



# **Rapport sur l'état de l'eau et des écosystèmes aquatiques au Québec**

**Édition 2014**

**Coordination et rédaction**

Cette publication a été réalisée par le Bureau des connaissances sur l'eau du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC).

**Renseignements**

Téléphone : 418 521-3830  
1 800 561-1616 (sans frais)

Télécopieur : 418 646-5974

Formulaire : [www.environnement.gouv.qc.ca/formulaires/renseignements.asp](http://www.environnement.gouv.qc.ca/formulaires/renseignements.asp)

**Pour obtenir un exemplaire du document :**

Bureau des connaissances sur l'eau  
Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre  
les changements climatiques

675, boul. René-Lévesque Est, 8<sup>e</sup> étage, boîte 42  
Québec (Québec) G1R 5V7  
Téléphone : 418 521-3885

Ou

Visitez notre site Web : [www.environnement.gouv.qc.ca](http://www.environnement.gouv.qc.ca)

Dépôt légal – 2020  
Bibliothèque et Archives nationales du Québec  
ISBN 978-2-550-88239-8 (PDF)

Tous droits réservés pour tous les pays.

© Gouvernement du Québec - 2020

# Table des matières

<b>Liste des cartes</b> .....	<b>iv</b>
<b>Liste des tableaux</b> .....	<b>vii</b>
<b>Liste des figures</b> .....	<b>vii</b>
<b>Liste des photos</b> .....	<b>ix</b>
<b>Un rapport en appui à la GIRE</b> .....	<b>1</b>
Une loi qui confirme que l'eau fait partie du patrimoine collectif des Québécois .....	1
Un mode de gouvernance qui interpelle l'ensemble de la population.....	3
Un rapport pour une meilleure connaissance de l'eau et des écosystèmes aquatiques.....	7
L'approche privilégiée pour la première édition.....	7
<b>Le portrait du Québec aquatique</b> .....	<b>14</b>
De l'eau du nord au sud et d'est en ouest .....	15
Des espèces floristiques et fauniques diversifiées .....	25
Un patrimoine protégé.....	26
<b>La quantité d'eau</b> .....	<b>31</b>
Quelle est la situation et quelles sont les causes? .....	32
Quels sont les effets sur vous? .....	53
Que fait-on pour y remédier?.....	61
<b>La qualité d'eau</b> .....	<b>75</b>
Quelle est la situation et quelles sont les causes? .....	76
Quels sont les effets sur vous? .....	124
Que fait-on pour y remédier?.....	135
<b>Les rives et les côtes</b> .....	<b>151</b>
Quelle est la situation et quelles sont les causes? .....	152
Quels sont les effets sur vous ? .....	160
Que fait-on pour y remédier?.....	164
<b>Les milieux humides</b> .....	<b>173</b>
Quelle est la situation et quelles sont les causes? .....	174
Quels sont les effets sur vous? .....	184

Que fait-on pour y remédier ?.....	187
<b>La flore et la faune aquatiques .....</b>	<b>195</b>
Quelle est la situation et quelles sont les causes? .....	196
La faune des écosystèmes aquatiques et humides .....	205
Quels sont les effets sur vous? .....	235
Que fait-on pour y remédier?.....	246
<b>En conclusion.....</b>	<b>260</b>
La santé des écosystèmes aquatiques et des milieux humides .....	260
La qualité de vie de la population .....	265
Les actions gouvernementales .....	268
De 2014 vers 2019.....	269
<b>Références.....</b>	<b>271</b>
Un rapport en appui à la GIRE .....	272
Le portrait du Québec aquatique .....	272
Quantité d'eau.....	275
La qualité d'eau .....	290
Les rives et les côtes .....	304
Les milieux humides .....	311
La flore et la faune aquatiques.....	314

## Liste des cartes

Carte 1 Territoire visé par l'Entente sur les ressources en eaux durables du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent <sup>2</sup> .....	2
Carte 2 Zones de gestion intégrée de l'eau au Québec <sup>4</sup> .....	6
Carte 3 Les sept grands bassins versants du Québec <sup>2</sup> .....	16
Carte 4 Débit annuel moyen spécifique (l/s/km <sup>2</sup> ) pour différentes stations du réseau hydrométrique québécois entre 1970 et 2010 <sup>5</sup> .....	18
Carte 5 Le Saint-Laurent <sup>6</sup> .....	19
Carte 6 Milieux humides au Québec <sup>17</sup> .....	23
Carte 7 Réseau d'aires protégées au Québec en novembre 2013 <sup>5</sup> .....	28

Carte 8 Parc marin du Saguenay - Saint-Laurent <sup>7</sup> .....	30
Carte 9 Limites de la réserve aquatique projetée de Manicouagan <sup>5</sup> .....	30
Carte 10 Date moyenne à laquelle survient la crue printanière pour différentes stations du réseau hydrométrique québécois <sup>15</sup> .....	37
Carte 11 Localisation des projets du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES) réalisés et des quatre projets de caractérisation régionale des eaux souterraines pré-PACES <sup>5</sup> .....	48
Carte 12 Zones de recharge préférentielle, secteur Bécancour <sup>adaptée de 7</sup> .....	49
Carte 13 Estimation de la recharge annuelle pour le secteur du sud-ouest de la Mauricie <sup>adaptée de 6</sup> .....	50
Carte 14 Territoire québécois visé par l'Entente sur les ressources en eaux durables des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent <sup>11</sup> .....	65
Carte 15 Concentration en sulfates dans 101 lacs du sud du Québec entre la période 1986-1990 et l'année 2010 <sup>2, 3</sup> .....	78
Carte 16 Mesure du pH de 101 lacs du sud du Québec entre la période 1986-1990 et l'année 2010 <sup>2, 3</sup> .....	79
Carte 17 .....	80
Carte 18 Plans d'eau confirmés touchés par une fleur d'eau d'algues bleu-vert entre 2007 et 2012 dans le sud du Québec <sup>10</sup> .....	82
Carte 19 Qualité générale de l'eau en 2009-2011 des stations situées dans les rivières du sud du Québec <sup>3</sup> .....	86
Carte 20 Qualité générale de l'eau en 2009 2011 des stations situées dans le fleuve Saint-Laurent <sup>3</sup> .....	88
Carte 21 Coliformes fécaux dans les rivières du sud du Québec en 2009-2011 (médiane) et tendances 2002-2011 <sup>3</sup> .....	91
Carte 22 Coliformes fécaux dans le fleuve Saint-Laurent en 2009 2011 (médiane) et tendances 2002-2011 <sup>3</sup> .....	92
Carte 23 Phosphore total dans les rivières du sud du Québec en 2009 2011 (médiane) et tendances 2002-2011 <sup>3</sup> .....	94
Carte 24 Phosphore total dans le fleuve Saint-Laurent en 2009-2011 (médiane) et tendances 2002-2011 <sup>3</sup> .....	95
Carte 25 Matières en suspension dans les rivières du sud du Québec en 2009 2011 (médiane) et tendances 2002-2011 <sup>3</sup> .....	99

Carte 26 Matières en suspension dans le fleuve Saint-Laurent en 2009-2011 (médiane) et tendances 2002-2011 <sup>3</sup> .....	100
Carte 27 Stations de suivi des métaux dissous dans les rivières du sud du Québec et dans le fleuve Saint-Laurent entre 2008 et 2011 <sup>3</sup> .....	101
Carte 28 Stations d'échantillonnage des pesticides à proximité de cultures ainsi que dans trois tributaires du lac Saint-Pierre et dans le fleuve Saint-Laurent <sup>3, 23</sup> .....	102
Carte 29 Stations de suivi des contaminants émergents en rivières et dans le fleuve Saint-Laurent entre 2000 et 2010 <sup>3</sup> .....	105
Carte 30 Les trois lacs fluviaux du Saint-Laurent.....	107
Carte 31 Pourcentage de saturation d'oxygène dans les eaux profondes de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent au cours des étés 2004 et 2005 <sup>adaptée de 8</sup> .....	110
Carte 32 Localisation des projets PACES terminés en 2013 et des quatre zones de caractérisation régionale des eaux souterraines pré-PACES <sup>4</sup> .....	115
Carte 33 Localisation de l'ancienne mer de Champlain au Québec.....	117
Carte 34 Vulnérabilité des aquifères de la Montérégie Est, au Québec <sup>adaptée de 6</sup> .....	120
Carte 35 Potentiel pour la baignade de 16 sites situés en bordure du fleuve, entre Montréal et Québec, en 2009 <sup>21</sup> .....	129
Carte 36 Coliformes fécaux dans le fleuve Saint-Laurent entre 2009 et 2011 <sup>3</sup> .....	130
Carte 37 Coliformes fécaux dans les rivières du sud du Québec entre 2009 et 2011 <sup>3</sup> .....	131
Carte 38 Localisation des îles du secteur fluvial du Saint-Laurent .....	154
Carte 39 Proportion de milieux humides par province naturelle <sup>adaptée de 2</sup> .....	176
Carte 40 Milieux humides bordant le Saint-Laurent <sup>adaptée de 5</sup> .....	177
Carte 41 Proportion de milieux humides perturbés dans les Basses-terres du Saint Laurent <sup>adaptée de 2</sup> .....	180
Carte 42 Proportion des sources de perturbations dans les régions administratives situées en partie ou en totalité dans les Basses-terres du Saint-Laurent <sup>adaptée de 2</sup> .....	181
Carte 43 Suivi des espèces exotiques envahissantes des milieux humides du Saint-Laurent <sup>3</sup> ...	184
Carte 44 Localisation des cartographies détaillées réalisées en 2014 <sup>1</sup> .....	188
Carte 45 État de santé des communautés de benthos aux stations échantillonnées entre 2003 et 2011 <sup>12</sup> .....	207

## Liste des tableaux

Tableau 1. Nombre de plans d'eau du Québec selon leur taille <sup>2</sup> .....	17
Tableau 2 Tendances historiques des niveaux d'eau mesurés à cinq stations marégraphiques de l'estuaire et du golfe <sup>16</sup> .....	42
Tableau 3 Recharge annuelle totale et par kilomètre carré de certains secteurs du Québec municipalisé.....	47
Tableau 4 Pourcentage de dépassements des recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada pour le fer et le manganèse dans l'eau souterraine des secteurs étudiés au Québec .....	116
Tableau 5 Classification des plages selon le programme Environnement-Plage <sup>20</sup> .....	129
Tableau 6 Proportion des côtes en érosion et taux de recul moyen, par région, mesurés pour les côtes actives de l'estuaire maritime et du golfe du Saint-Laurent <sup>2</sup> .....	155
Tableau 7 Superficies de milieux humides perturbées dans les Basses-terres du Saint-Laurent par grandes sources de perturbations <sup>tiré de 2</sup> .....	179
Tableau 8 Plantes vasculaires aquatiques et de milieux humides désignées menacées ou vulnérables au Québec.....	199
Tableau 9 Espèces végétales exotiques envahissantes préoccupantes présentes dans les écosystèmes aquatiques et les milieux humides du Québec.....	204
Tableau 10 Espèces de moules d'eau douce en situation précaire dans les milieux aquatiques ou humides du Québec .....	209
Tableau 11 Espèces de poissons d'eau douce et diadromes en situation précaire au Québec..	211
Tableau 12 Espèces de poissons marins et diadromes en situation précaire au Québec.....	220
Tableau 13 Espèces d'amphibiens, de tortues et de serpents en situation précaire dans les écosystèmes aquatiques ou les milieux humides du Québec.....	223
Tableau 14 Espèces d'oiseaux aquatiques en situation précaire au Québec.....	227
Tableau 15 Espèces de mammifères marins en situation précaire au Québec .....	230

## Liste des figures

Figure 1 Le bassin versant .....	15
Figure 2 Bilan hydrologique.....	22
Figure 3 Diversité de la faune vertébrée du Québec associée aux milieux aquatiques et humides <sup>22, 23</sup> .....	26

Figure 4 Localisation des stations hydrométriques ayant plus de 30 ans de suivi, dont les débits ne sont pas régulés et qui sont toujours en activité. Exemples d'hydrogrammes de débit moyen annuel et de précipitations annuelles totales pour quelques stations <sup>3,8</sup> .....	33
Figure 5 Débit moyen annuel du Saint-Laurent à la station de Sorel de 1932 à 2010 <sup>5</sup> .....	34
Figure 6 Espace de liberté d'un cours d'eau <sup>adaptée de 12</sup> .....	35
Figure 7 Débit moyen journalier du Saint-Laurent à la station de Sorel pour les années 1960 à 1997 <sup>5</sup> .....	38
Figure 8 Hydrogrammes de la station Bois-des-Filion sur la rivière des Mille Îles, débits historiques (moyen et minimum) et débits journaliers pour 2010 <sup>5,24</sup> .....	40
Figure 9 Situations côtières résultant de la hausse du niveau de la mer et de l'ajustement de la croûte terrestre : A) avancée de la mer sur les terres; B) état d'équilibre; C) retrait de la mer <sup>adaptée de 18</sup> .....	43
Figure 10 Niveaux d'eau et pression atmosphérique le 6 décembre 2010 : A) Gaspé; B) Rimouski; C) Belledune, au Nouveau-Brunswick <sup>23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31</sup> .....	45
Figure 11 Comparaison des aquifères de dépôts granulaires et de roc fracturé.....	50
Figure 12 Fluctuations des niveaux d'eau souterraine et des précipitations annuelles totales sur plusieurs années – station de Pont-Rouge <sup>adaptée de 19, 20</sup> .....	52
Figure 13 Nombre d'événements régionaux d'inondation et de submersion par décennie sur les côtes québécoises de l'estuaire moyen et maritime et du golfe du Saint-Laurent <sup>adaptée de 34</sup> .....	59
Figure 14 Exemple de cartographie des contraintes à l'aménagement pour un tronçon de la rivière de la Fourche : A) modélisation hydraulique; B) ajout de l'approche hydrogéomorphologique <sup>25</sup> .....	70
Figure 15 Plans d'eau visités au Québec entre 2007 et 2012 après un signalement d'algues bleu-vert et plans d'eau touchés par une fleur d'eau <sup>10</sup> .....	83
Figure 16 Évolution de la qualité générale de l'eau entre 2002 et 2011 pour les stations situées dans les rivières du sud du Québec <sup>3</sup> .....	87
Figure 17 Évolution de la qualité générale de l'eau entre 2002 et 2011 pour les stations situées dans le fleuve Saint-Laurent <sup>3</sup> .....	88
Figure 18 Concentrations médianes de nonylphénols éthoxylés dans le sud du Québec en 2000-2003 et 2009-2010 <sup>3</sup> .....	106
Figure 19 Comparaison entre une nappe captive et une nappe libre.....	118
Figure 20 Nombre d'avis diffusés dans l'année et déjà en vigueur entre 2005 et 2012 au Québec : A) avis d'ébullition; B) avis de non-consommation <sup>3</sup> .....	125

Figure 21 Plans d'eau visités, touchés et à usages restreints au Québec en lien avec la présence de fleurs d'eau d'algues bleu-vert entre 2007 et 2012 <sup>3</sup> .....	132
Figure 22 Bâtiments ou habitations non raccordés à un réseau d'égout autorisé .....	141
Figure 23 Aires d'alimentation et de protection autour d'une installation de prélèvement d'eau souterraine <sup>adaptée de 12</sup> .....	146
Figure 24 Plage publique de Saint Adolphe d'Howard dans la région des Laurentides (MDDELCC) .....	148
Figure 25 Espace de liberté d'un cours d'eau <sup>adaptée de 3</sup> .....	152
Figure 26 Proportion des types de côtes du Québec maritime <sup>2</sup> .....	155
Figure 27 Principales tempêtes ayant touché plus d'une région et ayant provoqué un impact important sur les côtes de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent <sup>d'après 5 et 10</sup> .....	157
Figure 28 Situation des espèces de plantes vasculaires des écosystèmes aquatiques et des milieux humides du Québec <sup>9, 10, 11</sup> .....	197
Figure 29 Situation des espèces fauniques vertébrées des écosystèmes aquatiques et des milieux humides du Québec <sup>6, 7</sup> .....	205
Figure 30 Proportion des secteurs échantillonnés dans le tronçon fluvial du lac Saint-François, à Batiscan, pour chaque classe de l'indice d'intégrité biotique <sup>39</sup> .....	215
Figure 31 Intégrité biotique des communautés de poissons d'eau douce du tronçon fluvial du Saint-Laurent <sup>39</sup> .....	216
Figure 32 Proportion des sites, pour la période 2002-2011, où la teneur en mercure dans la chair des poissons de petite, moyenne et grande taille excède la limite de 0,5 mg/kg prescrite par la directive de Santé Canada pour la mise en marché des produits de la pêche <sup>56</sup> .....	243
Figure 33 Affiche de sensibilisation sur l'importance du nettoyage des embarcations .....	258

## Liste des photos

Photo 1 Lac Mistassini (Serge Alain, MFFP) .....	16
Photo 2 La Grande Rivière (© 1987, Jean-Marie Dubois, Le monde en images, CCDMD) .....	17
Photo 3 Les trois lacs fluviaux du Saint-Laurent : A) lac Saint-François (Christine Lepage, EC); B) lac Saint-Louis (MDDELCC); C) lac Saint-Pierre (MFFP) .....	20
Photo 4 Embouchure du fjord du Saguenay (© 2006, Chantale Laberge, Le monde en image, CCDMD) .....	20
Photo 5 Le Saint-Laurent s'élargit à la hauteur de Pointe-des-Monts (© 2014, Dan Bellemare, Le monde en images, CCDMD) .....	21

Photo 6 Grands types de milieux humides du Québec : A) étang (Canards illimités Canada et MDDELCC); B) marais (Benoit Jobin, EC); C) marécage (Rodolph Balej); D) tourbière (Alain Thibault, MFFP) .....	24
Photo 7 Marais et marécages riverains du lac Saint-Pierre (Canards Illimités et MDDELCC) .....	24
Photo 8 Flore vasculaire de milieu humide .....	25
Photo 9 Faune invertébrée associée aux milieux aquatiques et humides du Québec : A) anémone plumeuse (Pierre Michon, MDDELCC); B) corail mou (Pierre Michon, MDDELCC); C) araignée d'eau (Suzanne Fisette, MDDELCC).....	25
Photo 10 Faune vertébrée associée aux milieux aquatiques et humides du Québec : A) tortue peinte (Annie Drolet, MDDELCC); B) grand héron (Chantale Picard, MDDELCC); C) béluga (Renaud Pintiaux).....	26
Photo 11 Lac Guillaume-Delisle, Parc national Tursujuq.....	27
Photo 12 Des lacs et des milieux humides dans les aires protégées du Québec : A) lac du Portage des Sauvages, parc national d'Opémican (Isabelle Tessier, MFFP); B) lac Kipawa, parc national d'Opémican (Raymonde Pomerleau, MFFP); C) lac Témiscouata, parc national.....	29
Photo 13 Parc national du Bic (Marylin Fournier).....	29
Photo 14 Colonisation de marais riverains du Saint-Laurent par le roseau (Isabelle Simard, MDDELCC).....	35
Photo 15 Crue de la rivière au Renard en août 2007 (MSP) .....	37
Photo 16 Rivière des Mille Îles en juillet 2010 (Denis Brouillette, MDDELCC).....	39
Photo 17 Niveau d'eau extrême sur les côtes du.....	44
Photo 18 Esker près de Cadillac en Abitibi-Témiscamingue (Simon Nadeau) .....	51
Photo 19 Travaux sur la rivière des Mille Îles à l'été 2010 (Denis Brouillette, MDDELCC) .....	54
Photo 20 Bas niveau d'eau compliquant le nautisme sur la rivière des Mille Îles à l'été 2012 (Denis Brouillette, MDDELCC) .....	56
Photo 21 Inondation et submersion : A) inondation sur la rivière Saint-François à Sherbrooke (Stéphanie Pratte, MDDELCC); B) submersion des côtes à Sainte-Anne-des-Monts en Gaspésie en décembre 2010 (Jacinthe Girard, MDDELCC).....	58
Photo 22 Le déluge du Saguenay à l'été 1996 (Gouvernement du Québec) .....	58
Photo 23 Station hydrométrique du gouvernement du Québec sur la rivière Osgood à Kinnear's Mill dans la région de la Chaudière-Appalaches (MDDELCC).....	62
Photo 24 Barrage Moses-Saunders, à Cornwall, entre le lac Ontario et le fleuve Saint-Laurent (CMI) .....	63

Photo 25 Fleurs d'eau d'algues bleu-vert sur un étang de l'Estrie (MDDELCC) .....	82
Photo 26 Secteur de la baie Missisquoi au lac Champlain, en Montérégie, touché par une fleur d'eau d'algues bleu-vert (MDDELCC) .....	84
Photo 27 Rivière aux Rochers à Port-Cartier, dans la région de la Côte-Nord (Serge Hébert, MDDELCC) .....	85
Photo 28 Rivière Esturgeon dans le bassin versant de la rivière Châteauguay en Montérégie....	85
Photo 29 Matières en suspension dans la rivière des Hurons, en Montérégie (Marc Simoneau, MDDELCC) .....	96
Photo 30 Terre agricole en début de saison.....	97
Photo 31 Culture de maïs à proximité d'un cours d'eau en Montérégie (David Berryman, MDDELCC) .....	102
Photo 32 Ruisseau Gibeault-Delisle, en Montérégie, bordé par des cultures maraîchères .....	103
Photo 33 Marée rouge de l'été 2008 dans l'estuaire du Saint-Laurent, au large de Sainte-Flavie (Michel Starr, IML).....	108
Photo 34 Fonds marins habités de l'estuaire du Saint-Laurent : étoile de mer polaire, anémone plumeuse et oursin vert (Louis Falardeau).....	111
Photo 35 Fonds marins habités par le crabe commun, un crustacé de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent (Jean-Guy Béliveau) .....	112
Photo 36 Les côtes des îles de la Madeleine.....	118
Photo 37 Activités aquatiques de contact avec l'eau : A) contact direct (Elena Elisseeva/Shutterstock.com); B) contact indirect (Sylvain Jalbert, MDDELCC).....	128
Photo 38 Plage publique touchée par des fleurs d'eau d'algues bleu-vert au lac Saint-Tropez dans la région de Lanaudière (MDDELCC) .....	132
Photo 39 Secteur coquillier de la Baie de Ha ! Ha ! (Jean-François Pipon, Agence canadienne d'inspection des aliments).....	134
Photo 40 Mesure de la transparence de l'eau à l'aide d'un disque de Secchi au lac Guindon dans la région des Laurentides (Agence des bassins versants de Sainte-Anne-des-Lacs).....	137
Photo 41 Échantillonnage de l'eau de la rivière Sainte-Anne à Beauré dans la région de la Capitale-Nationale (Stéphanie Locas, MDDELCC) .....	137
Photo 42 Échantillonnage de l'eau du fleuve Saint-Laurent (Francine Rochette) .....	138
Photo 43 Station d'épuration des eaux de la Ville de Sorel-Tracy (Ville de Sorel Tracy) .....	140
Photo 44 Érosion des rives des îles de la Paix (Richard Boursier, Société d'aménagement du Parc des Îles-de-la-Paix).....	153

