 1/20 000.*

Ministère de l'Environnement de la Nouvelle-Écosse, 2008. *Dans une goutte d'eau - Bactéries du fer et du soufre.* [En ligne] Disponible sur : <https://novascotia.ca/nse/water/docs/droponwaterFAQ-BacteriesDuFer-Fr.pdf>. (Consulté le 2 avril 2015).

Ministère de l'Environnement et de la Faune. 1995. *Le bassin versant de la rivière Richelieu : l'état de l'écosystème aquatique*, Envirodoq : EN980604

Ministère de la Sécurité publique, 1995. *Portrait régional de la sécurité civile : La Montérégie*, Direction générale de la sécurité civile, Direction régionale de Montréal

Ministère de la Sécurité Publique, 2015. *Communication personnelle avec Jean-Sébastien Forest, Conseiller en sécurité civile, Ministère de la Sécurité publique, Direction régionale de la sécurité civile et sécurité incendie, Montérégie et Estrie*

- Ministère des Richesses Naturelles et des Forêts de l'Ontario, 2014. [En ligne] Disponible sur : *Chevalier de rivière*. <http://www.ontario.ca/fr/environnement-et-energie/chevalier-de-riviere>
- Ministère des Richesses Naturelles Ontario (s.d.). *Gestion de situations d'urgence*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.mnr.gov.on.ca/fr/Business/EmergencyManagement/2ColumnSubPage/268887.html>
- Ministère du Tourisme, 2007. *Le tourisme en chiffre 2006*. [En ligne] Disponible sur : http://www.tourisme.gouv.qc.ca/publications/media/document/etudes-statistiques/Tourisme_chiffres2006.pdf
- MRC de Marguerite-D'Youville, 2005. *Schéma d'aménagement révisé*
- MRC du Haut-Richelieu, 2011. *Plaine inondable*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.mrchr.qc.ca/plaineinondable.php>
- MRNF, 2002. *La moule zébrée et autres espèces aquatiques nuisibles au Québec : Le gobie à taches noires (Neogobius melanostomus)*. [En ligne] Disponible sur : http://www.fapaq.gouv.qc.ca/fr/faune/nuisibles_gobi.htm
- MRNF, 2005. *Refuge faunique : Pierre-Étienne-Fortin, mise à jour en 2005*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.mrnf.gouv.qc.ca/faune/territoires/refuge.jsp>
- MRNF, 2007a. *Pie-grièche migratrice. Fiche descriptive*. [En ligne] Disponible sur : <http://www3.mrnf.gouv.qc.ca/faune/especes/menacees/fiche.asp?noEsp=7>
- MRNF, 2007b. *Statistiques de chasse et de piégeage*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.mrnf.gouv.qc.ca/faune/statistiques/chasse-piegeage.jsp#piegeage>
- MRNF, 2008. *Information tirée des bases de données informatiques non publiées*
- MRNF, 2010. *Le développement du gaz de schiste au Québec*. [En ligne] Disponible sur : http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/energie/exploration/developpement_gaz_schiste_quebec.pdf
- MRNF, 2011. *Plan de gestion de la pêche 2011-2012*, Gazette officielle du Québec, 15 juin 2011, 143e année, n°24, pp. 2202-2255
- MRNF, 2013. *Statistiques de chasse et de piégeage*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.mddefp.gouv.qc.ca/faune/statistiques/chasse-piegeage.htm>
- MSP, 2013. *Rapport d'événement. Inondations printanières Montérégie 2011*, Direction de la prévention et de la planification, Direction générale de la sécurité civile et de la sécurité incendie, Organisation de la Sécurité Civile du Québec, Ministère de la Sécurité publique. [En ligne] Disponible sur : http://www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/securite_civile/inondations_monteregie_2011/rapport_evenement_inondations_monteregie.pdf
- MSP, 2015. *Vigilance. Surveillance de la crue des eaux*. [En ligne] disponible à <http://geoegl.msp.gouv.qc.ca/>
- MTQ, 2010. *La stratégie québécoise pour une gestion environnementale des sels de voirie*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.selsdevoirie.gouv.qc.ca>
- Nature-Action Québec, 2007. *Le corridor forestier : un lien à préserver*. [En ligne] à partir de http://www.nature-action.qc.ca/corridor_forestier/index_corridor.html
- Nature-Action Québec, 2007. *Protection et mise en valeur du corridor forestier du mont Saint-Bruno*. [En ligne] Disponible sur : http://www.nature-action.qc.ca/corridor_forestier/projet.html
- Nature-Action Québec, 2009. *Conservation à perpétuité à Contrecoeur*. [En ligne] Disponible sur : http://www.nature-action.qc.ca/nature_action/images/stories/textes_pdf/20090630ConservationContrec.pdf
- Néron, R., 2004. *Le Nerprun cathartique (Rhamnus cathartica L.) au Québec*, Avec la collaboration de C. J. Bouchard et L. Guay, DIST, MAPAQ. [En ligne] Disponible sur : http://www.mapaq.gouv.qc.ca/dgpar/arico/herbierv/rhact/Nerprun_cathartique.htm