Photo 45 Érosion du marais maritime de l'île aux Grues, près de Québec.....	156
Photo 46 Aggravation de l'érosion de la côte à l'extrémité d'un enrochement (effet de bout) à Sept-Îles dans la région de la Côte Nord (UQAR-LDGIZC) .....	158
Photo 47 Effets du resserrement côtier : A) abaissement d'une plage en présence d'un mur de soutènement (MSP); B) resserrement d'un marais côtier en érosion au Bas-Saint-Laurent (UQAR – LDGIZC).....	159
Photo 48 Érosion des côtes des îles de la Madeleine (UQAR-LG1ZC).....	160
Photo 49 Résidences endommagées à la suite de la tempête du 6 décembre 2010 à Sainte-Luce dans le Bas-Saint-Laurent (UQAR-DGIZC).....	161
Photo 50 Occupation des côtes du Bas-Saint-Laurent .....	162
Photo 51 Ouvrages de protection sur les côtes de Percé en Gaspésie (Christian Fraser) .....	163
Photo 52 Suivi de l'érosion côtière (Julie Gauthier, MDDELCC).....	165
Photo 53 Principaux types de milieux humides : A) Étang (François Gervais); B) Marais maritime (Rodolph Balej, MDDELCC); C) Marécage (Rhéal Carpentier, MDDELCC); D) Tourbière (Alain Thibault, MDDELCC) .....	175
Photo 54 Effets de la fonte du pergélisol : la tourbière à palse (Alain Thibault, MFFP) .....	183
Photo 55 Roseau commun .....	183
Photo 56 Réserve écologique Léon-Provencher (Christian Savard, MDDELCC).....	189
Photo 57 Tourbière des Atocas dans le parc de Saint-Bruno (Jean Gagnon, MFFP).....	189
Photo 58 Le gaylussaquier de Bigelow, espèce menacée et vulnérable de milieu humide.....	190
Photo 59 Les milieux humides restaurés du refuge faunique Marguerite-D'Youville (Canards Illimités Canada).....	192
Photo 60 Des espèces uniques à l'estuaire ou au golfe du Saint-Laurent : A) aster du golfe du Saint-Laurent (Alain Richard, Attention Fragîles); B) cicutaire de Victorin (Francis Boudreau, MDDELCC); C) gentianopsis de Victorin (Audrey Lachance).....	197
Photo 61 Des espèces menacées dont les populations ne se trouvent qu'à un seul endroit au Québec : A) orge des prés (Francis Boudreau, MDDELCC); B) jonc à tépales acuminés (Frédéric Coursol) .....	198
Photo 62 Des espèces rares au Québec, dont la présence dépend de facteurs naturels particuliers : A) aster d'Anticosti (Jean Gagnon, MDDELCC); B) carmantine d'Amérique (Eco Nature); C) carex faux-lupulina (Vincent Piché, MDDELCC) .....	199
Photo 63 Le chardon écailleux (Jacques Labrecque, MDDELCC).....	201

Photo 64 Des espèces de tourbière dont la situation précaire serait attribuable au drainage et à l'exploitation de la tourbe : A) Gaylussaquier de Bigelow (Francis Boudreau, MDDELCC); B) listère australe (Pierre Petitclerc, MDDELCC); C) valériane des tourbières .....	202
Photo 65 L'arisème dragon, une espèce menacée par l'érosion des berges du Saint Laurent (Norman Dignard, MFFP).....	202
Photo 66 Destruction de l'habitat de l'ériocaulon de Parker sur les rives du Saint Laurent, à Batiscan, en Mauricie (Line Couillard, MDDELCC).....	203
Photo 67 Des espèces exotiques envahissantes introduites volontairement dans les jardins d'eau : A) hydrocharide grenouillette (Isabelle Simard, MDDELCC); B) myriophylle à épi .....	204
Photo 68 Larve d'insecte de l'ordre des plécoptères (famille : Perlidae), dont les espèces sont sensibles à la pollution (Julie Moisan, MDDELCC).....	206
Photo 69 Deux espèces en situation précaire au Québec : A) obovarie olivâtre (Annie Paquet, MFFP); B) potamile ailé (Annie Paquet, MFFP) .....	208
Photo 70 Mulette-perlière de l'Est dans un secteur dégradé de la rivière Etchemin, en Chaudière-Appalaches (Annie Paquet, MFFP) .....	209
Photo 71 Mortalité massive de mulettes dans le Saint-Laurent, au lac Saint-Pierre, à l'été 2012 (Annie Paquet, MFFP).....	210
Photo 72 La lamspile cordiforme, une mulette indigène présente dans le Saint Laurent et infestée par des moules zébrées et quaggas (Annie Paquet, MFFP) .....	210
Photo 73 Le chevalier cuivré (Nathalie Vachon, MFFP) .....	213
Photo 74 Le gobie à taches noires, une menace potentielle pour le dard de sable (Donna Francis, MDDELCC) .....	214
Photo 75 La salamandre sombre des montagnes (David Rodrigue) .....	222
Photo 76 Trois espèces de tortues menacées au Québec : A) tortue mouchetée (Caroline Gagné, Conservation de la nature); B) tortue-molle à épines (Claude Daigle, MFFP); C) tortue musquée (Sylvain Giguère, EC).....	223
Photo 77 La tortue luth (Louisabelle Gagnon) .....	224
Photo 78 Des espèces aux effectifs croissants : A) oie des neiges (Manon Bernard, MDDELCC); B) bernache du Canada (Hélène Tremblay, MDDELCC); C) canard noir (Jonathan Gagnon, MDDELCC); D) canard colvert (Caroline Anderson, MDDELCC).....	225
Photo 79 Le grand héron (Manon Bernard, MDDELCC) .....	226
Photo 80 A) petit blongios (Isabelle Paré, MDDELCC); B) râle jaune (Larry Master) .....	228
Photo 81 La sterne caspienne .....	228
Photo 82 Fous de Bassan de la colonie de l'île Bonaventure .....	229

Photo 83 L'ours blanc (© 2009, Corinne Pomerleau, Le monde en images, CCDMD).....	231
Photo 84 Deux espèces de phoques résidant à l'année dans le Saint-Laurent : A) phoque commun (Fred Klus); B) phoque gris (Jean-Louis Provencher, Parcs Canada) .....	232
Photo 85 Le béluga, un résident permanent du Saint-Laurent.....	233
Photo 86 Pêche récréative au saumon sur la rivière Dartmouth, en Gaspésie .....	239
Photo 87 Chasse à la sauvagine.....	240
Photo 88 Myriophylle à épi .....	244
Photo 89 Châtaigne d'eau .....	245
Photo 90 Échantillonnage de benthos dans la rivière des Perdrix.....	247
Photo 91 Protection juridique des espèces désignées menacées ou vulnérables.....	252
Photo 92 Châtaigne d'eau .....	254
Photo 93 Réintroduction du bar rayé dans le Saint-Laurent (MFFP) .....	255
Photo 94 Végétalisation avec l'élyme des sables dans le Bas-Saint-Laurent .....	255

# Un rapport en appui à la GIRE

- Une loi qui confirme que l'eau fait partie du patrimoine collectif des Québécois
- Un mode de gouvernance qui interpelle l'ensemble de la population
- Un rapport pour une meilleure connaissance de l'eau et des écosystèmes aquatiques
- En savoir plus
- [Références](#)

Avec ses nombreux lacs, ses innombrables ruisseaux et rivières, le Saint-Laurent, son fleuve long de 1 780 km<sup>1</sup>, et ses nombreux milieux humides, le Québec jouit d'un imposant réseau d'écosystèmes aquatiques renfermant plusieurs formes de vie, tant animale que végétale. Ces écosystèmes nous procurent de nombreux bienfaits, tous les jours, gratuitement et sans qu'on s'en rende compte.

Parmi ces bienfaits, certains sont directement liés à l'usage quotidien que nous faisons de l'eau et des écosystèmes aquatiques et humides : approvisionnement en eau potable, nourriture, divertissement, paysages et déplacements. Par conséquent, notre bien-être est susceptible d'être directement touché par la dégradation des écosystèmes aquatiques et humides; notre santé, notre sécurité, notre mode de vie et même notre économie dépendent de la santé de ces écosystèmes. L'eau et les écosystèmes aquatiques sont donc des ressources collectives inestimables que nous avons tous le devoir de préserver.



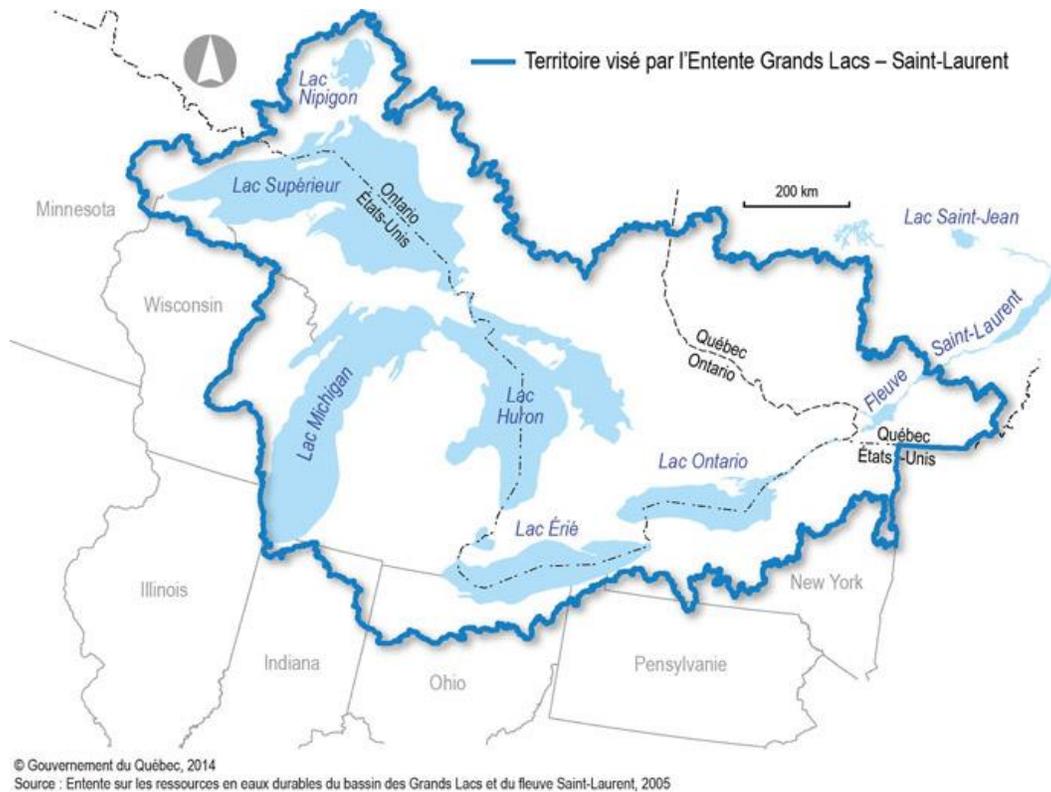
Pierre Leclerc / Shutterstock.com

## Une loi qui confirme que l'eau fait partie du patrimoine collectif des Québécois

Adoptée en 2009, la Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à renforcer leur protection, communément appelée « Loi sur l'eau », vient confirmer que les ressources en eau font partie du patrimoine de la collectivité et que l'État en est le gardien, au bénéfice des générations actuelles et futures. Elle s'inscrit dans la continuité de la Politique nationale de l'eau adoptée par le gouvernement du Québec en 2002 et dans laquelle l'importance de reconnaître l'eau comme patrimoine collectif des Québécois est soulignée.

Grâce à cette loi, le Québec confirme, notamment, son intention de mettre en œuvre les dispositions de l'Entente sur les ressources en eaux durables du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent, signée en 2005 par le Québec, l'Ontario et les huit États américains riverains des Grands Lacs. Cette entente fait notamment suite aux inquiétudes suscitées depuis longtemps par certains projets d'exportation de grandes quantités d'eau hors du bassin des Grands Lacs. Avec cette entente, les provinces et les États signataires ont le devoir d'assurer la conservation des eaux du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent au bénéfice des générations

futures, notamment, en interdisant les transferts d'eau hors du bassin, sauf dans des cas d'exception prévus dans l'Entente et strictement encadrés, ainsi qu'en favorisant une gestion intégrée des eaux de ce vaste territoire par des règles communes de décision (Carte 1). Au Québec, la Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à renforcer leur protection confirme ces mesures en les étendant à l'ensemble du territoire québécois.



**Carte 1** Territoire visé par l'Entente sur les ressources en eaux durables du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent<sup>2</sup>

Cette loi prévoit également la mise en œuvre d'un nouveau régime d'autorisation des prélèvements d'eau, lequel renforcera la protection de la ressource. Ce nouveau régime permettra de satisfaire en priorité les besoins en eau de la population et de concilier ensuite les besoins des écosystèmes et des activités à caractère économique.

Enfin, la Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à renforcer leur protection définit des règles de gouvernance de l'eau fondées sur une gestion intégrée et concertée, et ce, à l'échelle des bassins versants du Québec méridional et du Saint-Laurent.

Avec toutes ces mesures, cette loi constitue une étape marquante dans la modernisation de la gouvernance de l'eau au Québec.

## Un mode de gouvernance qui interpelle l'ensemble de la population

Au Canada, la gestion des ressources naturelles, y compris celle de l'eau, est une compétence des provinces. Le Québec assume donc l'encadrement légal des différentes activités liées à l'eau et aux écosystèmes aquatiques sur son territoire. C'est ainsi qu'un ensemble de lois et de règlements destinés à assurer la conservation de l'eau et des écosystèmes aquatiques a été adopté au fil des années.

Au gouvernement du Québec, c'est le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) qui assume le rôle central en matière de gestion de l'eau et des écosystèmes aquatiques. En collaboration avec les autres ministères et organismes gouvernementaux, le MDDELCC élabore et met en œuvre des politiques, des stratégies, des lois, des règlements et des programmes visant à assurer la protection, la restauration et la mise en valeur durable de l'eau et des écosystèmes aquatiques. Ces outils administratifs et légaux concernent surtout la protection de la qualité de l'eau des écosystèmes aquatiques et des nappes d'eau souterraine, le maintien ou l'amélioration de la qualité de l'eau potable, la conservation de la biodiversité et l'adaptation aux changements climatiques.

Les municipalités ont également un rôle important à jouer, notamment dans la gestion des cours d'eau municipaux, dans la protection des rives, du littoral et des plaines inondables, dans l'assainissement des rejets d'eaux usées municipales, dans le contrôle des systèmes de traitement d'eaux usées des résidences isolées et dans la production et la distribution de l'eau potable. Le gouvernement du Québec s'est assuré que les municipalités disposent des compétences légales nécessaires pour agir dans ces domaines, tout en respectant les normes et exigences édictées par le gouvernement du Québec.

Certaines responsabilités exercées par le gouvernement fédéral ont des incidences indirectes sur l'eau, notamment la gestion des eaux navigables et des pêches. Aussi, le gouvernement fédéral est plus directement impliqué dans la gestion de l'eau sur les terres fédérales, par exemple dans les parcs nationaux, et dans celle des eaux situées le long de la frontière entre le Canada et les États-Unis, dans le cadre du Traité relatif aux eaux limitrophes de 1909.

Enfin, comme plusieurs autres États, le Québec a convenu de gérer l'eau et les écosystèmes aquatiques de façon intégrée, en favorisant la participation et la concertation des divers intervenants gouvernementaux et non gouvernementaux impliqués dans la gestion de l'eau. La gestion intégrée des ressources en eau, aussi appelée « GIRE », est une approche qui favorise une meilleure utilisation des ressources en eau et la protection des écosystèmes aquatiques et riverains tout en assurant le développement économique et social, et ce, tant à l'échelle locale et régionale qu'à l'échelle nationale et internationale<sup>3</sup>.

### La GIRE à l'échelle locale et régionale

À l'échelle locale et régionale, le Québec a instauré le processus de gestion intégrée des ressources en eau dans les bassins versants du Québec méridional et sur le Saint-Laurent lui-même. À cette échelle, la GIRE s'appuie sur la participation volontaire et sur la concertation des

usagers de l'eau pour concilier les divers intérêts et les diverses préoccupations à l'égard des ressources en eau et des écosystèmes aquatiques sur les territoires concernés.

Ainsi, le sud du Québec est découpé en 52 zones de gestion intégrée de l'eau (ZGIE). Dans chacun de ces territoires, un organisme reconnu assure la concertation des usagers de l'eau afin d'établir une vision commune du devenir de leur territoire et d'harmoniser leurs actions. Ainsi, les représentants des secteurs municipal, autochtone, économique, communautaire et environnemental ainsi que les conseillers gouvernementaux sont invités à participer à l'élaboration de cette vision commune de la gestion de leur territoire.

- Dans le Québec méridional, 40 organismes de bassin versant (OBV) sont chargés d'instaurer une gestion de l'eau par bassin versant à l'intérieur de leur zone de gestion ([Carte 2 Zones de gestion intégrée de l'eau au Québec<sup>4</sup>](#));
- Dans le tronçon fluvial, soit l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent, 12 tables de concertation régionales (TCR) seront mises sur pied de manière progressive ([Carte 2 Zones de gestion intégrée de l'eau au Québec<sup>4</sup>](#)). Leur mission consistera à mettre en œuvre la gestion intégrée du Saint-Laurent dans leur zone de gestion. À ce jour, trois TCR ont commencé leurs activités dans les zones Lac Saint-Pierre, Québec et Sud de l'estuaire moyen.

Dans le cadre de cette démarche de concertation, les OBV doivent produire un plan directeur de l'eau (PDE) et les TCR doivent élaborer un plan de gestion intégrée régional (PGIR). Ces documents rassemblent l'information nécessaire à la compréhension des problématiques et des enjeux associés à la zone de gestion concernée. Il définit des priorités et des actions à entreprendre, notamment en matière de protection, de restauration et de mise en valeur des ressources en eau. Les OBV et les TCR ont, entre autres, la responsabilité de promouvoir la mise en œuvre de ces documents de planification auprès des acteurs de la zone et d'en assurer le suivi.

Le gouvernement du Québec soutient financièrement et techniquement les OBV et les TCR dans l'accomplissement de leur mandat.

## La GIRE à l'échelle nationale et internationale

À l'échelle nationale, la cohérence de l'action gouvernementale est notamment assurée par le Comité interministériel pour la gestion intégrée de l'eau (CIGIE), dont la présidence est assumée par le MDDELCC.

Sur le territoire canadien, le Québec exerce pleinement ses pouvoirs dans le cadre d'ententes avec le gouvernement fédéral, notamment l'Entente Canada-Québec sur le Saint-Laurent 2011-2026 qui prévoit, entre autres, la mise en œuvre progressive de la gestion intégrée du Saint-Laurent (GISL). Conformément à cette entente, un forum est organisé conjointement par les deux gouvernements chaque année. Ces forums d'échange et de concertation permettent de débattre des enjeux transversaux concernant le Saint-Laurent et de partager de l'information, des idées et des solutions concernant ces enjeux. Au terme de ces forums, des orientations communes sont dégagées afin d'assurer une appropriation et une prise en charge cohérente des problématiques soulevées par l'ensemble des intervenants concernés.

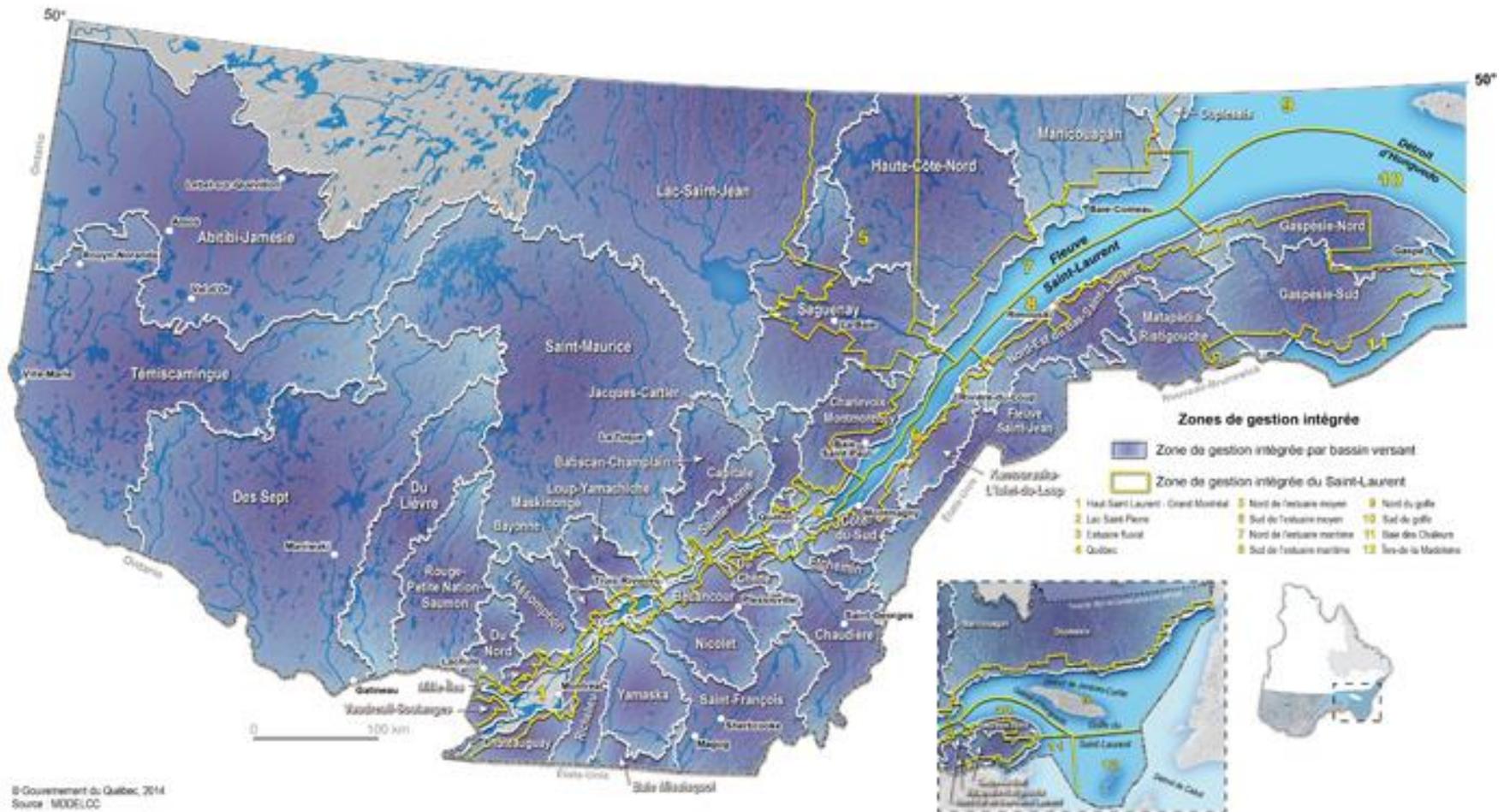
Par ailleurs, le Québec est signataire de la Convention relative à la régularisation du bassin versant de la rivière des Outaouais avec le gouvernement fédéral et l'Ontario. La Commission de planification de la régularisation de la rivière des Outaouais est l'organisme de mise en œuvre de la gestion intégrée des barrages de cette rivière pour des raisons de sécurité et de protection des intérêts des utilisateurs de l'eau.

Sur le plan international, le Québec exerce son action au sein d'organisations particulières, notamment comme membre associé à la Commission des Grands Lacs et au Conseil des gouverneurs des Grands Lacs. La Commission des Grands Lacs a le mandat de promouvoir et de mettre en valeur le bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent, et ce, tant sur le plan environnemental qu'économique. Le Conseil des gouverneurs a pour objectif de défendre les intérêts du bassin des Grands Lacs dans plusieurs domaines de développement économique ou durable, notamment la conservation de l'eau.