Olivier, J., 2006. *Un spécialiste du phragmite se prononce*, La Voix. Édition du 30 juillet 2006.

Pellerin, S. et M. Poulin, 2013. *Analyse de la situation des milieux humides au Québec et recommandations à des fins de conservation et de gestion durable*, Institut de recherche en biologie végétale, Université de Montréal. Département de Phytologie, Université Laval

Piché, I., 1998a. *Le bassin de la rivière Richelieu : contamination du poisson par des métaux et certaines substances organiques toxiques. Dans Le bassin versant de la rivière Richelieu : l'état de l'écosystème aquatique - 1995*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques. Envirodoq # EN980604, rapport # EA-13, section 3

Piché, I., 1998b. *Le bassin de la rivière Richelieu : les communautés benthiques et l'intégrité biotique du milieu, Le bassin versant de la rivière Richelieu : l'état de l'écosystème aquatique - 1995*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques. Envirodoq # EN980604, rapport # EA-13, section 4

Piché, I. et M. Simoneau, 1998. *Le bassin de la rivière Richelieu : profil géographique, source de pollution, interventions d'assainissement et qualité des eaux*, Le bassin versant de la rivière Richelieu : l'état de l'écosystème aquatique - 1995. Ministère de l'environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques. Envirodoq EN980604, rapport # EA-13, section 1

Plan Saint-Laurent, 2008. *Portrait global de l'état du Saint-Laurent 2008*, Plan Saint-Laurent. Environnement Canada, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Pêches et Océans Canada et Stratégies Saint-Laurent.

Plan Saint-Laurent, 2010. *L'érosion des berges en eau douce*, Plan Saint-Laurent. Environnement Canada, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Pêches et Océans Canada et Stratégies Saint-Laurent. ISBN 978-1-100-93730-4.

Poulin, M.-A., 2015. *Communication personnelle avec M. Marc-André Poulin*, Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs,.

Prescott, J., J. Ferron et J. Taillon, 2013. *Sur la piste de nos cervidés : Orignal, cerf de Virginie, caribou*, Québec, Orinha (Collection Nature Sauvage)

Lake Champlain Programme de mise en valeur du lac Champlain, 2013. Résilience aux inondations dans le bassin du lac Champlain et de la rivière Richelieu. [En ligne] Disponible sur : http://www.lcbp.org/wp-content/uploads/2013/04/FloodReport2013_fr.pdf

Racine, R., 1999. *Mesures et ouvrages de protection pour l'entretien et l'aménagement des cours d'eau en milieu agricole - Notions d'aménagement et pratique agricoles visant à assurer la pérennité des cours d'eau*. Colloque régional sur la gestion des cours d'eau municipaux.