Le Québec est également signataire de plusieurs ententes avec les États américains voisins relativement à plusieurs bassins versants transfrontaliers. Ces ententes visent à des degrés divers la mise sur pied de processus de concertation ou même de normes communes dans une optique de gestion intégrée des ressources en eau. Parmi ces ententes, notons les suivantes :

- l'Entente sur les ressources en eaux durables du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent entre les gouvernements du Québec, de l'Ontario et des huit États américains des Grands Lacs. Cette entente vise, comme il a été mentionné précédemment, à conserver les eaux du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent au bénéfice des générations futures;
- l'Entente de coopération en matière d'environnement relativement à la gestion du lac Champlain entre le gouvernement du Québec, l'État du Vermont et l'État de New York. Cette entente vise à assurer une coopération étroite entre les signataires relativement à l'échange d'information, à la recherche, à la planification de la gestion, à la protection et à la mise en valeur du lac Champlain. Le Québec est membre du comité directeur de mise en valeur du bassin du lac Champlain (Lake Champlain Basin Program);
- l'Entente de coopération en matière d'environnement relativement à la gestion des eaux du lac Memphrémagog et de son bassin hydrographique entre le gouvernement du Québec et le gouvernement de l'État du Vermont. Cette entente vise à renforcer la coopération relativement à la gestion des eaux et à la qualité de l'environnement dans le bassin du lac Memphrémagog.

Enfin, dans plusieurs dossiers, le gouvernement du Québec fait valoir ses intérêts auprès de la Commission mixte internationale (CMI). Cet organisme-conseil canado-américain est issu du Traité relatif aux eaux limitrophes de 1909. Il a été créé pour prévenir et résoudre les différends concernant l'utilisation des eaux que se partagent le Canada et les États-Unis. La CMI répond régulièrement à des demandes des deux gouvernements fédéraux et recommande des solutions à des problèmes transfrontaliers environnementaux ou à des problèmes relatifs aux usages.



Carte 2 Zones de gestion intégrée de l'eau au Québec<sup>4</sup>

Le Québec est très présent dans les discussions avec cet organisme relativement à certains enjeux qui le concernent de près, comme la réforme du mode de régularisation des débits et des niveaux d'eau entre le lac Ontario et le fleuve Saint-Laurent. En effet, la CMI est responsable de formuler les exigences pour la gestion du barrage international Moses-Saunders, à Cornwall, en Ontario, qui contrôle le débit des eaux des Grands Lacs qui s'écoulent vers le fleuve Saint-Laurent.

## **Un rapport pour une meilleure connaissance de l'eau et des écosystèmes aquatiques**

La Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à renforcer leur protection officialise la création du Bureau des connaissances sur l'eau au MDDELCC. Cette entité se voit notamment confier le mandat de produire et de transmettre au ministre, tous les cinq ans, un rapport sur l'état de l'eau et des écosystèmes aquatiques au Québec. Le gouvernement du Québec doit donc rendre des comptes à la population québécoise sur l'état de l'eau et des écosystèmes aquatiques ainsi que sur les pressions qui expliquent cet état. Il doit également expliquer ce que fait notre société à cet égard.

Le rapport sur l'état de l'eau et des écosystèmes aquatiques au Québec s'adresse à tous, mais plus particulièrement aux personnes et aux groupes intéressés et concernés par l'eau, soit :

- les utilisateurs de l'eau et les citoyens préoccupés par la gestion, la protection, la restauration ou la mise en valeur de l'eau et des écosystèmes aquatiques;
- les organisations gouvernementales et non gouvernementales, les établissements d'enseignement et de recherche ou tout groupe dont la mission, les fonctions ou les activités touchent en totalité ou en partie le domaine de l'eau;
- les décideurs, c'est-à-dire les ministères, les municipalités et les communautés autochtones.

Le rapport vise à recueillir l'information disponible sur l'eau et sur les écosystèmes aquatiques afin de dresser un portrait général de la situation tous les cinq ans. Ainsi, une meilleure connaissance de l'eau et des écosystèmes aquatiques favorisera une meilleure définition des orientations de la GIRE, un suivi rigoureux de ces orientations et une prise de décision éclairée en la matière.

## **L'approche privilégiée pour la première édition**

Aucun bilan global sur l'eau et les écosystèmes aquatiques à l'échelle du Québec n'a été réalisé jusqu'à ce jour. Les études abordent souvent un thème en particulier, comme celui de la qualité de l'eau, des eaux usées, de la flore ou de la faune. Avec ce rapport, le gouvernement du Québec démontre son souci de produire des bilans globaux, en abordant dans un même document tous les éléments liés à l'eau et aux écosystèmes aquatiques.

La démonstration des interactions entre ces éléments se traduit, lorsque cela est possible, par l'explication des liens de type « pression-état-réponse ». Concrètement, diverses pressions agissent sur l'eau et les écosystèmes aquatiques, influençant l'état de santé de ces milieux. Cet

état de santé, bon ou mauvais, influence à son tour le bien-être de la population et l'intégrité des écosystèmes. Comme société, nous mettons alors en œuvre des actions, nous trouvons des solutions et nous intervenons là où il est prioritaire de le faire : ce sont en quelque sorte les réponses de la société aux problématiques soulevées. Ces réponses viendront, à leur tour, moduler les pressions qui agissent sur l'eau et les écosystèmes aquatiques. Cette approche permet donc de mettre en lumière l'interrelation entre les trois sphères du développement durable : l'économie, l'environnement et la société. En adoptant l'approche pression-état-réponse privilégiée par l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) depuis les années 1990, le gouvernement du Québec fait le choix de mieux comprendre ce qui se passe pour mieux orienter les décisions collectives.

### **Le choix des contenus**

La production du rapport repose sur la recherche de l'information existante et aisément accessible ainsi que sur la consultation d'experts dans les différents domaines concernés. Les éléments de contenu du rapport ont été sélectionnés en tenant compte des principales préoccupations des ministères impliqués dans la GIRE et des grandes problématiques soulevées dans plusieurs documents touchant le domaine de l'eau, notamment les lois, les ententes, les politiques – dont la Politique nationale de l'eau –, les stratégies, le Portrait global de l'état du Saint-Laurent et les plans directeurs de l'eau.

Les contenus présentés se veulent, le plus possible, une synthèse des connaissances rapportées dans les portraits, les bilans ou les rapports thématiques disponibles au moment de la rédaction des textes. Le rapport étant disponible en format électronique, des hyperliens permettent au lecteur d'accéder, s'il le souhaite, à ces documents plus détaillés. Une mise à jour rapide de l'information présentée dans le rapport pourra également être faite, si nécessaire.

### **Une équipe de production interministérielle et multidisciplinaire**

La production de ce rapport est un projet gouvernemental réalisé dans un contexte de partenariat interministériel, sous la responsabilité du MDDELCC. Le Bureau des connaissances sur l'eau du MDDELCC est le coordonnateur de ce projet et, à ce titre, il a fait appel aux organisations qui détenaient les données, l'information et les connaissances nécessaires à la production du rapport. Les principaux ministères concernés par la gestion intégrée des ressources en eau ont donc été appelés à y contribuer, notamment :

- le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC);
- le ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire (MAMOT);
- le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ);
- le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP);
- le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS);
- le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN);

- le ministère de la Sécurité publique (MSP);
- le ministère des Transports du Québec (MTQ);
- le ministère du Conseil exécutif (MCE), plus particulièrement le Secrétariat aux affaires autochtones (SAA).

La production de la première édition de ce rapport a été possible grâce aux efforts d'une équipe composée de plus de 150 personnes. Les principaux collaborateurs sont les suivants :

### **Direction**

Marcel Gaucher, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

### **Comité directeur interministériel**

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

Patrick Beauchesne, Normand Boulianne, Hélène Proteau, Yves Rochon, Linda Tapin, Édith Tremblay

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

JessyDynes

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

Vincent Moffet

Ministère de la Santé et des Services sociaux

Marion Schnebelen

Ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire

Steve Turgeon

### **Coordination**

Hélène Massé, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

### **Groupe de travail interministériel**

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

Daniel Blais, Édith Bourque, Diane Myrand, Jean Francoeur, Serge Hébert, Hélène Massé, Caroline Robert, Louis Roy

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Julien April

Institut national de santé publique du Québec

Céline Campagna

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

Gino Lévesque

Ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire

Steve Turgeon

Équipe de rédaction

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

Céline Doré, Julie Gauthier, Élise Larivière, Hélène Massé, Mireille Sager

### **Remerciements pour leur contribution à la rédaction**

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

Adeline Bazoge, David Berryman, Nathalie Bourbonnais, Francis Bourret, Marc Duchemin, Jérôme Faivre, Marie-Hélène Gaudreault, Isabelle Giroux, Serge Hébert, Louis-Alexandre Jacques, Denis Laliberté, Simon Magnan, Claire Michaud, Diane Myrand, Lyne Pelletier, Yvon Richard, Louis Roy, Isabelle Simard

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Julien April, Isabelle Desjardins, Yves Paradis

Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec

Madeleine Nadeau

### **Autres collaborateurs**

Nous tenons aussi à remercier toutes les autres personnes impliquées dans la production de la première édition du rapport. Selon le cas, cette collaboration a pris la forme d'un partage d'expertise, de données, d'informations ou de connaissances pertinentes ainsi que d'une implication dans la production et la validation des textes.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

Nathalie Arpin, Rodolph Balej, Christian Balg, Marc-Oliver Bédard, Paula Bergeron, Nancy Bernier, Mario Bérubé (DSÉE), Félix-Antoine Blanchard, Nancy Blanchette, Jean-Denis Bouchard, Danielle Boulanger, Nathalie Bourbonnais, Anouka Bolduc, Francis Bourret, Cécile Chatelas, Francis Chénard, Sylvain Chouinard, Benoit Cliche, Marie-Josée Côté, Line Couillard, Jean-François Cyr, Jean-Thomas Denault, Daniel Drolet, Sonia Duchesne, Isabelle Falardeau, Mona Frenette, Christine Gélinas, Martine Gélinau, Isabelle Giroux, François Godin, Anne Gillespie,

Louis-Alexandre Jacques, Martin Joly, Carole Jutras, Simon Lachance-Cloutier, Nathalie Lafontaine, Denis Laliberté, Yves Laporte, Éric Larivée, Bernard Lavallée, Véronique Lavoie, Denis Martel, Julie Moisan, Michel Morency, Françoise Mougeat, Michel Ouellet (DGPE), Francis Perron, Jacques Perron, Charles Poirier, Claire Poulin, Jean-François Ricard, Simon Ricard, Yvon Richard, Ernest Rickli, Patricia Robitaille, Julie Rochefort, Normand Rousseau, Nadine Roy, Nicolas Roy, Marie-Christine Saulnier, Isabelle Simard, Pierre-Yves St-Louis, Simon Théberge, Richard Turcotte (CEHQ), Martin Turgeon et Michel Vallière

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

Mathieu Dandurand, Meggie Desnoyers, Linda Guy, Nezha Hayani, Denis Lacerte, Jean-Michel Poulin, Claude Soucy, Pierre-Antoine Thériault et Michel Riendeau

Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles

Louis Bienvenu

Ministère de la Santé et des Services sociaux

Maggy Rousseau et Guy Sanfaçon

Institut national de santé publique du Québec

Geneviève Brisson, Denis Gauvin, Pierre Gosselin, Claire Laliberté, Patrick Levallois et Benoît Lévesque

Ministère de la Sécurité publique

Josée Desgagné et Pascal Marceau

Ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire

Marie-Lise Côté, Juan-Felipe Hoyos et Jean Marrier

Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Martin Arvisais, Jean-François Bergeron, Catherine Brisson-Bonenfant, Marc-Antoine Couillard, Nathalie Desrosiers, Maryse Dubé, Yohann Dubois, Isabelle Gauthier, Jacques Jutras, Michel Legault, Frédéric Lelièvre, Annie Paquet, Daniel Pouliot, Isabel Thibault, Audrey Turcotte, Guy Verreault et Normand Villeneuve

Ministère des Transports du Québec

Mathieu Chabot-Morel et Michel Michaud

Ministère du Conseil exécutif – Secrétariat aux affaires autochtones

Aurélié Couture-Boissinot

Ouranos

Jean-Pierre Savard

Environnement Canada

Daniel Bordage, André Bouchard, Suzanne Couture, Mark Dionne, Guy Létourneau, Magella Pelletier, Jean-François Rail, Myriam Rondeau, Caroline Savage, Julie Savaria et Josée Tardif

Pêches et Océans Canada

Véronique Lesage et Michel Starr

Université du Québec à Rimouski

Pascal Bernatchez, Susan Drejza, Steve Dugas, Christian Fraser et Chantal Quintin

### **Révision linguistique**

Chrystiane Harnois, Traduction Atout

Sylvain Dumont, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

### **Cartographie et graphisme**

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

Yves Lachance, Sophie Benoît

### **Conception et réalisation du site Web**

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

Mario Bolduc, Stéphane Cantin, Manon Galerneau, Hélène Massé, Geneviève Robert, Mireille Sager, Chantale Tremblay, Julie Tremblay, Sophie-Anne Tremblay

### **En savoir plus**

Cadre de référence à l'intention des organismes de bassin versant

[:http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/bassinversant/GIRE-cadre-reference.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/bassinversant/GIRE-cadre-reference.pdf)

Convention relative à la régularisation du bassin versant de la rivière des Outaouais :

<http://rivieredesoutaouais.ca/documents/agreement.pdf>

Commission des Grands Lacs : <http://www.glc.org/>

Commission mixte internationale : <http://www.ijc.org/fr/>

Entente de coopération en matière d'environnement relativement à la gestion du lac Champlain

[:http://www.mrifce.gouv.qc.ca/content/documents/fr/ententes/2010-03.pdf](http://www.mrifce.gouv.qc.ca/content/documents/fr/ententes/2010-03.pdf)

Entente de coopération en matière d'environnement relativement à la gestion des eaux du lac Memphrémagog et de son bassin hydrographique

[:http://www.mrifce.gouv.qc.ca/content/documents/fr/ententes/2003-18.pdf](http://www.mrifce.gouv.qc.ca/content/documents/fr/ententes/2003-18.pdf)

Entente sur les ressources en eaux durables du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-

Laurent : [:http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/grandslacs/2005/index.htm](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/grandslacs/2005/index.htm)

Entente-cadre Canada-Québec sur le Saint-Laurent 2011-2026

[:http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/site\\_documents/documents/Documents\\_Entente/Entente\\_final\\_fr.pdf](http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/site_documents/documents/Documents_Entente/Entente_final_fr.pdf)

Loi et règlements du Canada : <http://laws-lois.justice.gc.ca/fra/>

Lois et règlements du Québec

[:http://www3.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/loisreglements.fr.html](http://www3.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/loisreglements.fr.html)

Plan d'action Saint-Laurent 2011-2026 : <http://planstlaurent.qc.ca/>

Politique nationale de l'eau : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/politique/index.htm>

Portrait global de l'état du Saint-Laurent 2008

[:http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/publications/portrait/portrait\\_global\\_2008\\_f.pdf](http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/publications/portrait/portrait_global_2008_f.pdf)

# Le portrait du Québec aquatique

Le Québec est un vaste territoire, dont 22 % est recouvert d'eau. Avec plus de trois millions de plans d'eau douce, dont quelques lacs immenses, ses dizaines de milliers de rivières, son fleuve Saint-Laurent, ses eaux souterraines et ses milieux humides, le Québec bénéficie d'une richesse collective inestimable. Pour cette raison, le gouvernement du Québec s'est engagé à implanter un vaste réseau d'aires protégées pour assurer la protection du patrimoine naturel québécois, y compris celle d'une variété de paysages aquatiques.



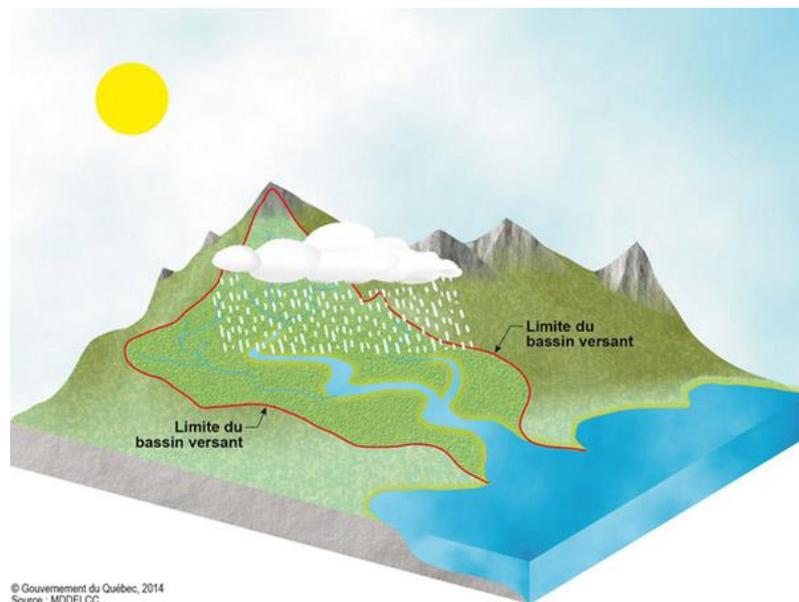
A) Olivier Juneau / Shutterstock.com; B) MDDELCC; C) Howard Sandler / Shutterstock.com; D) Vlad K. / Shutterstock.com

## De l'eau du nord au sud et d'est en ouest

- [Une abondance de lacs](#)
- [Des milliers de ruisseaux et de rivières](#)
- [Le Saint-Laurent : Un fleuve, un estuaire et un golfe](#)
- [Des eaux souterraines](#)
- [Des milieux humides](#)
- [Références](#)

Le Québec est un vaste territoire d'une superficie<sup>i</sup> de 1 667 712 km<sup>2</sup>, dont 22 % est recouvert d'eau<sup>1</sup>. L'eau circule à l'intérieur de territoires appelés bassins versants, délimités par les crêtes des montagnes, les collines ou les points hauts du relief (Figure 1). Ainsi, tel un récipient, le bassin versant collecte l'eau des précipitations. Une partie s'infiltré dans le sol et dans le roc alors que l'autre ruisselle à la surface, constituant un réseau de lacs et de cours d'eau appelé réseau hydrographique.

L'eau du réseau hydrographique du Québec alimente les sept principales masses d'eau qui entourent le territoire ([Carte 3 Les sept grands bassins versants du Québec<sup>2</sup>](#)). Globalement, l'eau de 39 % de la superficie du Québec est drainée vers la baie James et la baie d'Hudson, 23 %, vers la baie d'Ungava, 13 %, vers la portion fluviale du Saint-Laurent et 23 %, vers la portion estuarienne et marine du Saint-Laurent, en aval de l'île d'Orléans. Le dernier 2 % rejoint la baie des Chaleurs, la baie de Fundy ainsi que la mer du Labrador<sup>2</sup>.



## Une abondance de lacs

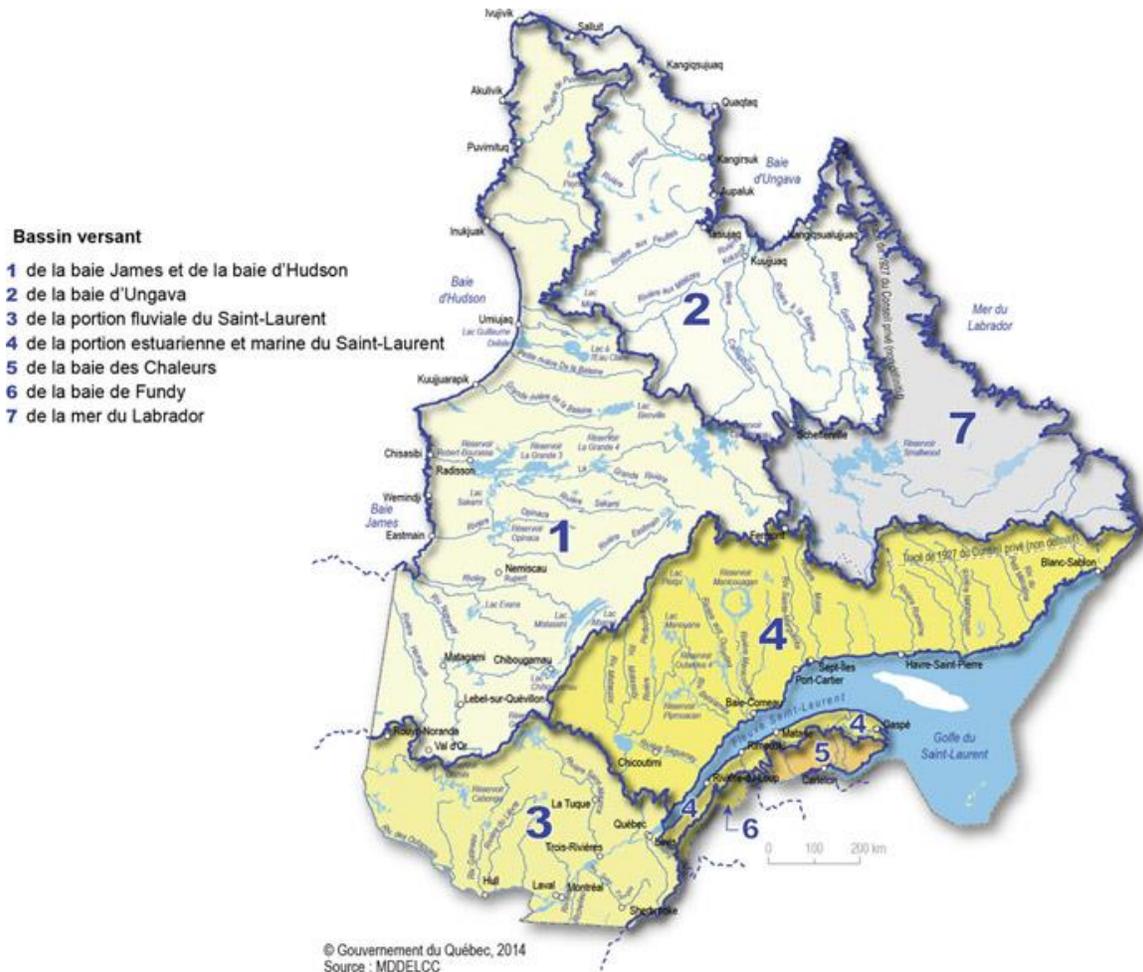
Le Québec possède sur son territoire près de 3,6 millions de plans d'eau douce couvrant une superficie de près de 207 500 km<sup>2(2)</sup>. Plusieurs de ces plans d'eau ne sont pas des lacs mais plutôt des étangs ou des mares.

De manière générale, un lac

**Figure 1** Le bassin versant

<sup>i</sup> Excluant la partie terre-neuvienne du Labrador selon le tracé de 1927 (non définitif). Cette superficie est obtenue à partir d'une compilation de données effectuée à des échelles de 1/20 000 et 1/50 000 dans la projection cartographique conique équivalente d'Albers et le système de référence géodésique NAD83.

se définit comme une masse d'eau dont l'écoulement est relativement stagnant et dont la taille est suffisante pour engendrer une stratification de ses eaux en différentes zones, chacune étant caractérisée par des processus distinctifs<sup>3</sup>. Or, cette information n'est pas répertoriée dans les bases de données disponibles actuellement, ce qui rend impossible le décompte précis des lacs du Québec.