Réseau Environnement, 2015. *Programme d'excellence en eau potable*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.reseau-environnement.com/fr/eau/pexeppeep>

Richard, L. P., 2008. *Un enjeu d'actualité : l'érosion des berges du Saint-Laurent (Affiche)*.

Rioux, S. et J. F. Desroches, 2007. *Découverte d'une tortue-molle à épines (Apalone spinifera) dans la rivière l'Acadie*, Le Naturaliste Canadien, Vol. 131(2), pp. 51-53

Rixon, C. A. M., I. C. Duggan, N. M. N. Bergeron, A. Ricciardi et H. J. Macisaac, 2005. *Invasion risks posed by the aquarium trade and live fish markets on the Laurentian Great Lakes*, Biodiversity and Conservation, Vol. 14, pp. 1365-1381.

Robert, C., A. Bolduc et C. deBlois, 2011. *Résultats du suivi des produits pharmaceutiques et de soins personnels ainsi que des hormones dans des eaux usées, de l'eau de surface, et de l'eau potable au Québec*, Direction des politiques de l'eau: 108.

Robitaille, J., 1998. *Bilan régional – Varennes-Contrecoeur. Zone d'intervention prioritaire 10*, Environnement Canada – Région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent

Rossi, L. et R. Hari, 2004. *Rejets urbains de temps de pluie et température des cours d'eau*, EAWAG.

SAGe pesticides, 2015a. *Effets toxiques de matières actives - Dianizon*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.sagepesticides.qc.ca/Recherche/Resultats.aspx?search=matiere&ID=120> (Consulté le 5 janvier 2015).

SAGe pesticides, 2015b. *Effets toxiques de matières actives - Linuron*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.sagepesticides.qc.ca/Recherche/Resultats.aspx?search=matiere&ID=74> (Consulté le 5 janvier 2015).

SAGe pesticides, 2015c. *Effets toxiques des matières actives - azinphos-méthyl*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.sagepesticides.qc.ca/Recherche/resultats.aspx?Search=matiere&ID=27> (Consulté le 5 janvier 2015).

SAGe pesticides, 2015d. *Effets toxiques des matières actives - clothianidine*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.sagepesticides.qc.ca/Recherche/Resultats.aspx?search=matiere&ID=249> (Consulté le 5 janvier 2015).

SAGe pesticides, 2015e. *Effets toxiques des matières actives - atrazine*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.sagepesticides.qc.ca/Recherche/Resultats.aspx?search=matiere&ID=35> (Consulté le 5 janvier 2015).

SAGe pesticides, 2015f. *Effets toxiques des matières actives - Carbaryl*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.sagepesticides.qc.ca/Recherche/Resultats.aspx?search=matiere&ID=30> (Consulté le 5 janvier 2015).

SAGe pesticides, 2015g. *Effets toxiques des matières actives - Carbofuran*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.sagepesticides.qc.ca/Recherche/Resultats.aspx?search=matiere&ID=110> (Consulté le 5 janvier 2015).

SAGe pesticides, 2015h. *Effets toxiques des matières actives - Chlorpyrifos*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.sagepesticides.qc.ca/Recherche/Resultats.aspx?search=matiere&ID=112> (Consulté le 5 janvier 2015).

SAGe pesticides, 2015i. *Effets toxiques des matières actives - dicamba*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.sagepesticides.qc.ca/Recherche/Resultats.aspx?search=matiere&ID=47> (Consulté le 5 janvier 2015).

SAGe pesticides, 2015j. *Effets toxiques des matières actives - imidaclopride*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.sagepesticides.qc.ca/Recherche/Resultats.aspx?search=matiere&ID=137>. (Consulté le 2 avril 2015).

SAGe pesticides, 2015k. *Effets toxiques des matières actives - thiaméthoxame*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.sagepesticides.qc.ca/Recherche/Resultats.aspx?search=matiere&ID=349>. (Consulté le 2 avril 2015).