**Carte 3** Les sept grands bassins versants du Québec<sup>2</sup>

Toutefois, selon l'information disponible, il est possible de constater que la forte majorité des plans d'eau identifiés, soit un peu plus de 97 %, sont de très petite taille (Tableau 1. Nombre de plans d'eau du Québec selon leur taille<sup>2</sup>). En effet, quelque 3 490 000 plans d'eau sont très petits, alors qu'une soixantaine seulement, des lacs ou des réservoirs, sont immenses. Le plus grand plan d'eau naturel de tous est le lac Mistassini, situé en Jamésie (Carte 3 et Photo 1). Sa superficie atteint 2 336 km<sup>2(4)</sup>, soit près de 4,5 fois l'île de Montréal, et sa longueur se compare à la distance séparant Montréal et Trois-Rivières. Les lacs immenses du Québec occupent de



**Photo 1** Lac Mistassini (Serge Alain, MFFP)

très grandes superficies. En effet, ceux-ci couvrent environ 33 500 km<sup>2</sup>, soit 16 % de la superficie totale des plans d'eau douce du Québec<sup>2</sup>.

**Tableau 1.** Nombre de plans d'eau du Québec selon leur taille<sup>2</sup>

Taille des plans d'eau	Nombre
Très petit (de 0 à 25 ha)	3 490 851
Petit (de 25 à 125 ha)	71 728
Moyen (de 125 à 625 ha)	15 842
Grand (de 625 à 3 125 ha)	2 693
Très grand (de 3 125 à 15 625 ha)	343
Immense (de 15 625 à 390 625 ha)	63

### Des milliers de ruisseaux et de rivières

Les ruisseaux et les rivières du Québec se comptent par dizaines de milliers. Parmi les grandes rivières, une douzaine draine des territoires d'une superficie de plus de 40 000 km<sup>2(2)</sup>. À elle seule, la Grande Rivière (Carte 3 Les sept grands bassins versants du Québec<sup>2</sup> et Photo 2), véritable fleuve du



Nord-du-Québec, recueille les eaux d'un dixième de la superficie du Québec<sup>2</sup>. Son bassin versant, de près de 175 000 km<sup>2(2)</sup>, équivaut à plus de 5,5 fois la superficie de la péninsule gaspésienne.

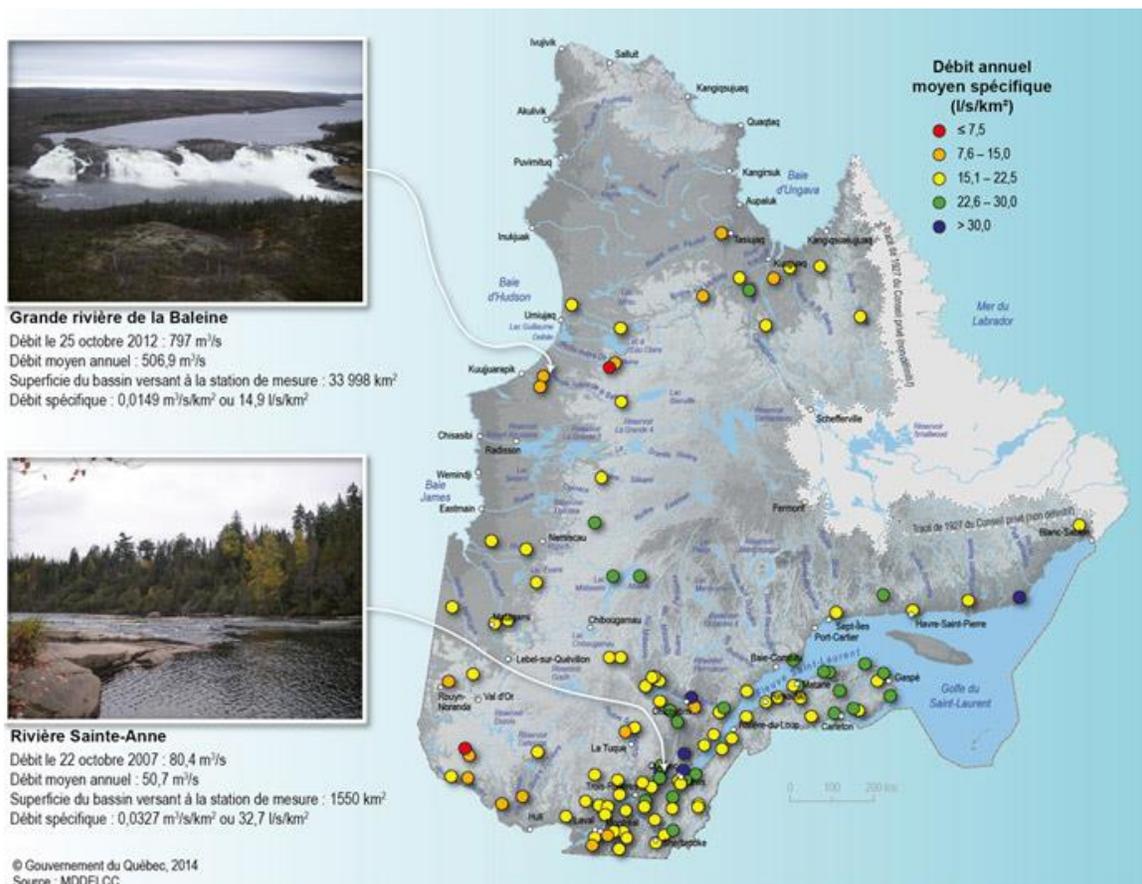
**Photo 2** La Grande Rivière (© 1987, Jean-Marie Dubois, Le monde en images, CCDMD)

### Des millions de kilomètres de rivières

Les cours d'eau forment au Québec un réseau de plusieurs millions de kilomètres. Mis bout à bout et en ne considérant que les cours d'eau situés dans la portion au sud du 52<sup>e</sup> parallèle, ils atteignent une longueur qui équivaut à environ 30 fois la circonférence de la terre à l'Équateur ou un peu plus de 3 fois la distance de la Terre à la lune<sup>2</sup>.

Au Québec, le volume moyen qui s'écoule dans l'année en un point donné, soit le débit moyen annuel, est fort variable d'une rivière à l'autre. Différentes stations hydrométriques réparties sur des cours d'eau dont les débits sont dits « naturels », c'est-à-dire très peu ou non influencés par des activités de régulation, révèlent des débits moyens variant entre 2,2 et 1 162 m<sup>3</sup>/s<sup>(5)</sup>. Ces débits moyens ont été calculés sur une période minimale de dix ans, entre 1970 et 2010.

En général, plus le bassin versant d'une rivière est grand, plus son débit est élevé. Cependant, étant donné que l'abondance des précipitations n'est pas uniforme sur le territoire, deux rivières ayant des bassins versants de superficies comparables peuvent avoir des débits différents, l'une bénéficiant de plus de précipitations dans son bassin versant que l'autre. Ainsi, pour faciliter la comparaison des rivières entre elles, le débit peut être normalisé selon l'aire du bassin versant. Les valeurs obtenues, appelées débits spécifiques, expriment donc le débit d'une rivière par kilomètre carré (Carte 4). En proportion de la superficie drainée, les débits moyens spécifiques des rivières au sud s'avèrent plus importants qu'au nord. Les précipitations plus abondantes sur le Québec méridional expliquent ce constat.



**Carte 4** Débit annuel moyen spécifique (l/s/km<sup>2</sup>) pour différentes stations du réseau hydrométrique québécois entre 1970 et 2010<sup>5</sup>

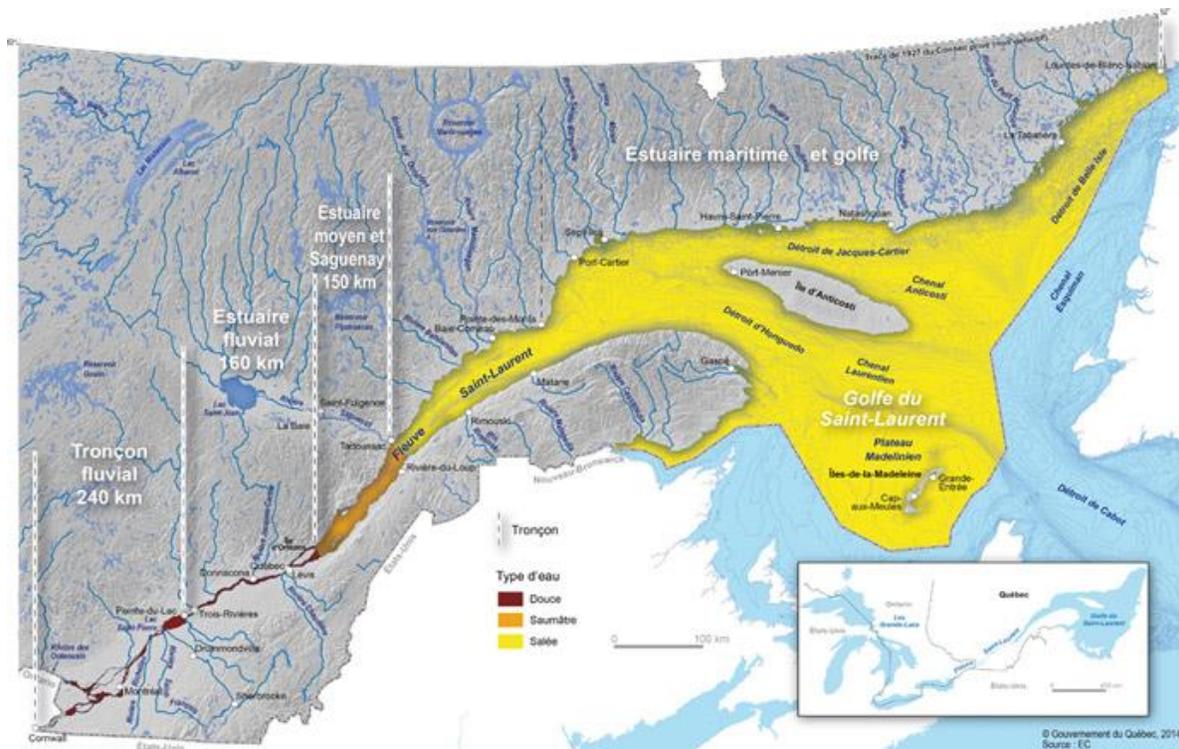
### Le Saint-Laurent : Un fleuve, un estuaire et un golfe

Le Saint-Laurent relie les Grands Lacs à l'océan Atlantique et reçoit les eaux de plus du tiers de l'ensemble du territoire québécois. De fleuve à la sortie des Grands Lacs, il devient un estuaire à

la hauteur de l'île d'Orléans. Il s'élargit ensuite à la hauteur de Pointe-des-Monts, à 1 780 km de sa source<sup>6</sup>, pour devenir un golfe, véritable mer intérieure d'environ 240 000 km<sup>2(7)</sup>, dont quelque 137 000 km<sup>2</sup> à l'intérieur des limites du Québec<sup>8</sup>.

D'amont en aval, le débit moyen du Saint-Laurent montre de grands écarts. Il se chiffre à 7 800 m<sup>3</sup>/s aux environs de Cornwall et grimpe à 16 800 m<sup>3</sup>/s à Baie-Comeau<sup>9</sup>, notamment en raison des apports d'eau provenant de ses principaux tributaires. L'important débit du Saint-Laurent le classe au premier rang des cours d'eau du Canada<sup>10</sup>, au troisième rang à l'échelle de l'Amérique du Nord et au sixième rang à l'échelle mondiale<sup>11</sup>.

Les débits, la force des courants, la salinité des eaux comme la hauteur des marées et des vagues ont permis de diviser le Saint-Laurent en quatre sections : le tronçon fluvial, l'estuaire fluvial, l'estuaire moyen et Saguenay et l'estuaire maritime et golfe (Carte 5).



Carte 5 Le Saint-Laurent<sup>6</sup>

Le **tronçon fluvial** reçoit deux principales masses d'eau douce : l'une provenant des Grands Lacs et l'autre de la rivière des Outaouais (Photo 3 Les trois lacs fluviaux du Saint-Laurent : A) lac Saint-François (Christine Lepage, EC); B) lac Saint-Louis (MDDELCC); C) lac Saint-Pierre (MFFP)). À la hauteur de Montréal, la première masse d'eau douce contribue en moyenne à 80 % des apports en eau du Saint-Laurent et la seconde, à 16 %<sup>12</sup>. En trois endroits de ce tronçon, le fleuve s'élargit pour former les lacs Saint-François, Saint-Louis et Saint-Pierre, entrecoupés par des zones de rapides. Par ailleurs, une centaine d'îles ponctuent le paysage entre Montréal et Sorel-Tracy.



**Photo 3** Les trois lacs fluviaux du Saint-Laurent : A) lac Saint-François (Christine Lepage, EC); B) lac Saint-Louis (MDDELCC); C) lac Saint-Pierre (MFFP)

L'**estuaire fluvial** présente également des eaux douces. Il débute à l'extrémité est du lac Saint-Pierre, là où les premiers effets des marées sont perceptibles. À la hauteur de Donnacona, près de Québec, la masse d'eau provenant des Grands Lacs et celles provenant de la rivière des Outaouais et des autres tributaires se mélangent sous l'effet dynamique de la marée. Aux quelques petites îles dispersées ici et là dans l'estuaire, s'ajoute une grande île d'importance, l'île d'Orléans, longue de 34 km<sup>13</sup>.

À la pointe est de l'île d'Orléans, lieu de rencontre des eaux douces et salées, débute la section de l'**estuaire moyen et Saguenay**. Elle compte une cinquantaine d'îles et d'îlots, dont quelques îles habitées, les plus importantes étant l'île aux Grues, l'île aux Coudres et l'île Verte. Soumise aux marées, cette portion du Saint-Laurent présente des eaux saumâtres et des courants de forte intensité. La remise en suspension des sédiments engendre une forte turbidité des eaux entre l'île d'Orléans et l'île aux Coudres.



**Photo 4** Embouchure du fjord du Saguenay (© 2006, Chantale Laberge, Le monde en image, CCDMD)

Le Saguenay correspond à une profonde entaille de près de 280 m de profondeur dans le socle rocheux<sup>14</sup>. Il forme ainsi un fjord, le plus au sud de l'Amérique du Nord. L'eau salée de l'estuaire du Saint-Laurent pénètre dans le fjord (Photo 4) et circule sous les eaux douces et relativement chaudes venant du bassin versant du Saguenay, dont celles du lac Saint-Jean.

La section de l'**estuaire maritime et golfe** commence à Tadoussac, à la tête du chenal Laurentien. Ce chenal forme une vallée sous-marine de 350 m de profondeur<sup>6</sup> qu'empruntent les eaux de l'Atlantique

pour parcourir le Saint-Laurent. Lorsque les eaux denses et froides de la couche profonde atteignent la tête du chenal, elles remontent et se mélangent aux eaux de surface. Ce phénomène de remontée d'eau profonde permet d'alimenter les eaux de surface en éléments nutritifs. À Pointe-des-Monts (Photo 5), soit 230 km en aval de Tadoussac, l'estuaire maritime s'élargit et devient le golfe du Saint-Laurent.



**Photo 5** Le Saint-Laurent s'élargit à la hauteur de Pointe-des-Monts (© 2014, Dan Bellemare, Le monde en images, CCDMD)

Le golfe présente une série de petits hauts fonds et de détroits profonds. En général, la profondeur du golfe varie entre 100 et 400 m, mais il dépasse rarement 70 m sur le plateau madelinien et atteint plus de 500 m aux environs du détroit de Cabot<sup>6</sup>. Plusieurs îles de grande superficie occupent ce territoire : l'archipel des îles de Mingan et de Sept-Îles, l'île Bonaventure et, comptant quelques villages, l'île d'Anticosti et les îles de la Madeleine.

Le golfe reçoit des eaux océaniques par les détroits de Belle-Isle et de Cabot. Les eaux froides et denses de l'Arctique arrivent dans le golfe par le courant du Labrador alors que et les eaux plus chaudes, en provenance de l'Atlantique, sont acheminées par le courant appelé Gulf Stream. Le golfe reçoit aussi les eaux du fleuve Saint-Laurent et de ses tributaires. Ces eaux de surface, plus douces et plus légères, longent la côte nord de la Gaspésie et forment un courant de surface appelé courant de Gaspé.

## Des eaux souterraines

L'eau souterraine est présente à peu près partout au Québec. Par contre, sa quantité n'est pas répartie également sur l'ensemble du territoire. Les formations géologiques ayant un potentiel d'emménagement pour notre approvisionnement se nomment « aquifères »<sup>15</sup>. Les aquifères constituent des réservoirs d'eau pouvant fournir des quantités d'eau douce appréciables à la population. Ils peuvent couvrir quelques hectares ou des milliers de kilomètres carrés de superficie et faire quelques mètres ou des centaines de mètres d'épaisseur.

Les deux principaux types d'aquifères au Québec sont les aquifères granulaires, composés surtout de sable et de graviers, et les aquifères rocheux, où l'eau occupe les zones de fractures ou de failles. Les sables et les graviers possèdent une grande porosité et une bonne perméabilité permettant à l'eau de s'accumuler plus facilement dans le sol. Ils forment ainsi de bons aquifères. Quant au potentiel des aquifères rocheux, il dépend de la densité et de la connectivité des fractures et des failles<sup>15</sup>. L'eau souterraine voit son volume renouvelé par les précipitations, sous forme de pluie ou de neige (Figure 2 Bilan hydrologique). Une partie importante des précipitations n'atteint cependant pas la nappe phréatique; elle ruisselle plutôt jusque dans les cours d'eau, s'évapore ou est captée par la végétation.

L'eau qui rejoint les aquifères en s'infiltrant dans le sol finit toujours par ressurgir à la surface en rejoignant les écosystèmes aquatiques et humides (Figure 2 Bilan hydrologique). Elle peut également ressurgir du sol en un point précis, hors de tout écosystème aquatique ou humide. Ce type de résurgence est communément appelé « source ». Ces apports d'eau souterraine contribuent au maintien de la santé des écosystèmes aquatiques et humides en préservant des habitats

essentiels aux espèces qui les composent. En effet, la dépendance des eaux de surface aux nappes d'eau souterraine est telle qu'en période d'étiage, le débit d'un cours d'eau est parfois alimenté en totalité par les apports souterrains.

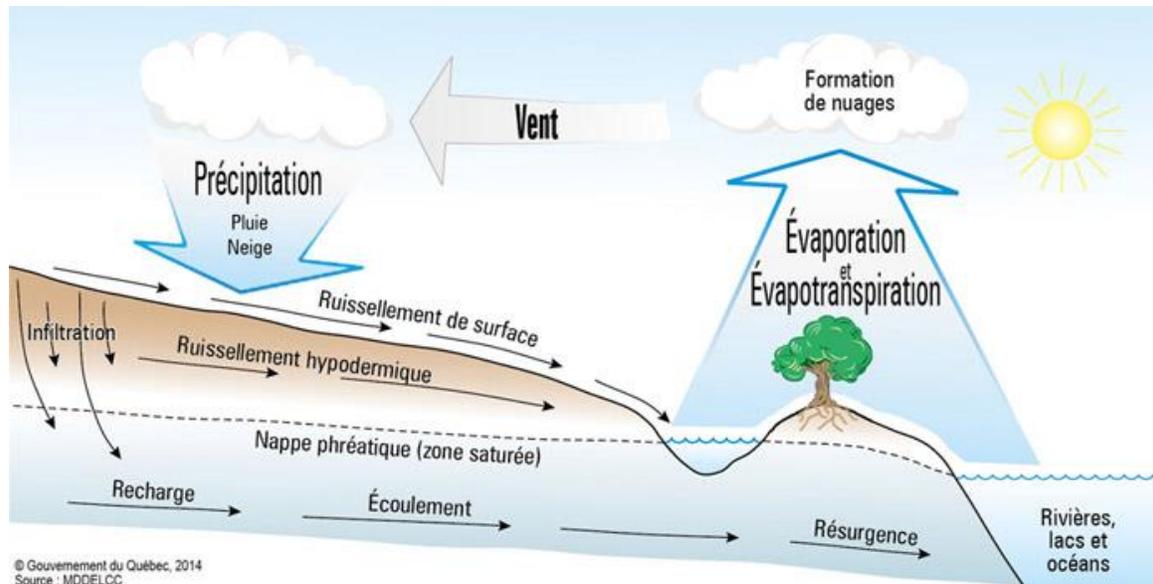


Figure 2 Bilan hydrologique

## Des milieux humides

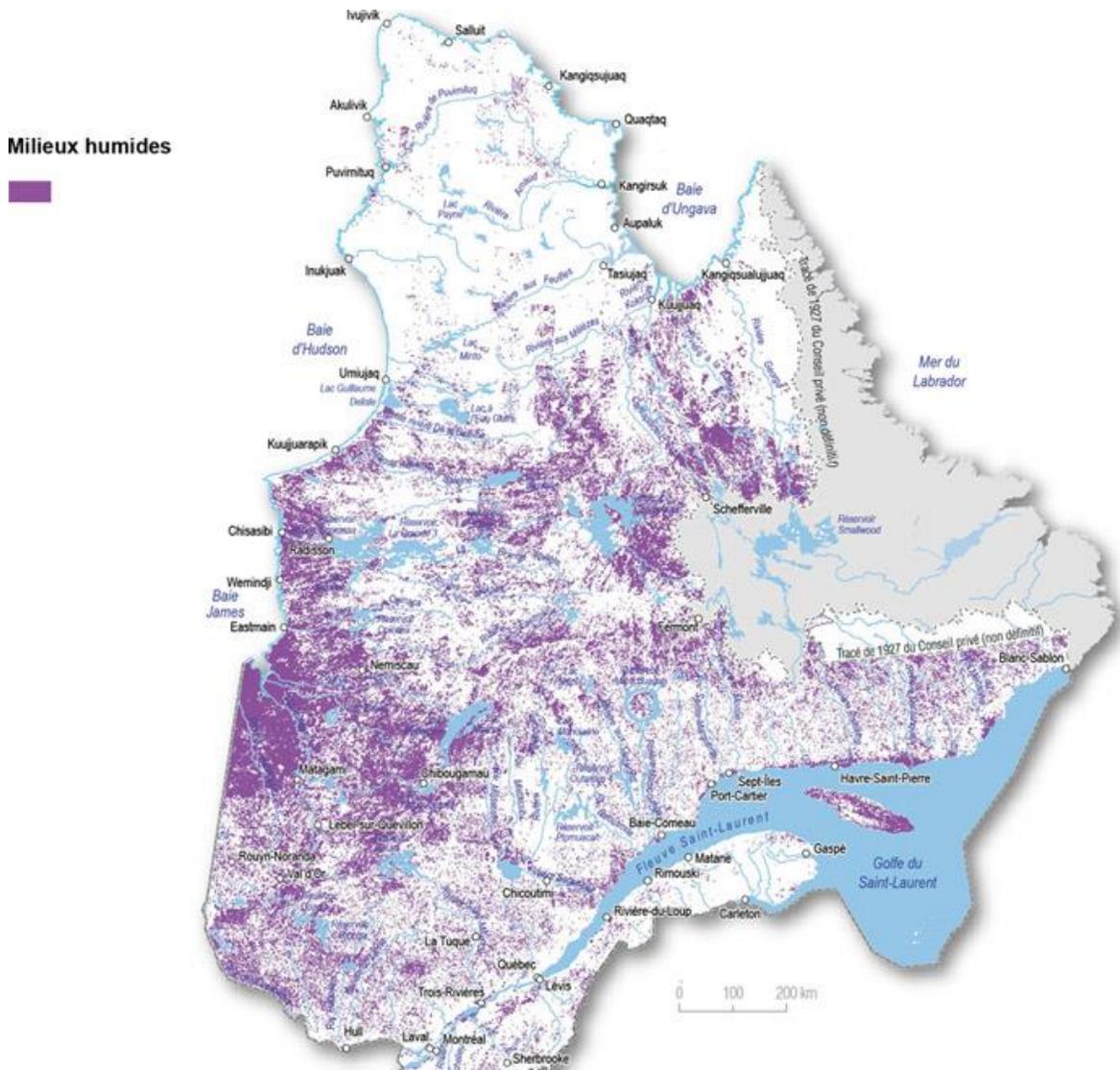
Les milieux humides se développent dans les zones de transition entre les milieux terrestres et aquatiques ou aux dépressions mal drainées. Ils peuvent être riverains, c'est-à-dire adjacents à un plan d'eau, ou être isolés. Ils se définissent comme étant des milieux saturés d'eau pendant une période suffisamment longue pour influencer la nature du sol ou la composition de la végétation<sup>16</sup>. Les espèces végétales des milieux humides sont pour la plupart adaptées aux conditions particulières associées à la présence de l'eau. Ces plantes sont dites hygrophiles, c'est-à-dire qu'elles ont développé des adaptations leur permettant de s'installer, de croître et de se reproduire dans ces milieux.

Plus de 10 % du Québec est couvert par des milieux humides (Carte 6 Milieux humides au Québec<sup>17</sup>). Ceux-ci sont distribués de façon hétérogène sur le territoire. Ils sont très abondants en Abitibi-Témiscamingue, par exemple, où d'épais dépôts de limons et d'argile, mis en place lors des épisodes du quaternaire, ont permis le développement de grands milieux humides. Dans cette région, tous les bassins versants en sont couverts à 50 %, voire jusqu'à 95 %<sup>2</sup>. En Gaspésie, par contre, les milieux humides sont naturellement plus rares, en raison du paysage montagneux que forment les Appalaches. Leur proportion dans les bassins versants de cette région ne dépasse pas les 5 %<sup>2</sup>.

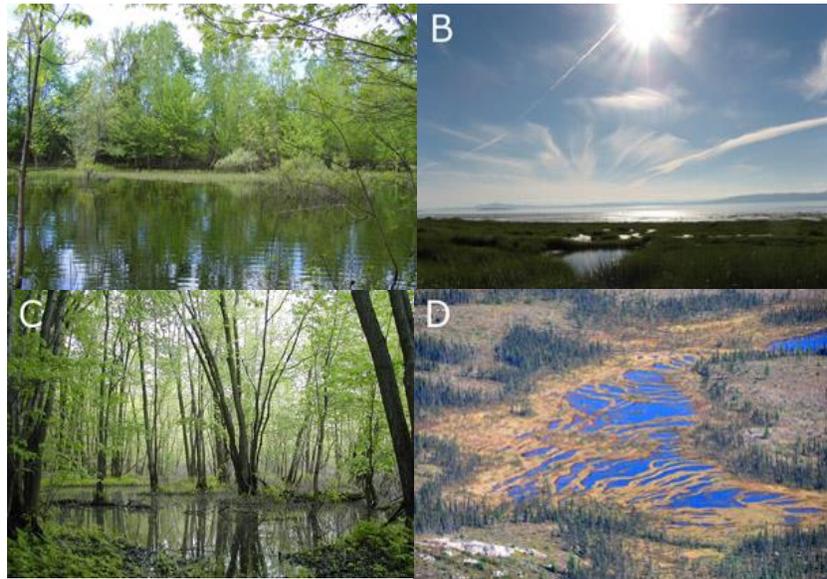
Les milieux humides sont de quatre grands types : étangs, marais, marécages et tourbières (

Photo 6 Grands types de milieux humides du Québec : A) étang (Canards illimités Canada et MDELC); B) marais (Benoit Jobin, EC); C) marécage (Rodolph Balej); D) tourbière (Alain Thibault, MFFP). Au Québec, les tourbières dominent; qu'elles soient boisées ou non, les tourbières représentent 80 % des milieux humides du Québec.

Les rives et les îles du Saint-Laurent comptent de grandes superficies de milieux humides, principalement des marais et des marécages. Le tronçon entre Cornwall et Trois-Pistoles présentait en 2000-2002 environ 29 000 hectares de marais et marécages, dont plus de la moitié était concentrée au lac Saint-Pierre<sup>18</sup> (Photo 7 Marais et marécages riverains du lac Saint-Pierre (Canards Illimités et MDELC)). Les connaissances actuelles ne permettent toutefois pas de dresser le portrait de la situation pour l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent.



**Carte 6** Milieux humides au Québec<sup>17</sup>



**Photo 6** Grands types de milieux humides du Québec : A) étang (Canards illimités Canada et MDDELCC); B) marais (Benoit Jobin, EC); C) marécage (Rodolph Balej); D) tourbière (Alain Thibault, MFFP)



**Photo 7** Marais et marécages riverains du lac Saint-Pierre (Canards Illimités et MDDELCC)



## Des espèces floristiques et fauniques diversifiées



**Photo 8** Flore vasculaire de milieu humide

(Line Couillard, MDDELCC)

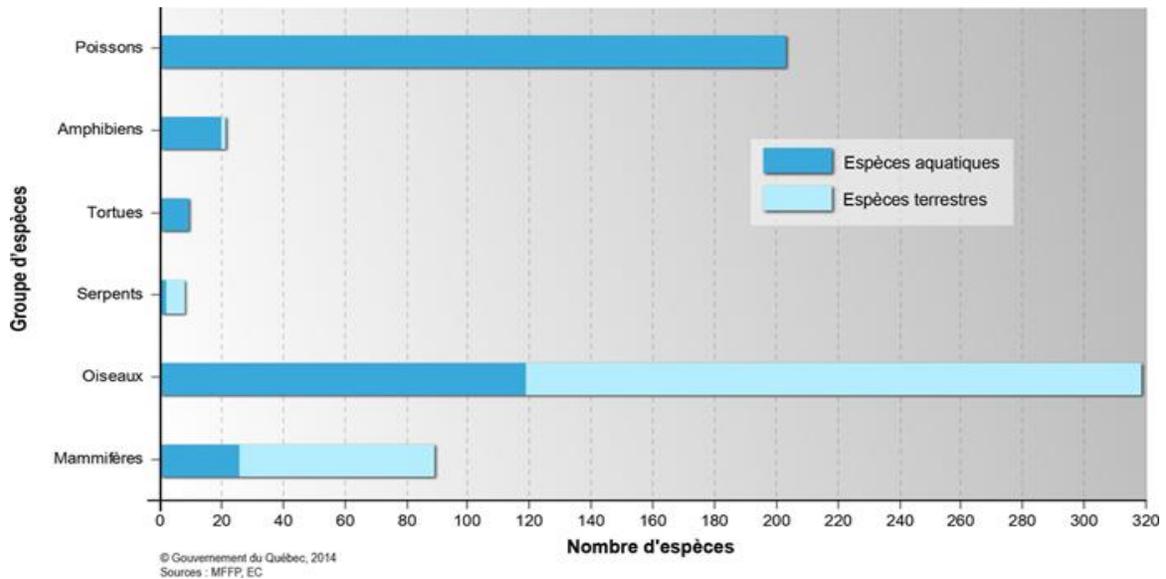
Le Québec offre une diversité d'écosystèmes aquatiques et de milieux humides où vit une quantité impressionnante d'espèces floristiques et fauniques. La diversité végétale indigène au Québec, regroupant les espèces originaires du territoire, est estimée à 6 300 espèces. Les plantes non vasculaires, soit les algues, les hépatiques et les mousses, sont les plus nombreuses et dépassent les 4 000 espèces<sup>19</sup>. Elles sont toutefois beaucoup moins bien connues que les 2 300 espèces d'arbres, d'arbustes et d'herbacées indigènes composant la flore vasculaire<sup>20</sup>. Environ le tiers de la flore vasculaire est associée aux écosystèmes aquatiques et humides<sup>2,21</sup> (Photo 8). Dans ces milieux, outre le climat, plusieurs facteurs influencent la composition et la structure de la végétation. Les principaux sont les débits, les niveaux d'eau, l'intensité et la durée des crues saisonnières, l'amplitude des marées, la salinité de l'eau, la topographie et le type de sol. La diversité faunique est nettement supérieure à la diversité végétale, en raison de l'abondance d'espèces dans le groupe des invertébrés, estimée à près de 30 000, dont plus de 80 % sont des insectes<sup>19</sup>. Sans pouvoir avancer un nombre exact, plusieurs espèces d'invertébrés sont associées aux écosystèmes aquatiques et humides, en permanence ou à un moment de leur cycle de vie. Les sangsues, les moules, les crabes, les homards, les écrevisses, les anémones, les coraux, les méduses, certaines araignées et certains insectes sont des exemples d'invertébrés comptant des espèces associées à ces milieux (Photo 9).



**Photo 9** Faune invertébrée associée aux milieux aquatiques et humides du Québec : A) anémone plumeuse (Pierre Michon, MDDELCC); B) corail mou (Pierre Michon, MDDELCC); C) araignée d'eau (Suzanne Fiset, MDDELCC)

Quant à la faune vertébrée, sur les 649 espèces régulièrement observées au Québec<sup>22</sup>, 379 sont associées aux écosystèmes aquatiques et humides (Figure 3 Diversité de la faune vertébrée du Québec associée aux milieux aquatiques et humides<sup>22, 23</sup>), soit 203 espèces de poissons<sup>22</sup>, 20 espèces d'amphibiens<sup>23</sup>, 9 espèces de tortues<sup>23</sup>, 2 espèces de serpents<sup>23</sup>, 119 espèces d'oiseaux nicheurs ou migrants<sup>24,25</sup> et 26 espèces de mammifères<sup>23</sup> (Photo 10 Faune vertébrée associée aux milieux

aquatiques et humides du Québec : A) tortue peinte (Annie Drolet, MDDELCC); B) grand héron (Chantale Picard, MDDELCC); C) béluga (Renaud Pintiaux).



**Figure 3** Diversité de la faune vertébrée du Québec associée aux milieux aquatiques et humides<sup>22, 23</sup>



**Photo 10** Faune vertébrée associée aux milieux aquatiques et humides du Québec : A) tortue peinte (Annie Drolet, MDDELCC); B) grand héron (Chantale Picard, MDDELCC); C) béluga (Renaud Pintiaux)

## Un patrimoine protégé

- [Le réseau d'aires protégées au Québec](#)
- [De l'eau et des milieux humides dans les aires protégées](#)
- Références

Le gouvernement du Québec s'est engagé à implanter un vaste réseau d'aires protégées pour assurer la protection du patrimoine naturel du Québec, dont une variété de paysages aquatiques. Les grands défis d'un tel réseau résident dans la protection des éléments rares, uniques et exceptionnels du territoire tout autant que dans celle des éléments représentatifs et communs qui définissent sa biodiversité<sup>1</sup>. En plus de préserver le riche patrimoine naturel du Québec, certaines de ces aires protégées constituent des attraits touristiques indéniables.

## Le réseau d'aires protégées au Québec

Les aires protégées sont des portions bien délimitées de territoire à l'intérieur desquelles des mesures sont mises en œuvre pour favoriser la conservation, à long terme, de la nature et des ressources culturelles qui y sont associées. Ces aires constituent l'un des éléments fondamentaux permettant le maintien de la biodiversité au Québec<sup>2</sup> : elles peuvent se trouver en milieux terrestres ou marins.

En novembre 2013, le réseau d'aires protégées occupait un peu plus de 9 % du territoire québécois<sup>3</sup> ([Carte 7](#) Réseau d'aires protégées au Québec en novembre 2013<sup>5</sup>). En 2015, le Québec compte protéger 12 % de son territoire, ce qui représente une superficie d'un peu plus de 200 000 km<sup>2(4)</sup>.

La vaste majorité des aires protégées au Québec en 2013, soit 98 %, bénéficiaient d'une protection stricte, c'est-à-dire qu'elles concourent à protéger le milieu naturel de façon plus restrictive<sup>3</sup>. Des activités d'éducation, de chasse, de pêche ou de cueillette sont généralement possibles dans ces sites. Par contre, les activités susceptibles d'avoir des répercussions sur la biodiversité, comme l'exploitation minière, gazière, pétrolière et forestière, ou encore la production d'énergie hydroélectrique, y sont interdites<sup>6</sup>.

Les autres types d'aires protégées, comme les aires de concentration d'oiseaux aquatiques ou certaines réserves nationales de faune, jouissent d'une protection moins stricte. Des activités favorisant la promotion de l'utilisation durable des ressources naturelles, compatibles avec la conservation de la nature, sont permises dans ces sites. Ainsi, certaines formes traditionnelles d'agriculture et de sylviculture y sont tolérées. Dans les basses terres du Saint-Laurent, où vit une large part de la population et où les terres sont principalement privées, 76 % de la superficie des 1 279 km<sup>2</sup> d'aires protégées bénéficiaient de ce type de protection en 2013<sup>3</sup>.

## De l'eau et des milieux humides dans les aires protégées

Les quelque 3 900 aires protégées que comptait le réseau d'aires protégées du Québec en 2013 étaient réparties partout sur le territoire<sup>3</sup>. De taille variée, plusieurs sont de grande superficie. Avec ses 26 107 km<sup>2</sup>, le parc national Tursujuq est la plus grande aire protégée du Québec<sup>3</sup> (Photo 11). Cette aire protégée du Nord-du-Québec fait près de 55 fois la superficie de l'île de Montréal.

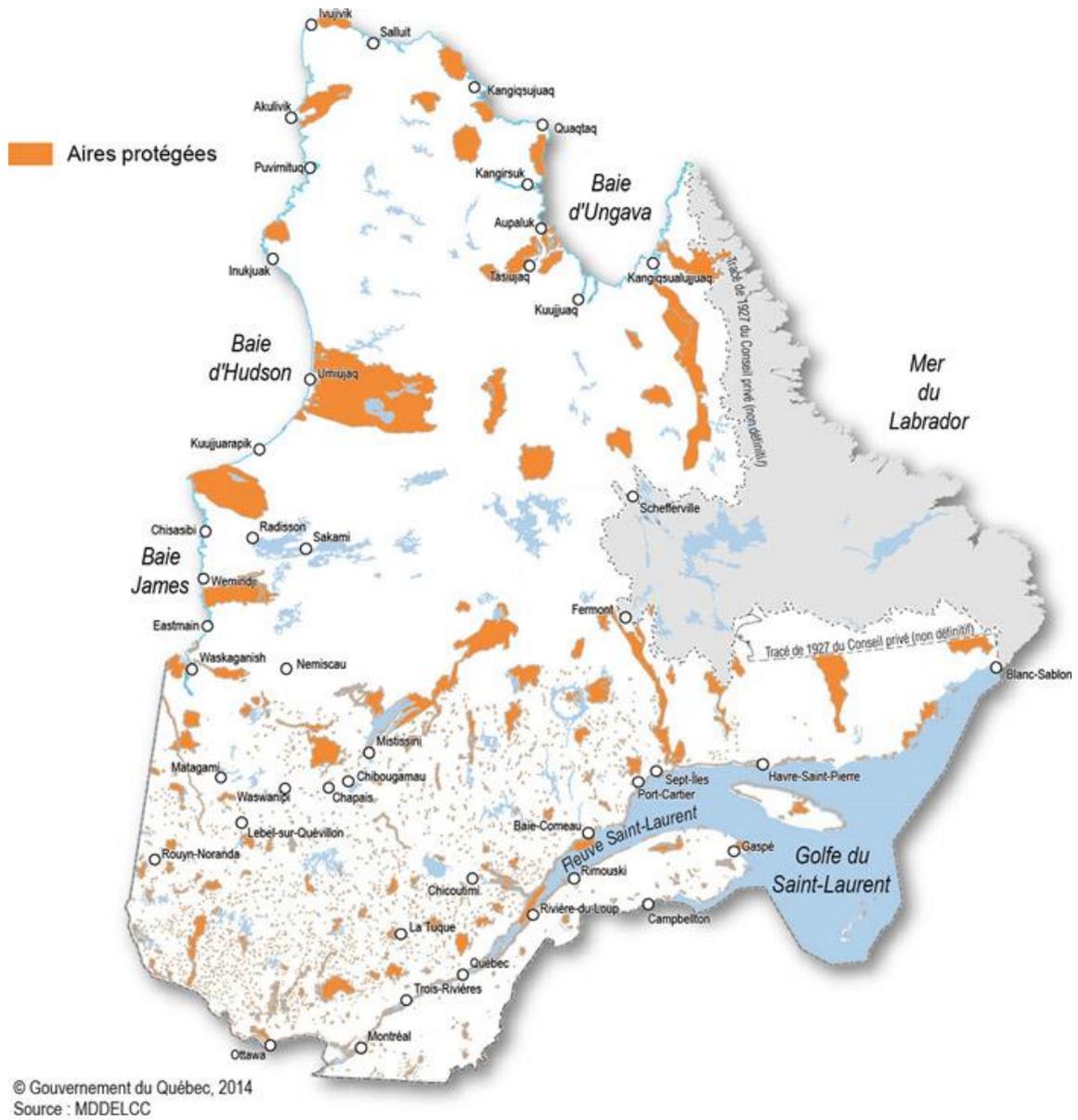


**Photo 11** Lac Guillaume-Delisle, Parc national Tursujuq

(Stéphane Cossette, MDDELCC)

Peu importe leur taille, les aires protégées terrestres intègrent dans leurs limites des lacs, des ruisseaux, des rivières, des portions du fleuve Saint-Laurent et des milieux humides. En novembre 2013, 10,4 % du couvert en eau douce et 9,5 % des milieux humides étaient incorporés dans le réseau d'aires protégées terrestres<sup>3</sup>. Ces aires contribuent ainsi à protéger 27 000 km<sup>2</sup> d'écosystèmes aquatiques et humides ([Photo 12](#) Des lacs et des milieux humides dans les aires protégées du Québec : A) lac du Portage des Sauvages, parc national d'Opémican (Isabelle Tessier, MFFP); B) lac Kipawa,

parc national d'Opémican (Raymonde Pomerleau, MFFP); C) lac Témiscouata, parc national). Quelques aires protégées ont pu être créées de manière à protéger la totalité d'un bassin versant.



Carte 7 Réseau d'aires protégées au Québec en novembre 2013<sup>5</sup>



**Photo 12** Des lacs et des milieux humides dans les aires protégées du Québec : A) lac du Portage des Sauvages, parc national d'Opémican (Isabelle Tessier, MFFP); B) lac Kipawa, parc national d'Opémican (Raymonde Pomerleau, MFFP); C) lac Témiscouata, parc national; D) parc national du Lac-Témiscouata (Alain Thibault, MFFP)

Certaines aires protégées terrestres, comme le parc national du Bic, assurent également la protection d'écosystèmes côtiers marins. Alors que 58 % du parc national du Bic protège le milieu terrestre, 42 % de sa superficie concourent à protéger les eaux marines le long des côtes<sup>3</sup> (Photo 13).

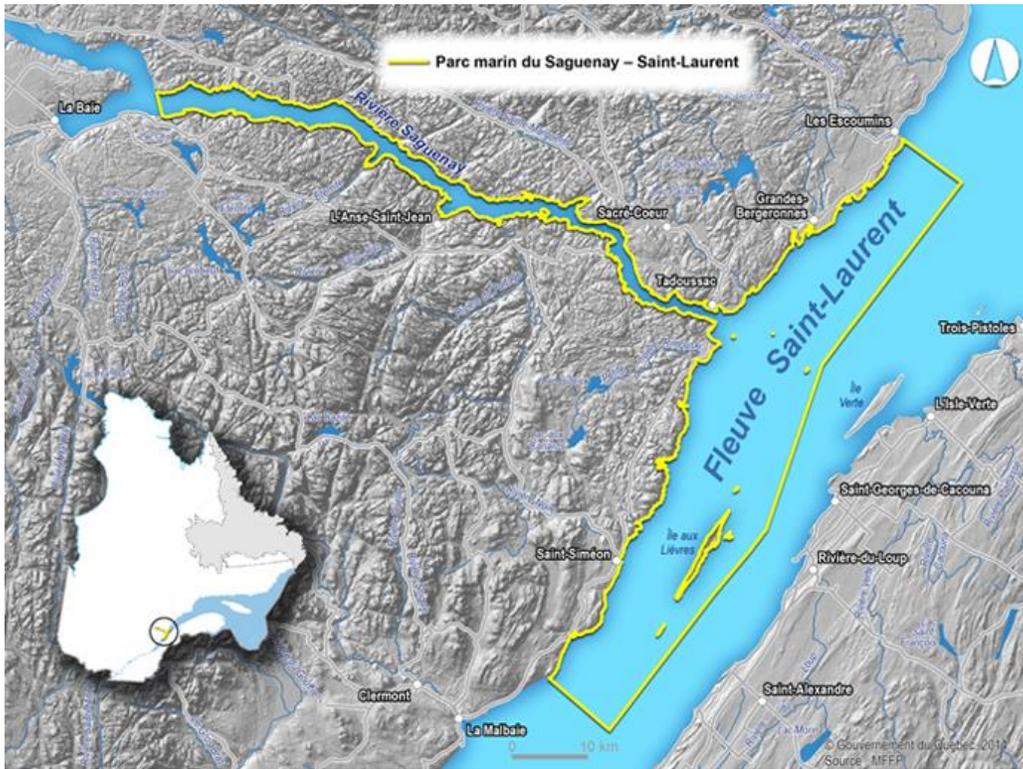
En novembre 2013, le milieu marin était également protégé au Québec par deux grandes aires marines : le parc marin du Saguenay–Saint-Laurent, constitué en 1988, et la réserve aquatique projetée de Manicouagan, créée en novembre 2013.