SAGe pesticides, 2015l. *Effets toxiques des matières actives - MCPA* [En ligne] Disponible sur : <http://www.sagepesticides.qc.ca/Recherche/Resultats.aspx?search=matiere&ID=195>. (Consulté le 5 janvier 2015).

Saint-Jacques, N., 1998. *Le bassin de la rivière Richelieu : les communautés ichtyologiques et l'intégrité biotique du milieu*, Dans Le bassin versant de la rivière Richelieu : l'état de l'écosystème aquatique - 1995, ministère de l'Environnement et de la faune, Direction des écosystèmes aquatiques, Québec, Envirodoq # EN980604, rapport # EA-13, section 5

Saint-Laurent Vision 2000, 2001. *La réserve naturelle de la Rivière-du-Sud*. [En ligne] Disponible sur : http://slv2000.qc.ca/bibliotheque/lefleuve/vol11no8/terres_humides_f.htm

Santé Canada, 1986a. *Le chlorpyrifos*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/chlorpyrifos/index-fra.php> (Consulté le 5 janvier 2015).

Santé Canada, 1986b. *Le dianizon*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/diazinon/index-fra.php> (Consulté le le 5 janvier 2015).

Santé Canada, 1987. *Le dicamba*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/dicamba/index-fra.php> (Consulté le 5 janvier 2015).

Santé Canada, 1993. *L'atrazine*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/atrazine/index-fra.php> (Consulté le 5 janvier 2015).

Santé Canada, 2001. *L'aziphos-méthyl*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/aziphos/index-fra.php> (Consulté le 5 janvier 2015).

Santé Canada, 2003. *Giardia et cryptosporidium dans l'eau potable*. [En ligne] Disponible sur : http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/giardia_cryptosporidium-fra.php

Santé Canada, 2004. *Les algues bleues (cyanobactéries) et leurs toxines*. [En ligne] Disponible sur : http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/water-eau/drink-potab/cyanobacteria-cyanobacteries_f.html

Santé Canada, 2007. *Liste d'intérêt des substances prioritaires - Rapport d'évaluation pour les sels de voirie*. [En ligne] Disponible sur : http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/contaminants/psl2-lsp2/road_salt_sels_voirie/index-fra.php#a2138 (Consulté le 2 avril 2015).

Santé Canada, 2012. *Linuron - Décision de réévaluation*. [En ligne] Disponible sur : http://www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/pest/part/consultations/_prvd2012-02/prvd2012-02-fra.php (Consulté le 5 janvier 2015).

Savoie, C, 2002. *Le phénomène de déboisement. Évaluation par télédétection entre le début des années 1990 et 1999, région Montérégie*, Direction de l'environnement et du développement durable, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

Scf, 2003. *Atlas de conservation des terres humides de la vallée du Saint-Laurent*. [En ligne] Disponible sur : http://www.qc.ec.gc.ca/faune/atlasterreshumides/html/classification_f.html

SDA, 2008. *Système de découpage administratif*, Arrondissements municipaux du Québec

Secrétariat de la Convention de Ramsar, 2004. *Le Manuel de la Convention de Ramsar : Guide de la Convention sur les zones humides (Ramsar, Iran, 1971)*, 3e éd. Secrétariat de la Convention de Ramsar, Gland, Suisse.

Sécurité Publique du Québec, 2008. *Que doit-on faire après des pluies abondantes ou des inondations ?* [En ligne] Disponible sur : <http://www.securitepublique.gouv.qc.ca/securite-civile/publications-statistiques-civile/pluies-abondantes-inondations.html>

SEME, 2005a. *La pollution microbienne*. [En ligne] Disponible sur : http://seme.uqar.ca/menu/cadre_chemin1.htm. (Consulté le 2 avril 2015).

SEME, 2005b. *La pollution organique en milieu marin*. [En ligne] Disponible sur : http://seme.uqar.ca/04_pollution_matiere_orga/intro_pollution_matorg.htm. (Consulté le 2 avril 2015).