**Photo 13** Parc national du Bic (Marylin Fournier)

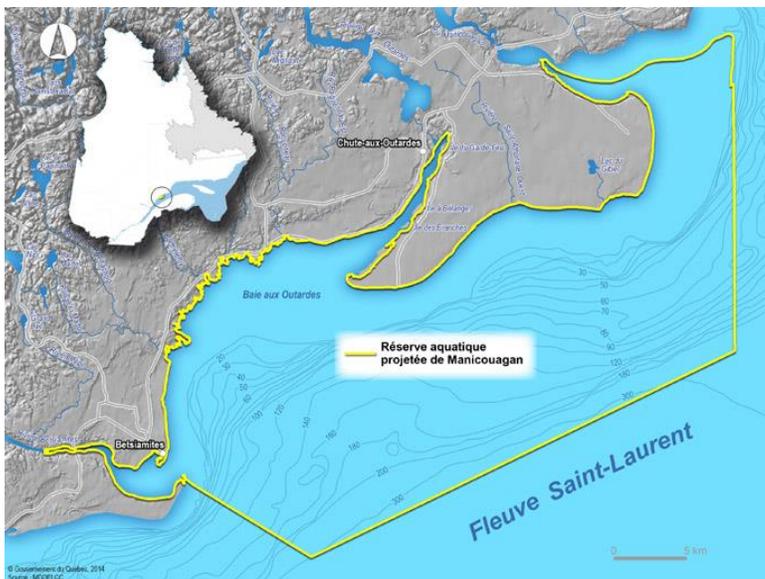
D'une superficie de 1 246 km<sup>2(3)</sup>, le parc marin du Saguenay–Saint-Laurent a été le premier territoire au Québec désigné pour protéger exclusivement un écosystème marin (Carte 8 Parc marin du Saguenay - Saint-Laurent<sup>7</sup>). Il a été créé pour protéger l'habitat des bélugas du Saint-Laurent, une population menacée. Les processus océanographiques de remontée d'eaux profondes au point de rencontre du Saint-Laurent et du fjord du Saguenay entraînent un apport important d'éléments nutritifs qui attirent invertébrés, poissons, oiseaux et mammifères marins. La réserve aquatique projetée de Manicouagan est

située dans le secteur de la péninsule de Manicouagan, près de Baie-Comeau (Carte 9). Elle protège un territoire marin de 712 km<sup>2</sup> qui englobe une grande diversité d'habitats, notamment les estuaires des rivières Manicouagan, aux Outardes et Betsiamites, des marais salés, des



herbiers de zostères, des îles et des fonds marins<sup>8</sup>.

**Carte 8** Parc marin du Saguenay - Saint-Laurent<sup>7</sup>



**Carte 9** Limites de la réserve aquatique projetée de Manicouagan<sup>5</sup>

Ajoutées aux écosystèmes marins et côtiers des autres aires protégées en novembre 2013, ces deux aires marines portaient à 3,6 % la superficie des milieux marins protégés au Québec<sup>3</sup>. En 2015, le Québec entend faire passer cette proportion à 10 %<sup>4</sup>.

## La quantité d'eau

Au Québec, les quantités d'eau qui coulent dans les rivières et le fleuve Saint-Laurent et celles qui sont emmagasinées dans les lacs et les nappes d'eau souterraine sont généralement abondantes. L'eau présente dans ces milieux est le reflet des quantités qui circulent, sous différentes formes, au cours du cycle de l'eau : précipitations liquides ou solides, eau qui s'évapore, qui ruisselle à la surface ou qui s'infiltré dans le sol.



Sébastien Lessard, MDDELCC

Les volumes d'eau qu'on trouve dans ces milieux aquatiques augmentent et diminuent donc au gré des conditions météorologiques locales et sont progressivement modifiés par les changements climatiques.

Ces variations des quantités d'eau disponibles dans les rivières, dans le fleuve Saint-Laurent et dans les nappes d'eau souterraine influencent l'intégrité de ces milieux ainsi que leur capacité à assurer le bien-être de la population. En effet, la baisse des débits et des niveaux d'eau ou, à l'opposé, l'inondation des rives et la submersion des côtes, peuvent avoir d'importantes conséquences sur les écosystèmes aquatiques, sur la santé, la sécurité et le mode de vie des populations de même que sur l'économie des régions touchées.

Diverses mesures sont donc mises en œuvre au Québec afin de maintenir la santé des écosystèmes et de garantir à la population une eau en quantité suffisante à son bien-être, et ce, en toute sécurité.

## Quelle est la situation et quelles sont les causes?

- Les rivières et le fleuve Saint-Laurent
  - Les débits moyens annuels
  - Les crues et les étiages
- L'estuaire et le golfe du Saint-Laurent
  - Une mer qui s'élève graduellement
  - Des niveaux marins extrêmes à l'occasion
- Les nappes d'eau souterraine
  - De l'eau souterraine partout au Québec, mais en quantité variable
  - Des quantités d'eau souterraine variables dans le temps
- **En savoir plus**
- Références

### Les rivières et le fleuve Saint-Laurent

Les débits du fleuve et des nombreuses rivières qui sillonnent le territoire fluctuent d'année en année et au fil des saisons. Ces variations sont principalement modulées par les conditions météorologiques qu'on enregistre dans le bassin versant des cours d'eau. En général, au sud du Québec, on observe un pic de débits important au printemps, résultant de la fonte de la neige, et un second pic, moins important et lié aux précipitations, survient à l'été ou à l'automne. Au nord du Québec, le régime hydrologique est caractérisé par une seule alternance annuelle de hautes et de basses eaux.

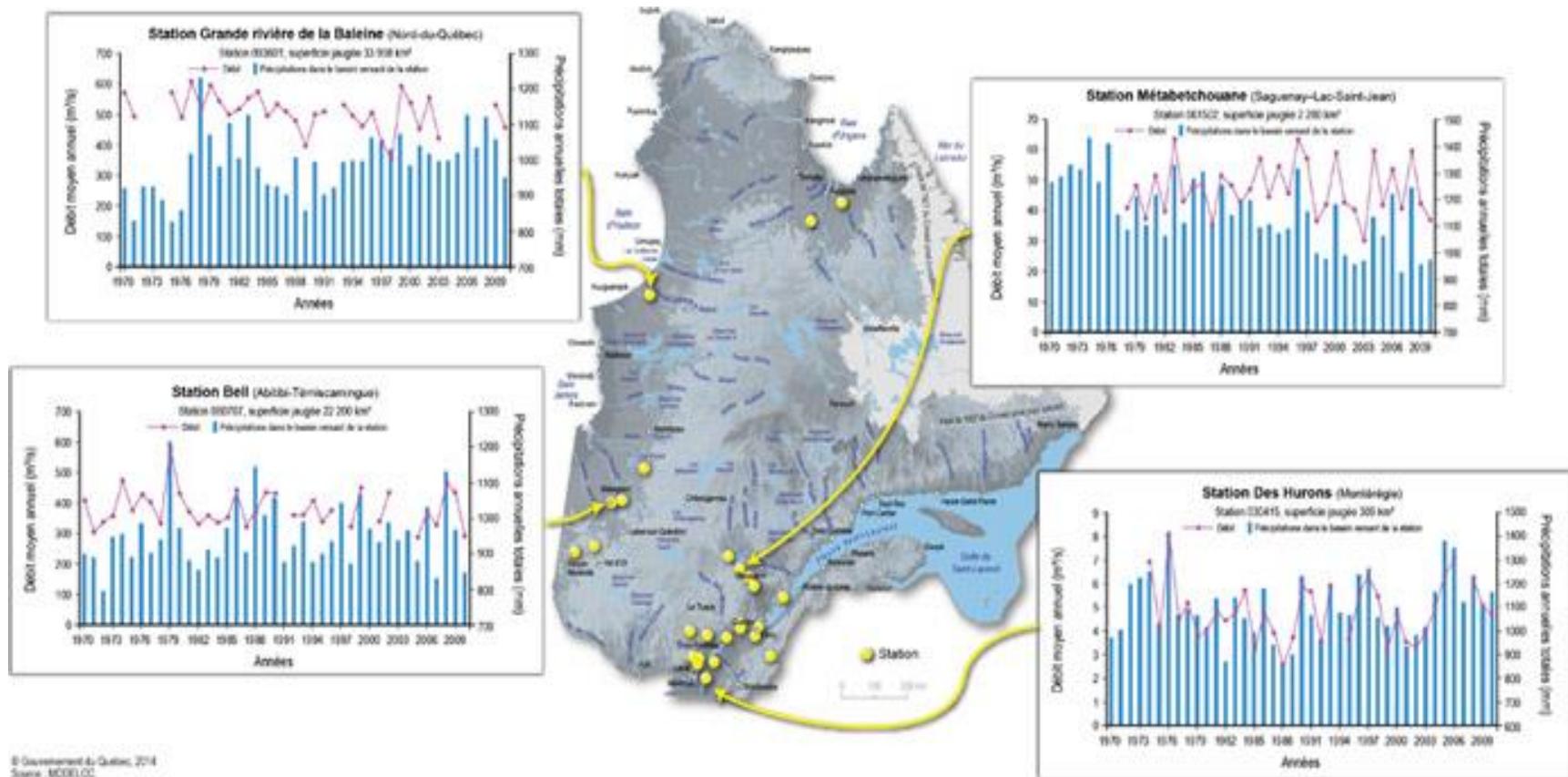
Les caractéristiques physiographiques du bassin versant, telles que la superficie, la pente, l'occupation et type de sol, jouent également un rôle dans les variations des débits des cours d'eau : en général, les cours d'eau dont les bassins versants sont pentus et de petite taille réagiront plus rapidement et, toutes proportions gardées, plus fortement aux conditions météorologiques que ceux dont les bassins versants sont de grande taille. En revanche, les fortes crues et les étiages importants ont tendance à durer plus longtemps sur les grands bassins étant donné leur vitesse de réaction lente.

### Les débits moyens annuels

Le débit moyen annuel est un indicateur de la quantité totale d'eau s'écoulant au cours d'une année en un point d'un cours d'eau. D'année en année, la valeur du débit annuel moyen fluctue ([Figure 4](#) Localisation des stations hydrométriques ayant plus de 30 ans de suivi, dont les débits ne sont pas régulés et qui sont toujours en activité. Exemples d'hydrogrammes de débit moyen annuel et de précipitations annuelles totales pour quelques stations<sup>3, 8</sup>.) en réponse, principalement, à la quantité de précipitation que reçoit le bassin versant<sup>1</sup>.

Des études récentes basées sur différents scénarios climatiques prévoient que les changements climatiques viendront modifier les quantités de précipitations reçues pour plusieurs régions du globe<sup>2</sup>. Ces modifications du climat auront donc certainement un impact sur l'hydrologie du Québec et vraisemblablement sur les débits moyens annuels. Une analyse statistique réalisée sur

les séries de débit moyen annuel de 26 stations hydrométriques entre 1970 et 2010 révèle cependant qu'aucune tendance statistiquement significative n'est encore observable dans l'évolution du débit moyen annuel au Québec<sup>3</sup>.



**Figure 4** Localisation des stations hydrométriques ayant plus de 30 ans de suivi, dont les débits ne sont pas régulés et qui sont toujours en activité. Exemples d’hydrogrammes de débit moyen annuel et de précipitations annuelles totales pour quelques stations<sup>3, 8</sup>.

Selon les projections à l'horizon 2050 réalisées dans le cadre de l'Atlas hydroclimatique, les débits moyens annuels augmenteront vraisemblablement dans la portion nord du Québec méridional<sup>4</sup>.

Par contre, au sud de ce territoire, c'est-à-dire dans la zone inférieure du bassin versant de la rivière des Outaouais et de la vallée du Saint-Laurent, aucun changement de débit moyen n'est prévu.

De plus, entre 1932 et 2010, le débit moyen annuel du fleuve Saint-Laurent à la station de Sorel a présenté une grande variation (Figure 5). D'une année à l'autre, la fluctuation des précipitations et des températures influence les quantités d'eau provenant du lac Ontario et de la rivière des Outaouais et, conséquemment, le débit du fleuve. Malgré un long historique de suivi, l'analyse de tendances sur l'évolution du débit et du niveau d'eau du fleuve est difficile en raison de l'influence du contrôle des volumes d'eau sortant des Grands Lacs et de la rivière des Outaouais<sup>5</sup>. D'ici 2050, le débit du Saint-Laurent à la sortie du lac Ontario pourrait par contre diminuer de 4 à 24 %<sup>6</sup> sous l'effet d'une baisse anticipée des apports sortant des Grands Lacs en raison des changements climatiques<sup>7</sup>.

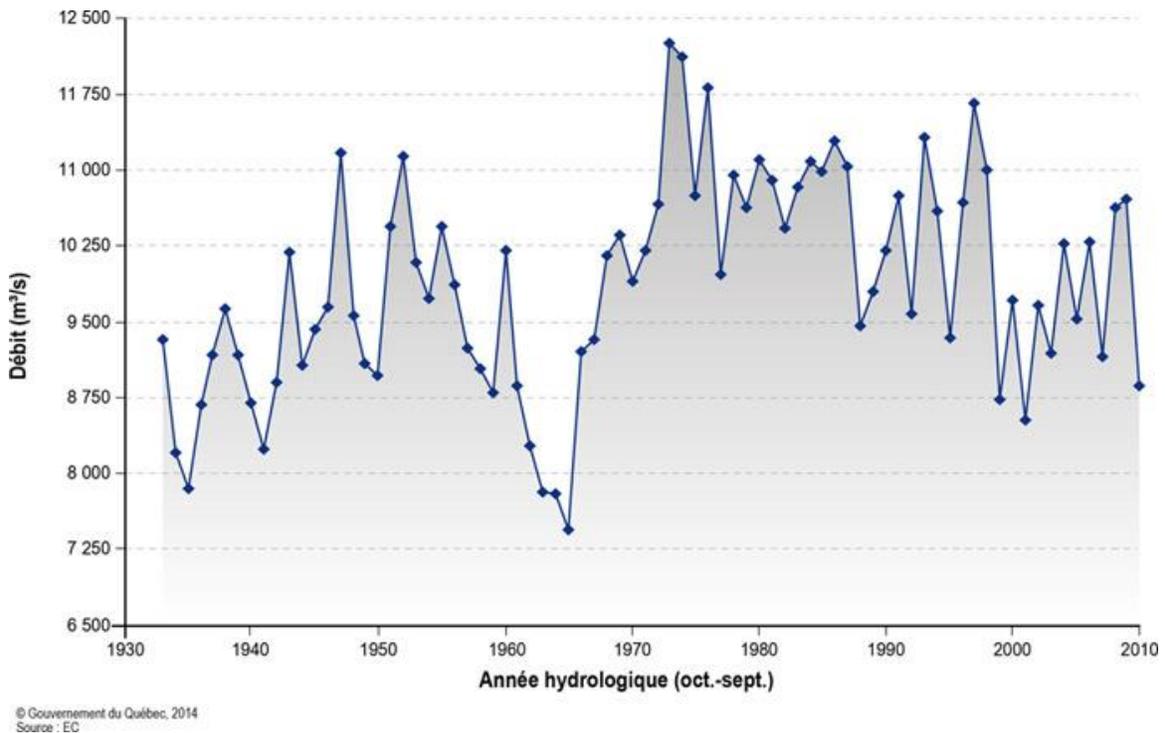


Figure 5 Débit moyen annuel du Saint-Laurent à la station de Sorel de 1932 à 2010<sup>5</sup>



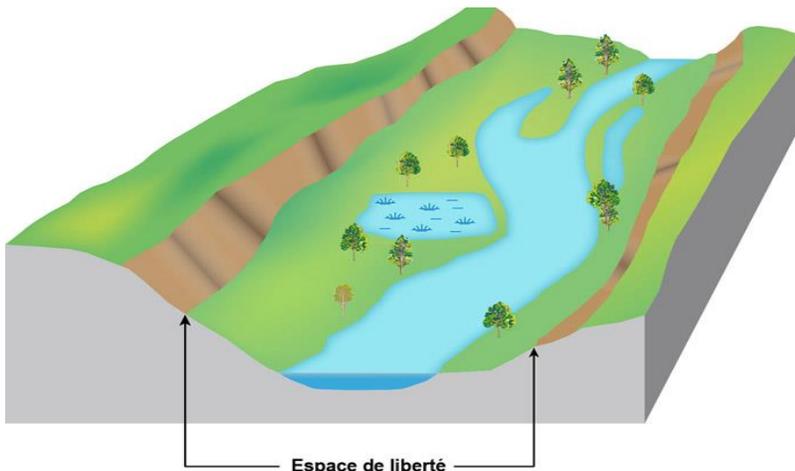
**Photo 14** Colonisation de marais riverains du Saint-Laurent par le roseau (Isabelle Simard, MDDELCC)

Bien que les variations des quantités d'eau au fil des ans favorisent le maintien d'un équilibre entre les communautés aquatiques et riveraines, celui-ci est parfois bouleversé lors d'années où les débits et les niveaux sont très faibles ou très élevés. Un exemple de perturbation est celui de la colonisation des marais riverains par des espèces végétales exotiques

envahissantes. En effet, lors des épisodes de très bas niveau d'eau, les marais riverains du Saint-Laurent s'assèchent et favorisent alors la propagation du roseau commun<sup>9</sup> et de la salicaire commune<sup>10</sup>, par exemple (Photo 14).

### Les crues et les étiages

Au cours d'une année, des périodes de plus forts et de plus faibles débits, et donc de crue et d'étiage, se succèdent dans les rivières du Québec et le fleuve. Lors de crues importantes, par exemple, les rivières et le fleuve débordent de leur lit temporairement. L'ensemble de l'espace susceptible d'être utilisé par un cours d'eau pour lui permettre d'évoluer librement se nomme l'espace de liberté<sup>11</sup> (Figure 6). L'espace de liberté correspond à l'espace d'inondabilité et de mobilité du cours d'eau. Il réfère ainsi à l'espace susceptible d'être inondé lors des crues de différentes magnitudes et à l'espace nécessaire au déplacement latéral du lit du cours d'eau en fonction de la dynamique naturelle d'érosion et de sédimentation. L'espace de liberté comprend également les milieux humides riverains<sup>11</sup>.



© Gouvernement du Québec, 2014  
Source : Syndicat Mixte d'Études et de Travaux pour l'Aménagement et la Protection de la rivière Dordogne.

**Figure 6** Espace de liberté d'un cours d'eau adaptée de 12

Les fluctuations saisonnières des quantités d'eau jouent aussi un rôle important dans l'équilibre des communautés fauniques et floristiques qui composent les écosystèmes aquatiques et riverains. D'ailleurs, lors de bas niveaux d'eau, survenant à l'été ou à l'automne, certains oiseaux aquatiques, certains mammifères et certaines plantes émergentes bénéficient d'habitats intéressants en milieu riverain. À l'opposé, une augmentation des niveaux d'eau favorise les poissons et certains invertébrés en créant des habitats potentiels pour ces espèces<sup>13</sup>.

## Des crues en toute saison

Partout au Québec, les crues dites « printanières » sont en général responsables des périodes de plus forts débits au cours de l'année<sup>3</sup>. Celles-ci résultent en grande partie de la fonte du couvert de neige accumulé pendant l'hiver. Un étalement de ces crues s'observe sur l'ensemble des rivières du Québec, du sud au nord. Au sud, ces crues surviennent généralement entre mars et mai; pour les régions plus au nord, elles surviennent plus tard, habituellement entre juin et juillet (Carte 10 Date moyenne à laquelle survient la crue printanière pour différentes stations du réseau hydrométrique québécois<sup>15</sup>). Au cours des dernières décennies, soit entre 1992 et 2011, les pointes de crues printanières se sont révélées être 8 % moins intenses que celles observées pour la période de 1972 à 1991<sup>14</sup>. Les différences entre les deux périodes n'étaient cependant pas statistiquement significatives. Cela signifie que les différences pourraient être attribuables au hasard et non à une tendance climatique ou à un changement dans l'occupation du territoire, par exemple. Par contre, ces observations concordent avec les conséquences attendues sur le régime hydrique des cours d'eau à la suite des changements climatiques. En effet, les simulations réalisées pour les crues printanières des rivières démontrent qu'à l'horizon 2050, elles pourraient présenter des volumes réduits par rapport à ceux actuellement observés dans la portion sud du Québec méridional, soit dans la zone inférieure du bassin versant de la rivière des Outaouais et dans la vallée du Saint-Laurent<sup>4</sup>. Les simulations prévoient aussi que ces crues suivant la fonte des neiges devraient apparaître plus tôt au printemps, et ce, dans l'ensemble du Québec méridional.

En 2011, la crue printanière de la rivière Richelieu a été particulièrement marquante. Des volumes d'eau cinq fois supérieurs au débit moyen annuel de cette rivière ont été atteints, engendrant des niveaux d'eau jamais enregistrés à cet endroit<sup>16</sup>. La fonte de quantités record de neige dans la portion américaine du bassin versant du lac Champlain ainsi que plusieurs jours de fortes pluies et de vents sont à l'origine de cette crue exceptionnelle. Les pluies printanières persistantes et la réponse hydrologique lente du bassin versant de la rivière Richelieu et du lac Champlain ont également contribué à faire perdurer la situation pendant plusieurs semaines.

De forts débits peuvent également survenir après des pluies intenses ou de longue durée. Ces dernières se produisent généralement à l'été ou à l'automne. Ces crues estivales et automnales sont habituellement moins importantes que les crues printanières.

Cependant, il arrive que des conditions particulières rendent ces crues encore plus importantes que les crues printanières. Les pluies diluviennes tombées dans la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean les 19, 20 et 21 juillet 1996 ont d'ailleurs marqué l'histoire du Québec en raison des inondations exceptionnelles qu'elles ont provoquées. La rivière Pikauba a présenté un débit 1,6 fois plus élevé que tout autre débit mesuré à cette station depuis 1969<sup>17</sup>. Par ailleurs, en août 2007, la Gaspésie a elle aussi connu des crues estivales importantes : d'importantes précipitations tombées dans des bassins versants situés majoritairement en région montagneuse ont entraîné une hausse très rapide du débit et du niveau d'eau des rivières<sup>18, 19</sup>. Le cas de la rivière au Renard, situé sur le territoire de la ville de Gaspé, fut particulièrement problématique.

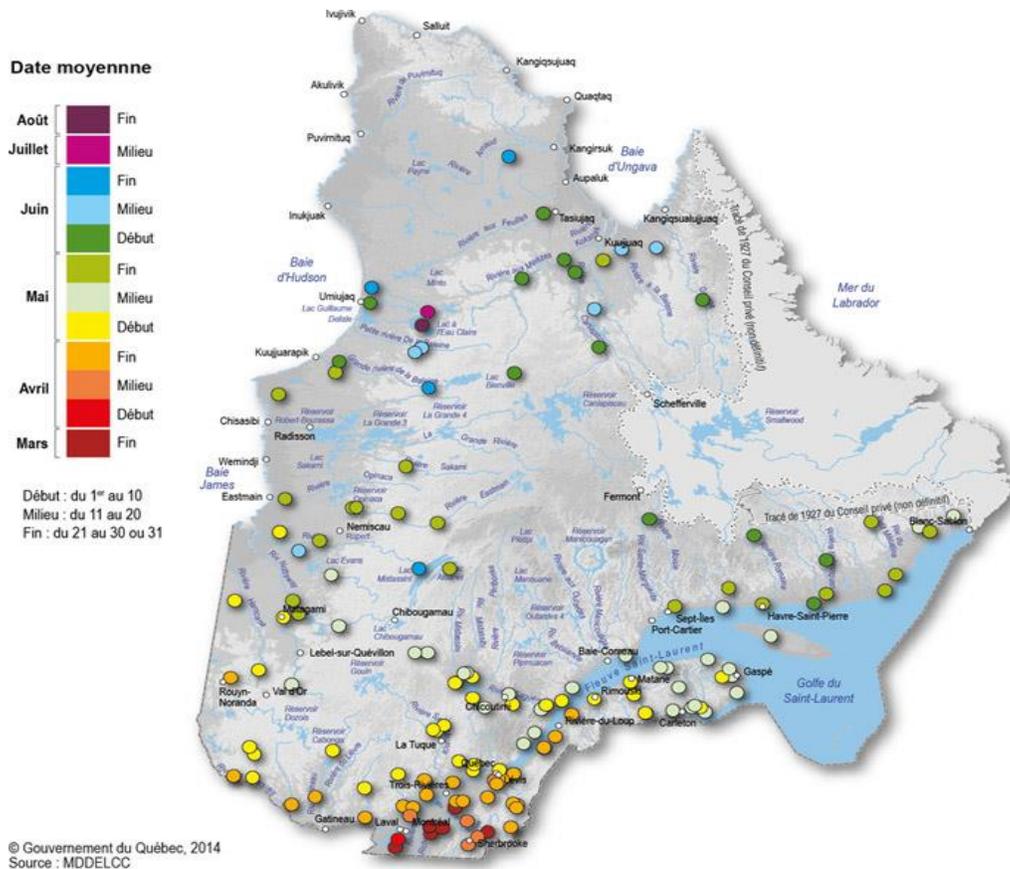
En plus du refoulement de l'eau à l'exutoire provoqué par une grande marée et par de forts vents, différents événements ont contribué à la situation : bris de barrages de castors, embâcles de débris, accumulation de sédiments sur le lit, destruction des rives et nombreux glissements de terrain<sup>18, 19</sup> (Photo 15). Plusieurs résidences étaient également situées en zone inondable.



Photo 15 Crue de la rivière au Renard en août 2007 (MSP)

Plus récemment, lorsque la queue de l'ouragan Irène a touché le Québec en août 2011, le débit de plusieurs cours d'eau a rapidement augmenté en réponse aux précipitations de plus de 100 millimètres tombées en quelques heures<sup>20</sup>. Les zones les plus touchées ont été les secteurs de

Montmagny-L'Islet, de la ville de Québec et des régions de Charlevoix, de l'Estrie, de la Montérégie et du Saguenay-Lac-Saint-Jean.



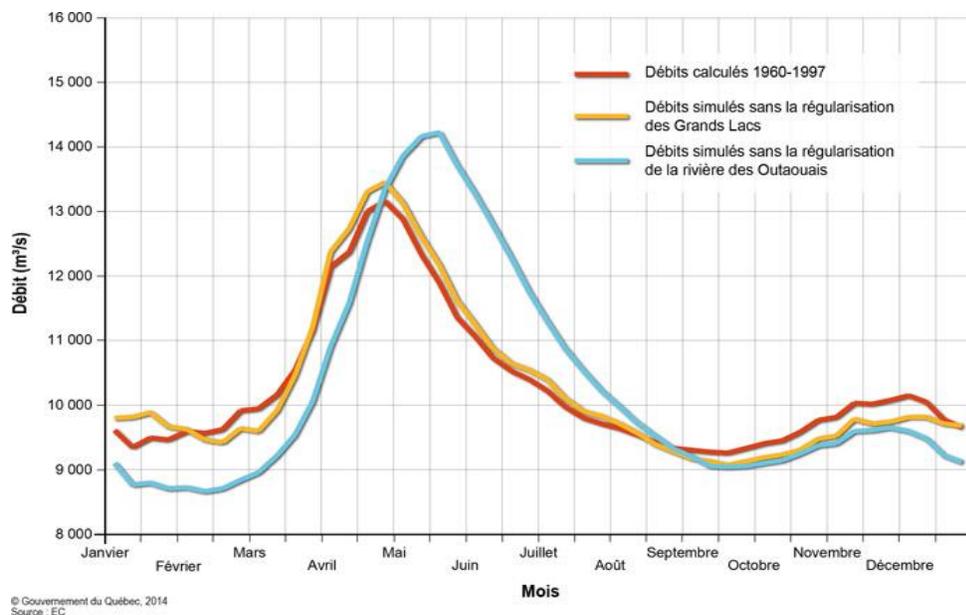
Carte 10 Date moyenne à laquelle survient la crue printanière pour différentes stations du réseau hydrométrique québécois<sup>15</sup>

Les pointes de crues d'été et d'automne ont présenté des débits 14 % plus forts au cours des dernières décennies, soit entre 1992 et 2011, qu'au cours de la période 1972-1991<sup>14</sup>. Toutefois, ces différences ne sont pas statistiquement significatives. Cela signifie que cette différence pourrait simplement être attribuable au hasard, c'est-à-dire à une variabilité naturelle. Cependant, la direction du changement est conforme à l'effet prévu des changements climatiques : le climat futur devrait se caractériser par une augmentation de l'intensité et de la fréquence des événements de précipitations intenses<sup>2</sup>. D'ailleurs, les simulations hydrologiques réalisées dans le cadre de l'Atlas hydroclimatique indiquent qu'à l'horizon 2050, les débits de crues estivales et automnales de récurrence 20 ans pourraient s'avérer plus forts dans l'ensemble du Québec méridional et que les débits de récurrence deux ans pourraient augmenter au nord du Québec méridional<sup>4</sup>.

Le risque de crue est également présent lors de la saison hivernale à l'occasion de redoux ou d'apports pluviaux. La formation d'embâcles, causée par les glaces et le frasil, devient alors particulièrement préoccupante. Des embâcles de frasil ont d'ailleurs provoqué d'importantes inondations sur la rivière des Prairies en janvier 2004<sup>21</sup>.

À l'image des rivières, la période des plus forts débits du **Saint-Laurent** dans l'année correspond à la crue printanière suivant la fonte des neiges (Figure 7). La façon dont les débits du fleuve varient au cours d'une année a beaucoup évolué au cours du 20<sup>e</sup> siècle, à la suite de la mise en place d'ouvrages de régulation dans la partie amont du fleuve et sur ses tributaires<sup>22</sup>, tel le barrage hydroélectrique Moses-Saunders, à Cornwall. Depuis les années 1960, ces contrôles atténuent les débits extrêmes, diminuant ainsi l'effet des variations naturelles du climat au fil des saisons. Ainsi, par rapport au débit naturel, les débits printaniers ont diminué d'environ 2 000 m<sup>3</sup>/s en mai. Ceux de septembre à mars sont plus élevés de 300 à 900 m<sup>3</sup>/s (Figure 7).

**Figure 7** Débit moyen journalier du Saint-Laurent à la station de Sorel pour les années 1960 à 1997<sup>5</sup>



L'altération des débits du fleuve a des conséquences sur la migration et sur les sites de reproduction de certaines espèces de poissons<sup>13</sup>. Par exemple, la perchaude et le grand brochet dépendent des crues printanières qui inondent les rives du Saint-Laurent, car ces espèces utilisent les plaines inondables du fleuve comme habitat de reproduction<sup>23</sup>. L'analyse des débits entre 1960 et 2000 a démontré que la régulation des débits du fleuve a diminué, à plusieurs reprises, les superficies d'habitats printaniers de 5 à 15 % en raison de l'atténuation des crues qu'elle provoque<sup>23</sup>.

### Des étiages à différentes saisons

Les périodes où le débit des rivières atteint son point le plus bas sont appelées « étiages ». Ceux-ci surviennent lorsque l'apport en eau provenant des précipitations ou de la fonte de la neige est faible ou nul. Les plans et cours d'eau sont alors principalement alimentés par l'écoulement d'eau souterraine qui constitue le débit de base.

En **hiver**, les précipitations qui tombent sous forme de neige s'accumulent à la surface du sol. Cela limite les apports aux cours d'eau pendant de longues périodes et provoque une situation d'étiage. Au cours de l'**été** et au début de l'**automne**, les étiages surviennent lorsque peu de précipitations sont relevées pendant une période prolongée. Des températures élevées contribuent également à créer des conditions favorables aux étiages en augmentant l'évapotranspiration, ce qui assèche les sols et diminue la contribution des eaux souterraines. Lors de la période 1992-2011, les étiages estivaux observés ont été de 10 à 11 % plus sévères et se sont allongés de 4,4 jours par rapport à ceux observés entre 1972 et 1991<sup>14</sup>. Toutefois, les différences entre les deux périodes n'étaient pas statistiquement significatives. Autrement dit, il n'est pas possible d'affirmer sur une base statistique que ces changements relèvent, par exemple, d'une tendance climatique ou d'un changement dans l'occupation du territoire ou s'ils sont le fruit du hasard. Par contre, ces observations s'apparentent aux effets prévus des changements climatiques sur les débits d'étiage en rivières. En effet, selon les projections réalisées à l'horizon 2050, les étiages estivaux seraient plus sévères et plus longs<sup>4</sup> en raison d'une hausse de l'évapotranspiration notamment<sup>7</sup>, et ce, de façon plus marquée au sud qu'au nord du Québec méridional<sup>4</sup>.

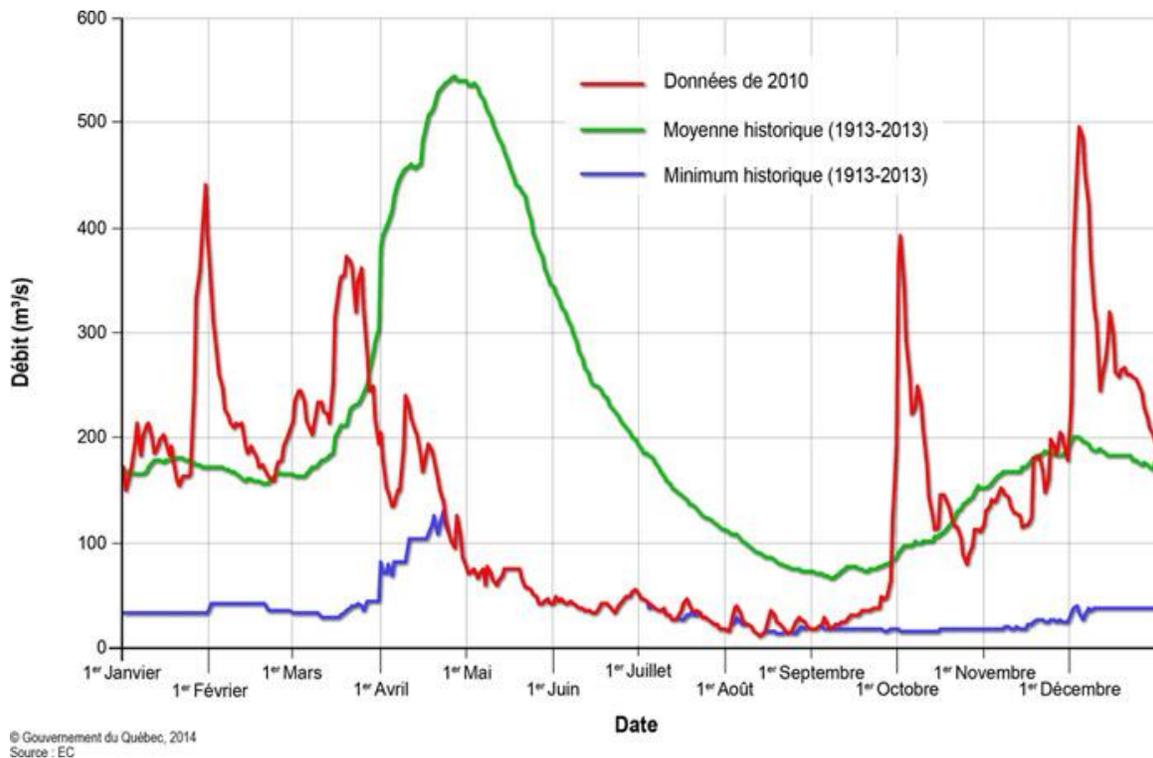
Au cours des dernières années, certains étés, dont ceux de 2001, 2002, 2005, 2010 et 2012, ont présenté des étiages particulièrement mémorables puisqu'ils ont engendré diverses perturbations sur le plan, par exemple, de l'approvisionnement en eau ou de la navigation. À certains endroits, les débits ont atteint les minimums historiques. L'été 2010 a notamment été marqué par les étiages de la rivière des Mille Îles (Photo 16). Dès la fin d'avril, le débit de la rivière a atteint le minimum historique de la période et la situation a perduré presque tout



**Photo 16** Rivière des Mille Îles en juillet 2010 (Denis Brouillette, MDDELCC)

l'été (Figure 8 Hydrogrammes de la station Bois-des-Filion sur la rivière des Mille îles, débits historiques (moyen et minimum) et débits journaliers pour 2010<sup>5,24</sup>). Le débit a atteint son point le plus bas à 11,8 m<sup>3</sup>/s au mois d'août<sup>24</sup>, alors qu'il oscille normalement aux alentours de 80 m<sup>3</sup>/s. Cette situation a occasionné des problèmes majeurs étant donné qu'un débit minimal de 25 m<sup>3</sup>/s est requis afin d'assurer l'approvisionnement en eau et la dilution des eaux usées des municipalités riveraines<sup>25</sup>. Ces bas débits ont été la conséquence de la faible accumulation de neige à l'hiver précédent<sup>26</sup> et des faibles précipitations printanières reçues<sup>27</sup>.

Les fluctuations naturelles des niveaux d'eau sont un important facteur d'érosion des berges. En ce qui concerne le fleuve, par exemple, l'augmentation des niveaux d'eau après de longues périodes de bas niveaux provoque une importante érosion des berges puisque celles composées d'argile, en particulier, sont plus friables une fois asséchées<sup>28</sup>. Les fluctuations de niveaux causées par des ouvrages de régulation figurent également parmi les facteurs à l'origine de l'érosion du secteur fluvial du Saint-Laurent<sup>28</sup>.



**Figure 8** Hydrogrammes de la station Bois-des-Filion sur la rivière des Mille îles, débits historiques (moyen et minimum) et débits journaliers pour 2010<sup>5,24</sup>

## L'estuaire et le golfe du Saint-Laurent

En plus des variations liées au phénomène des marées, les niveaux d'eau de l'estuaire et du golfe s'élèvent graduellement au fil des ans et atteignent également, de façon temporaire, des niveaux extrêmes sur les côtes. Le réchauffement du climat, l'ajustement de la croûte terrestre de même que les événements de tempête sont des facteurs influençant les variations de niveaux observées sur les côtes.

## Une mer qui s'élève graduellement

Entre 1900 et 2009, le niveau moyen de la mer à l'échelle de la planète a augmenté à un taux moyen de  $1,7 \pm 0,2$  mm/an, soit l'équivalent d'une hausse de 19 cm pour cette période, alors qu'il a été de  $1,9 \pm 0,4$  mm/an depuis 1961<sup>1</sup>. L'augmentation a été plus rapide entre 1993 et 2009, avec un taux moyen mesuré de  $3,2 \pm 0,4$  mm/an à partir des données satellitaires et de  $2,8 \pm 0,8$  mm/an à partir des données marégraphiques<sup>1,2</sup>. La hausse s'observe également dans le golfe<sup>3</sup> et l'estuaire du Saint-Laurent. Par exemple, aux îles-de-la-Madeleine, la hausse du niveau marin relatif était de 1,7 mm/an au cours des 800 dernières années et de 3,5 mm/an entre 1964 et 2011<sup>4</sup>. Ce rythme plus marqué coïncide avec la succession des trois décennies les plus chaudes sur la planète depuis 1850<sup>5</sup>. En fait, la période de 1983 à 2012 a probablement été la plus chaude survenue dans l'hémisphère nord depuis 1 400 ans<sup>6</sup>. Ce réchauffement est déterminant dans la hausse du niveau des océans observée à l'échelle planétaire, incluant l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent.

Le réchauffement du climat entraînerait la fonte de la neige et de la glace emmagasinées dans les glaciers sur les continents, générant ainsi d'importants volumes d'eau qui se déversent vers les océans<sup>2</sup>. En rehaussant la température des océans, le réchauffement du climat provoque aussi une expansion des masses d'eau, entraînant une hausse du niveau de la mer<sup>7</sup>. Ces deux phénomènes seraient responsables de 75 % de la hausse du niveau des océans observée depuis le début des années 1970<sup>8</sup>. Pour la période 1971-2010, les volumes provenant de la fonte des glaciers auraient contribué à élever le niveau d'eau de 0,25 à 1,0 mm/an, alors que l'expansion des masses d'eau océaniques résultant de leur réchauffement y aurait contribué à un rythme de 0,8 mm/an<sup>7</sup>.

Par ailleurs, les niveaux d'eau du golfe du Saint-Laurent et de l'Atlantique Nord seraient aussi certainement influencés par les fluctuations cycliques naturelles du climat, lesquelles affectent les températures ainsi que les courants atmosphériques et océaniques à l'échelle de l'Atlantique Nord<sup>2,9</sup>. Certaines de ces variations cycliques s'expriment par une alternance entre des périodes de 20 à 40 ans de températures froides et de températures chaudes à la surface de la mer<sup>9</sup>. Les observations de température à la surface de la mer indiquent qu'une période de températures chaudes aurait débuté au milieu des années 1990.

De récentes prévisions, basées sur différents scénarios climatiques, situent la hausse planétaire du niveau marin quelque part entre 26 et 98 cm pour l'horizon 2081-2100<sup>6</sup>. D'autres travaux montrent aussi, pour cette même période, des prévisions plus élevées pouvant atteindre 179 cm<sup>10</sup>. Selon certaines observations, une hausse jusqu'à 30 % supérieure à la moyenne planétaire se produirait du côté est de l'Amérique du Nord<sup>8</sup>. À cause, entre autres, d'un ralentissement des circulations océaniques occasionné par le climat plus chaud, la région du golfe du Saint-Laurent devrait subir une hausse plus élevée, de l'ordre de 5 à 20 cm, que la moyenne planétaire prévue<sup>11</sup>.

## Une hausse variable selon la région

L'ampleur observée de la hausse du niveau de l'estuaire et du golfe varie selon les régions en raison du mouvement vertical de la croûte terrestre<sup>12</sup>. En effet, depuis le retrait des glaciers

continentaux il y a 12 400 ans<sup>13</sup>, la croûte terrestre est en réajustement, un phénomène appelé ajustement isostatique. En ce qui concerne les côtes maritimes du Québec, ce réajustement entraînerait une élévation de la partie nord du golfe tandis que la partie sud s'enfoncerait<sup>12, 14</sup>. Aussi, selon l'endroit, trois situations résultant de la hausse du niveau de la mer et du mouvement de la croûte terrestre s'observent sur les côtes.

La première situation représente une avancée de la mer sur les terres, là où la croûte terrestre s'enfonce ou remonte légèrement, en même temps que le niveau de la mer s'élève (Figure 9 Situations côtières résultant de la hausse du niveau de la mer et de l'ajustement de la croûte terrestre : A) avancée de la mer sur les terres; B) état d'équilibre; C) retrait de la mer<sup>adaptée de 18A</sup>). Cette situation se remarque principalement dans la partie sud du golfe, comme aux îles de la Madeleine et dans la baie des Chaleurs<sup>14</sup>. À Cap-aux-Meules, par exemple, la hausse historique des niveaux d'eau mesurés a été de 4,33 mm/an entre 1964 et 2011, ce qui correspond à une hausse relative du niveau de la mer de près de 21 cm (Tableau 2). L'avancée de la mer est aussi perçue à certains endroits dans l'estuaire maritime et le nord du golfe, soit à Rimouski, Rivière-au-Renard et Sept-Îles. Des taux d'élévation relative de moindre importance, variant entre 0,98 et 1,57 mm/an, y sont mesurés.

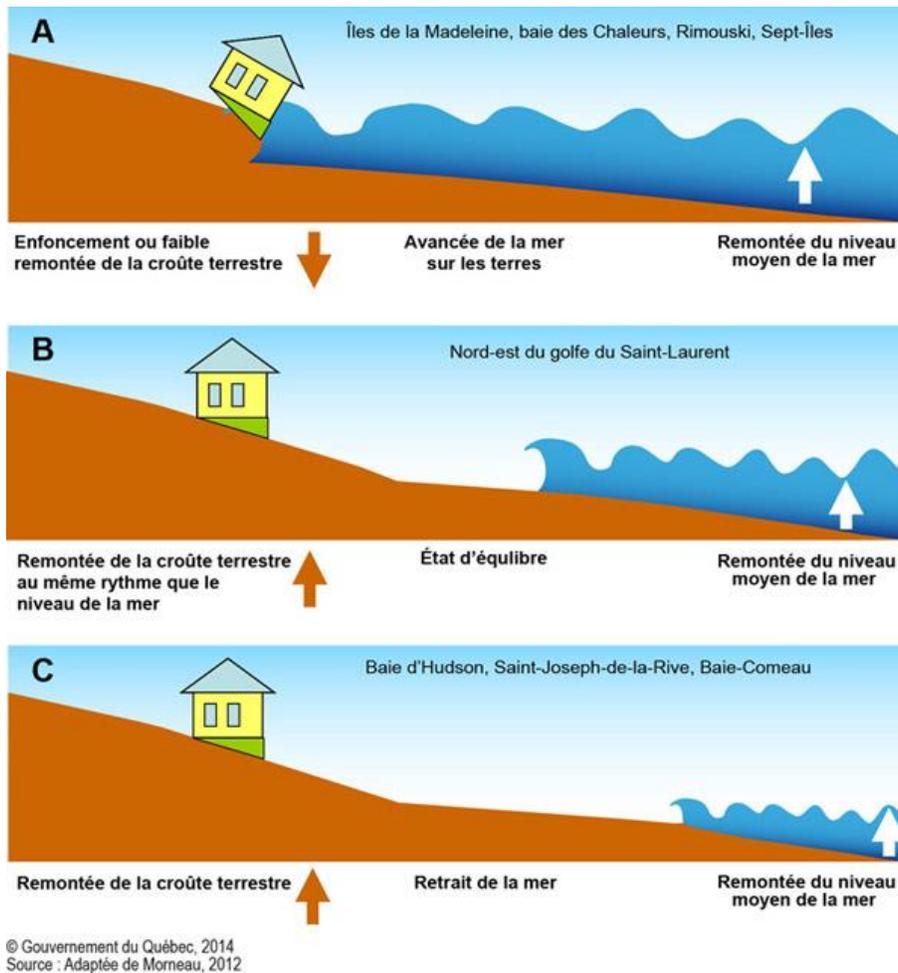
La seconde situation consiste en un état d'équilibre, là où la croûte terrestre remonte à la même vitesse que le niveau de la mer (Figure 9 Situations côtières résultant de la hausse du niveau de la mer et de l'ajustement de la croûte terrestre : A) avancée de la mer sur les terres; B) état d'équilibre; C) retrait de la mer<sup>adaptée de 18B</sup>). Cet état apparent de statu quo se rencontrant dans la partie nord du golfe<sup>15</sup> est cependant appelé à évoluer vers une situation d'avancée de la mer sur les terres. En effet, la hausse du niveau de la mer pourrait y dépasser celle du continent d'ici la fin du 21<sup>e</sup> siècle<sup>14</sup>.

La troisième situation s'illustre par un recul de la mer, là où la croûte terrestre remonte plus vite que le niveau de la mer (Figure 9 Situations côtières résultant de la hausse du niveau de la mer et de l'ajustement de la croûte terrestre : A) avancée de la mer sur les terres; B) état d'équilibre; C) retrait de la mer<sup>adaptée de 18C</sup>). Ce phénomène est observé pour les côtes de l'estuaire moyen et certaines portions de l'estuaire maritime du Saint-Laurent, tel qu'à Saint-Joseph-de-la-Rive et à Baie-Comeau<sup>12, 16</sup>. Il est aussi observé sur les côtes de la baie d'Hudson<sup>17</sup>.