SEME, 2005c. *La pollution par les rejets urbains*. [En ligne] Disponible sur : http://seme.uqar.ca/menu/cadre_complet.htm. (Consulté le 2 avril 2015).

SEME, 2005d. *La pollution thermique*. [En ligne] Disponible sur : http://seme.uqar.ca/08_pollution_industrielle/pollution_thermique.htm. (Consulté le 2 avril 2015).

Service canadien de la faune, 2004. *Règlement de chasse aux oiseaux migrateurs*

Services Canada, 2007. *Perspectives sectorielles 2007-2009 : Montérégie*.

SIGPEG, 2010. *Carte de localisation des permis en vigueur*, Ministère des ressources naturelles et de la faune. [En ligne] Disponible sur : <http://sigpeg.mrnf.gouv.qc.ca/gpg/classes/CarteLocalisationPermis>

Simoneau, M., 1993. *Qualité des eaux du bassin de la rivière Richelieu, 1979 à 1992*, Ministère de l'Environnement, Direction de la qualité des cours d'eau. Rapport QEN/QE Envirodoq EN930016 # 930000

Simoneau, M., 2014. *Qualité de l'eau des tributaires du lac Saint-Pierre : portrait 2010-2012 et évolution 1979-2012*. Journée INPACQ Eau et agriculture 27 février 2014. E. Développement durable, Faune et Parcs.

Simoneau, M. et G. Thibault, 2009. *État de l'écosystème aquatique du bassin versant de la rivière Richelieu : faits saillants 2005-2007*, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Québec, ISBN 978-2-550-56454-6

Smith, V. H. et D. W. Schindler, 2009. *Eutrophication science: where do we go from here?* Trends in Ecology & Evolution 24(4): 201-207.

Société de la faune et des parcs du Québec, 2002. *Plan de développement régional associé aux ressources fauniques de la Montérégie*, Direction de l'aménagement de la faune de Montréal, de Laval et de la Montérégie, Longueuil.

Société des parcs industriels, S.-T., 2003. *Port*. [En ligne] Disponible sur : http://www.soreltracyregion.net/econo/page/soreldev/s/port_ren

St-Jean, J., J. C. De Araujo Borba et M. P. Maurice, 2011.. *Caractérisation des cours d'eau de la Ville de Saint-Jean-sur-Richelieu*, Comité de concertation et de valorisation du bassin de la rivière Richelieu (COVABAR), Beloeil.

Statistique Canada, 2001. Recensement de l'agriculture de 2001. <http://www.statcan.gc.ca/ca-ra2001/index-fra.htm>

Statistique Canada, 2006a. Chiffres de population et des logements, Canada et subdivisions de recensement (municipalités), recensements de 2001 et de 1996 - Données intégrales. <http://www12.statcan.gc.ca/francais/census01/products/standard/popdwell/Table-CSD-N.cfm?T=1&SR=1&S=20&O=A> (Consulté le 30 novembre 2009).

Statistique Canada, 2007a. Profils des communautés de 2006, Recensement 2006, produit n°92-591-XWF au catalogue de statistique Canada. Ottawa. Diffusé le 13 mars 2007. <http://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2006/dp-pd/prof/92-591/index.cfm?Lang=F> (Consulté le 26 novembre 2009).

Statistique Canada, 2007b. Données sur les exploitations et les exploitants agricoles. Recensement de l'agriculture de 2006, produit n°95-629-XWF au catalogue de statistique Canada, Ottawa. Diffusé le 16 mai 2007. <http://www.statcan.gc.ca/pub/95-629-x/95-629-x2007000-fra.htm> (Consulté le 26 novembre 2009).

Statistique Canada, 2008. Chiffres de population et des logements, Canada, provinces et territoires, et subdivisions de recensement (municipalités), recensements de 2006 et 2001 - Données intégrales. <http://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2006/dp-pd/hlt/97-550/Index.cfm?TPL=P1C&Page=RETR&LANG=Fra&T=302&SR=1&S=1&O=A&RPP=25&PR=24&CMA=0> (Consulté 30 novembre 2009).

Statistique Canada, 2012. *Recensement de l'agriculture 2011. Données sur les exploitations agricoles*.
Tellier, S., 2006. *Les pesticides en milieu agricole : état de la situation environnementale et initiatives prometteuses*, Direction des politiques en milieu terrestre, Service des pesticides, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs

U.A.P. Canada Inc., 2005. *Herbicide : MCPA Amine 500*. [En ligne] Disponible sur : http://www.uap.ca/francais/products/documents/MCPA_Amine_500_Fr.pdf. (Consulté le 5 janvier 2015).

U.S. Environmental Protection Agency, 2015. *Azinphos-Methyl*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.epa.gov/pesticides/reregistration/azm/>. (Consulté le 5 janvier 2015).

Université McGill, 2015. *Réserve naturelle Gault*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.mcgill.ca/gault/fr>

UQCN, 2005. *L'incohérence du gouvernement requiert la formation d'une coalition : L'UQCN appuie le front vert pour la conservation des milieux humides*, Communiqué, 29 avril 2005.

UVED, 2006. *Polluants chimiques*. [En ligne] Disponible sur : <http://uved.univ-nantes.fr/sequence2/html/chap2.html> (Consulté le 2 avril 2015).

Vaillancourt J. et Guertin R., 1999 Milieu urbain et gestion de l'eau au Québec Mémoire présenté au BAPE dans le cadre de la Consultation publique sur la gestion de l'eau au Québec

Van Breukelen, B. M., 2007. *Quantifying the Degradation and Dilution Contribution to Natural Attenuation of Contaminants by Means of an Open System Rayleigh Equation*, Environmental Science & Technology, Vol. 14, pp. 4980-4985

Ville de Carignan, 2014. *Mesures d'urgence*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.villedecarignan.org/site.asp?page=element&nIDElement=4512>

Ville de Longueuil, 2005. Politique de protection et de mise en valeur des milieux naturels, Direction de l'aménagement et du développement du territoire en collaboration avec le Service des parcs et espaces verts.

Ville de Longueuil, 2009. *Schéma d'aménagement et de développement de l'agglomération de Longueuil (Boucherville, Brossard, Longueuil et arrondissement de Greenfield Park, de Saint-Hubert, et du Vieux-Longueuil, Saint-Bruno-de-Montarville, Saint-Lambert)*, Version à jour en date du 26 juin 2009

Ville de Longueuil, 2014. *49e Finale des Jeux du Québec - Été 2014 : la Ville de Longueuil aménagera une nouvelle plage au parc de l'île Charron*.

Ville de Saint-Jean-sur-Richelieu, 2014. *Crues et inondations*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.ville.saint-jean-sur-richelieu.qc.ca/securite-civile/risques/Pages/inondations.aspx>

Ville de Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix, 2011. *Info inondations*. [En ligne] Disponible sur : <http://www.ileauxnoix.com/fr/inondations.html>

Voulligny, C. et S. Gariépy, 2008. *Les friches agricoles au Québec : état des lieux et approches de valorisation*, Rédigé pour Agriculture et Agroalimentaire Canada

Ziadi, N., 2007. *Utilisation des engrais minéraux azotés en grandes cultures : description des différentes formes et leurs impacts en agroenvironnement* Colloque sur l'azote, CRAAQ - OAQ.

Nous désirons remercier nos principaux partenaires financiers pour la réalisation du Plan directeur de l'eau du bassin versant de la rivière Richelieu et de la zone Saint-Laurent

**Développement durable,
Environnement et Lutte
contre les changements
climatiques**

Québec



obv Richelieu / Saint-Laurent
COVABAR

Pour nous joindre
806 rue Richelieu
Beloeil, Québec, J3G 4P6
téléphone : 450 446 8030
Courriel : info@covabar.qc.ca