**Tableau 2** Tendances historiques des niveaux d'eau mesurés à cinq stations marégraphiques de l'estuaire et du golfe<sup>16</sup>

Station	Période	Taux d'élévation relatif (mm/an)
Cap-aux-Meules (Îles-de-la-Madeleine)	1964-2011 (48 ans)	4,33 ± 0,08
Sept-Îles (Côte-Nord)	1972-2011 (40 ans)	1,57 ± 0,23
Rimouski (Bas-Saint-Laurent)	1984-2011 (28 ans)	0,98 ± 0,53

Rivière-au-Renard (Gaspésie)	1969-2011 (43 ans)	0,98 ± 0,12
Saint-Joseph-de-la-Rive (Charlevoix)	1967-2011 (45 ans)	-1,05 ± 0,42



**Figure 9** Situations côtières résultant de la hausse du niveau de la mer et de l'ajustement de la croûte terrestre : A) avancée de la mer sur les terres; B) état d'équilibre; C) retrait de la mer<sup>adaptée de 18</sup>

### Des niveaux marins extrêmes à l'occasion

En plus de la hausse graduelle du niveau de la mer, des niveaux d'eau extrêmes peuvent s'observer lors de conditions marégraphiques et météorologiques particulières, comme les grandes marées, les vagues de tempêtes et les basses pressions atmosphériques.

Les niveaux d'eau extrêmes seraient plus fréquents depuis les années 1950 dans la plupart des régions du monde, un constat établi avec plus d'assurance à partir des années 1970<sup>2</sup>. Deux facteurs sont souvent désignés comme responsables du changement de la fréquence ou de l'ampleur des niveaux d'eau extrêmes, soit la hausse graduelle du niveau de la mer et

l'augmentation de la fréquence des tempêtes sévères. La hausse graduelle du niveau de la mer serait probablement le facteur le plus important pour expliquer la fréquence des niveaux d'eau extrêmes et très probablement le facteur dominant dans la recrudescence de ce phénomène dans le futur<sup>2, 6</sup>. En effet, avec la poursuite de cette hausse graduelle du niveau marin, les cas de niveaux d'eau extrêmes deviendraient plus fréquents et atteindraient des niveaux plus importants, particulièrement vers la fin du 21<sup>e</sup> siècle, soit à partir de 2081<sup>6, 8</sup>. Pour la région du golfe, cet effet sera vraisemblablement plus manifeste aux îles de la Madeleine et dans la baie des Chaleurs, là où la hausse relative du niveau marin est plus rapide<sup>15</sup>.

Pour leur part, les tempêtes sévères sont communément accompagnées de basses pressions et de forts vents, deux conditions propices aux gonflements soudains des niveaux d'eau<sup>19</sup>. Des niveaux extrêmes sont plus souvent atteints lorsque ces conditions surviennent en période où le niveau de l'eau est déjà élevé, par exemple lors d'une marée haute ou d'une grande marée. Au cours de la décennie 2000-2010, la fréquence des tempêtes touchant plus d'une région et ayant eu un impact important sur les côtes du golfe et de l'estuaire du Saint-Laurent était en augmentation par rapport aux trois décennies précédentes<sup>16, 20</sup>.



**Photo 17** Niveau d'eau extrême sur les côtes du Bas-Saint-Laurent en décembre 2010 (Claude Morin, Municipalité de Saint-André-de-Kamouraska)

Lors d'une de ces tempêtes, celle du 6 décembre 2010, la conjugaison de conditions particulières a contribué à l'augmentation du niveau d'eau et à la génération de fortes vagues sur les côtes du Bas-Saint-Laurent et de la Gaspésie (Photo 17). D'abord, l'événement s'est produit lors d'une nouvelle lune, l'une des deux périodes du mois où les marées sont les plus fortes<sup>21, 22</sup>. À cela s'est ajoutée la présence d'une zone de pression atmosphérique exceptionnellement basse<sup>23, 24, 25</sup>, provoquant un gonflement du niveau

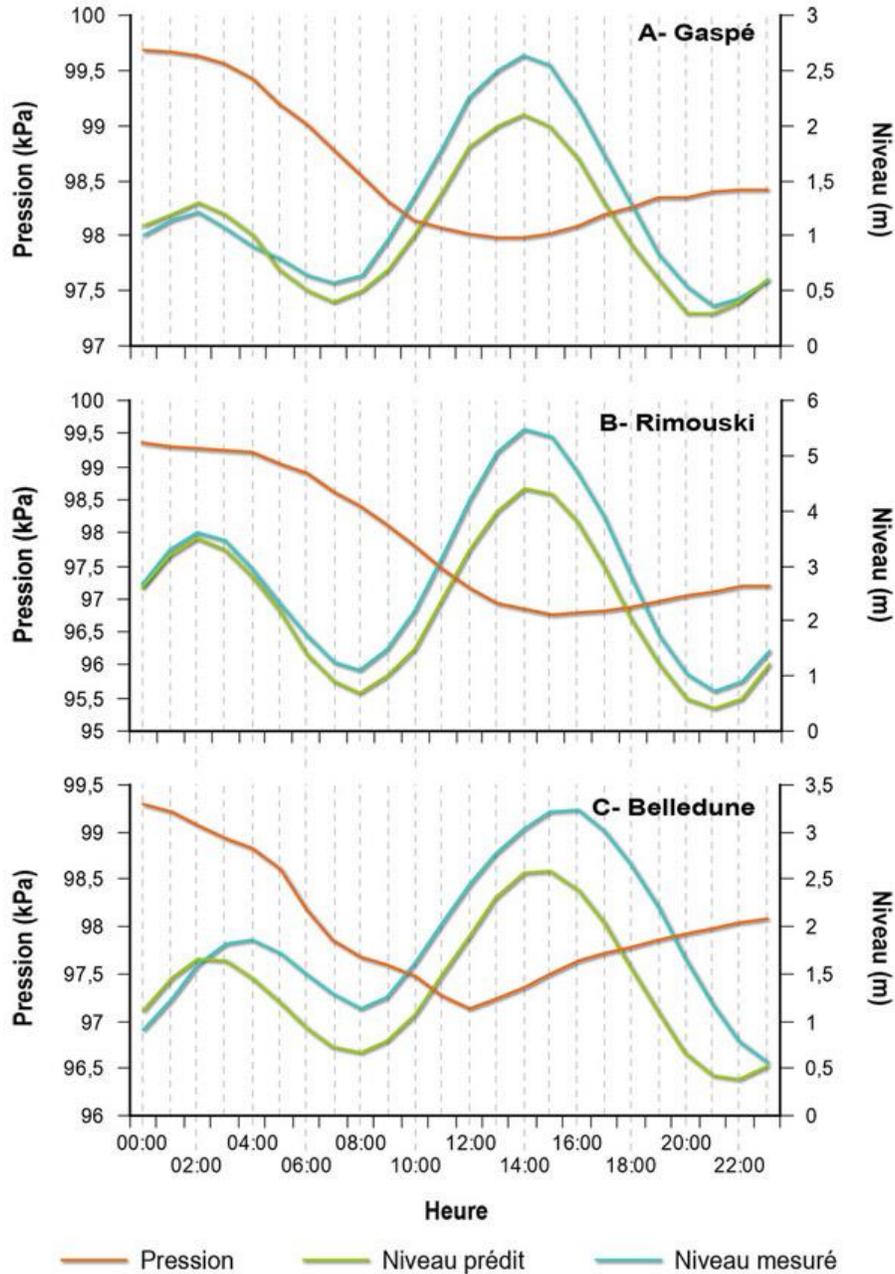
des eaux. À la station de Gaspé, par exemple, le niveau d'eau le plus haut, soit 2,6 m, a coïncidé avec la période où la pression atmosphérique était à son plus bas, soit à 97,98 kPa<sup>24, 26</sup> (**Figure 10** Niveaux d'eau et pression atmosphérique le 6 décembre 2010 : A) Gaspé; B) Rimouski; C) Belledune, au Nouveau-Brunswick <sup>23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31</sup>**A**). En outre, de forts vents<sup>23, 24, 25</sup> ont créé un courant de surface, accentuant le niveau d'eau près des côtes.

Dans le Bas-Saint-Laurent, ces niveaux extrêmes ont particulièrement touché les municipalités côtières de Sainte-Luce et de Sainte-Flavie<sup>22, 27</sup>. À la station marégraphique de Rimouski, le niveau d'eau a atteint 5,5 m au-dessus du zéro marégraphique, soit 1 m de plus que le niveau prédit des marées<sup>28, 29</sup> (**Figure 10** Niveaux d'eau et pression atmosphérique le 6 décembre 2010 : A) Gaspé; B) Rimouski; C) Belledune, au Nouveau-Brunswick <sup>23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31</sup>**B**). Cet événement correspond à un niveau d'eau extrême avec un temps de retour de 149 ans<sup>16</sup>. Lors de cet événement, les niveaux atteints dans la région du Bas-Saint-Laurent ont été en moyenne de 2 m au-dessus du niveau de la pleine mer

supérieure de grande marée<sup>22</sup>. Sur la pointe de la péninsule gaspésienne, à Gaspé précisément, le niveau d'eau maximal mesuré était de 2,6 m, soit 55 cm de plus que le niveau de marée prédit<sup>26, 29</sup>. Les très hauts niveaux d'eau et les fortes vagues ont aussi submergé les côtes de la baie des Chaleurs, en Gaspésie, affectant particulièrement les municipalités de Maria et de Carleton. Pour ces deux municipalités, les niveaux atteints ont été en moyenne de 1,3 m au-dessus du niveau de la pleine mer supérieure de grande marée<sup>22</sup>. De l'autre côté de la baie, la station marégraphique de Belledune, au Nouveau-Brunswick<sup>ii</sup>, indiquait un niveau d'eau maximal de 3,2 m, soit près de 1 m au-dessus du niveau marégraphique prédit<sup>30, 31</sup> (Figure 10 Niveaux d'eau et pression atmosphérique le 6 décembre 2010 : A) Gaspé; B) Rimouski; C) Belledune, au Nouveau-Brunswick <sup>23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31</sup>C).

---

<sup>ii</sup> Seule station marégraphique de la baie des Chaleurs



© Gouvernement du Québec, 2014  
Sources : EC, MPO

**Figure 10** Niveaux d'eau et pression atmosphérique le 6 décembre 2010 : A) Gaspé; B) Rimouski; C) Belledune, au Nouveau-Brunswick 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31

### Les nappes d'eau souterraine

Les eaux souterraines sont renouvelées par les apports en précipitations, sous forme de pluie ou de neige. La fraction des eaux de précipitations qui réussit à s'infiltrer dans le sol jusqu'à la nappe d'eau souterraine se nomme la recharge. Cette recharge varie dans l'espace en fonction des formations géologiques rencontrées. Par ailleurs, la recharge détermine les niveaux d'eau

souterraine. Ces deux variables permettent de comprendre le comportement des nappes d'eau souterraine, d'une année à l'autre et à l'intérieur d'une même année.

### **De l'eau souterraine partout au Québec, mais en quantité variable**

Les nappes d'eau souterraine au Québec servent à approvisionner en eau potable 20 % de la population répartie sur près de 90 % du territoire habité<sup>1</sup>. Les formations géologiques ayant le potentiel d'emmagasiner un volume important d'eau pour assurer un tel approvisionnement se nomment « aquifères ». Bien que l'eau souterraine soit généralement abondante au Québec, elle n'est pas répartie également sur l'ensemble du territoire québécois. La disponibilité de l'eau souterraine sur le territoire est étroitement liée à la recharge.

Connaître les endroits où la recharge des nappes d'eau souterraine est élevée permet donc de localiser les portions de territoire où l'eau souterraine est susceptible d'être exploitée en quantité appréciable. De plus, pour établir le niveau d'exploitation durable des eaux souterraines dans un bassin versant, le volume de recharge annuelle et ses variations interannuelles sont des variables essentielles à considérer. Cependant, la part de cette recharge destinée à assurer un écoulement de base dans les milieux aquatiques de même que les différentes caractéristiques des prélèvements, tels leur localisation et l'importance des volumes d'eau consommés et non retournés aux milieux aquatiques, doivent aussi être prises en considération<sup>2, 3</sup>.

### **La recharge à l'échelle du Québec municipalisé**

Plusieurs projets de caractérisation régionale des eaux souterraines ont permis de rassembler une grande quantité d'informations hydrogéologiques dans diverses régions du Québec situées en zone municipalisée ([Carte 11](#) Localisation des projets du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES) réalisés et des quatre projets de caractérisation régionale des eaux souterraines pré-PACES<sup>5</sup>). Dans le secteur du sud-ouest de la Mauricie, par exemple, la recharge annuelle totale équivaut à 21 % des précipitations annuelles et est estimée à 743 Mm<sup>3</sup> (Tableau 3 Recharge annuelle totale et par kilomètre carré de certains secteurs du Québec municipalisé) soit près de 200 000 piscines olympiques. Cette quantité d'eau est grande pour un territoire d'une aussi petite superficie. La recharge annuelle moyenne par kilomètre carré dans ce secteur, d'une superficie de 3 915 km<sup>2</sup>, est d'environ 189 000 m<sup>3</sup>, soit l'équivalent de 50 piscines olympiques. Avec 159 000 m<sup>3</sup> par kilomètre carré, le secteur de Bécancour compte aussi une recharge annuelle moyenne très élevée. Par ailleurs, une importante recharge annuelle moyenne par kilomètre carré, soit 240 000 m<sup>3</sup>, est aussi associée aux complexes deltaïques du secteur de Portneuf. Ces grandes nappes de sables et de graviers ont d'ailleurs été désignées comme ayant le plus grand potentiel aquifère du secteur<sup>4</sup>. La plus faible recharge annuelle moyenne par kilomètre carré, parmi les secteurs où elle a été évaluée, a été calculée pour le secteur de Mirabel (Tableau 3 Recharge annuelle totale et par kilomètre carré de certains secteurs du Québec municipalisé) Cependant, pour l'ensemble des secteurs étudiés, si la recharge annuelle totale semble élevée d'un point de vue régional, elle n'est pas répartie également à l'intérieur des secteurs.

**Tableau 3** Recharge annuelle totale et par kilomètre carré de certains secteurs du Québec municipalisé

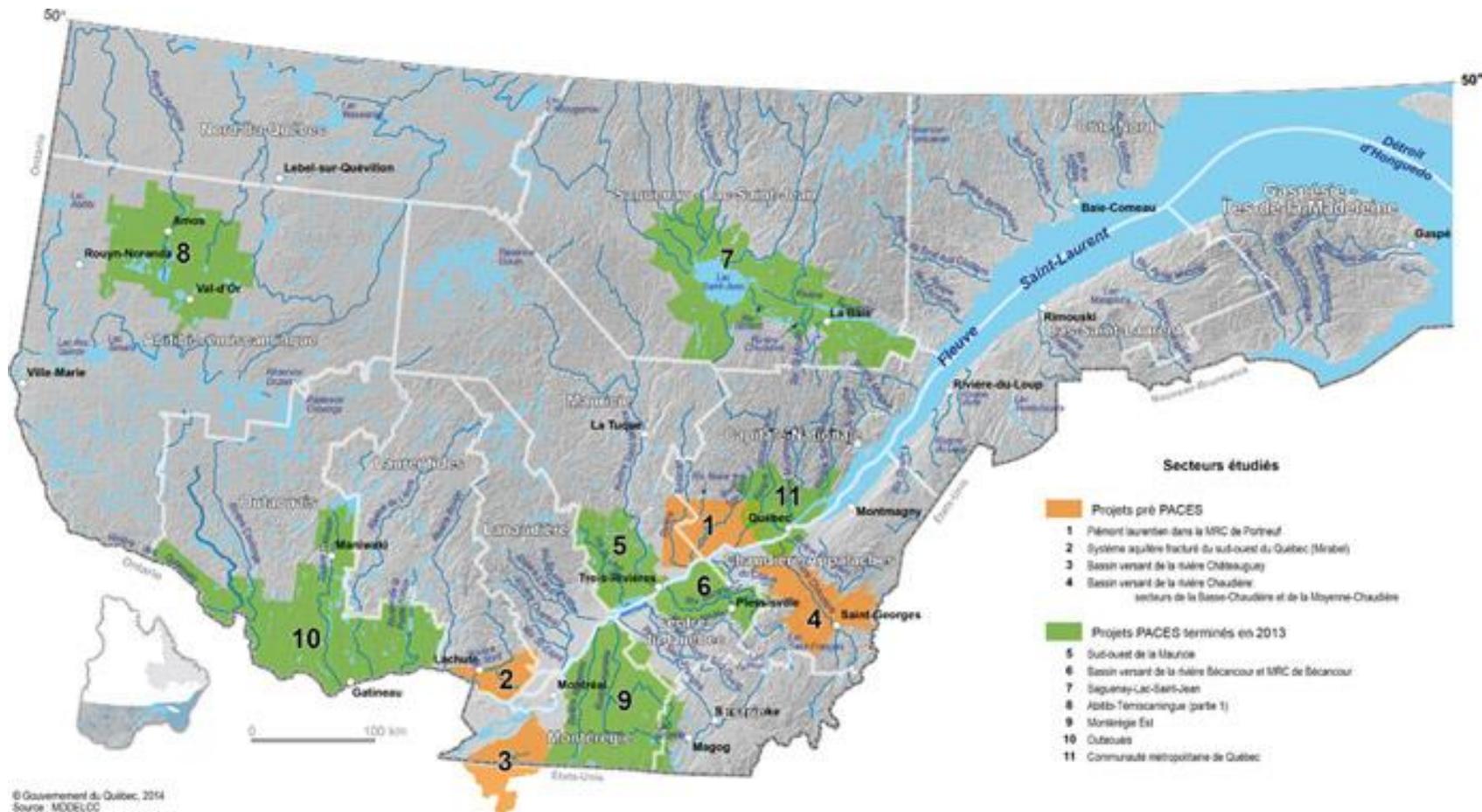
Secteur	Superficie à l'étude (km <sup>2</sup> )	Recharge annuelle totale (mm <sup>3</sup> )	Recharge annuelle moyenne/km <sup>2</sup> (m <sup>3</sup> )
Portneuf - complexes deltaïques <sup>4</sup>	525	130	248 000
Sud-Ouest de la Mauricie <sup>6</sup>	3 915	743	189 000
Bécancour <sup>7</sup>	2 859	455	159 000
Abitibi-Témiscamingue <sup>8</sup>	9 181	911	99 000
Montérégie Est <sup>9</sup>	9 032	883	98 000
Châteauguay - portion québécoise <sup>10</sup>	1 440	124	86 000
Chaudière <sup>11</sup>	3 620	294	81 000
Mirabel <sup>12, 13</sup>	1 500	Entre 68 et 75	Entre 45 000 et 50 000

### Une recharge annuelle variable à l'intérieur d'une région

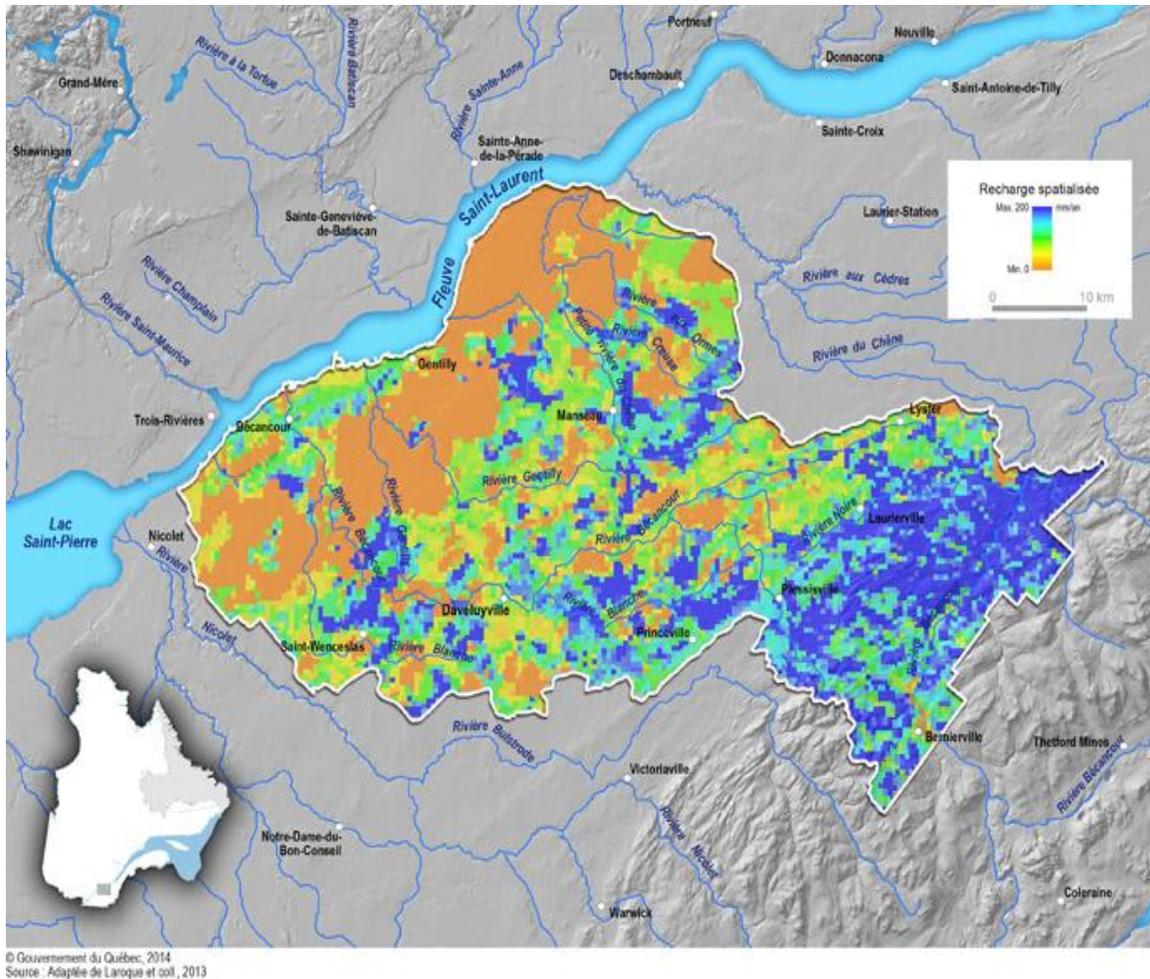
Des zones où la recharge annuelle est élevée et des zones où elle est faible peuvent se côtoyer sur le territoire d'une même région. Les projets de caractérisation hydrogéologique ont permis de déterminer à une échelle locale les zones qui reçoivent une recharge substantielle et celles qui en reçoivent moins. Exprimés en millimètres par an, les résultats révèlent que la variabilité de la recharge annuelle à l'intérieur même des secteurs étudiés est très grande. Ce sont les types de formations géologiques qui déterminent si l'eau en provenance de la surface s'infiltrera peu, modérément ou beaucoup dans le sol.

À certains endroits, les formations géologiques se caractérisent par une faible porosité ainsi qu'une faible perméabilité ne favorisant pas une recharge volumineuse et limitant la circulation de l'eau. La porosité représente la quantité d'espaces vides des formations géologiques, et donc leur capacité d'emmagasiner l'eau.

Dans le secteur de Bécancour, par exemple, des zones de recharge supérieure à 200 mm/an se retrouvent dans la portion appalachienne à l'est du secteur, mais côtoient également des zones de recharge plus faible au centre de la région étudiée ([Carte 12](#) Zones de recharge préférentielle, secteur Bécancour adaptée de 7).



**Carte 11** Localisation des projets du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES) réalisés et des quatre projets de caractérisation régionale des eaux souterraines pré-PACES<sup>5</sup>



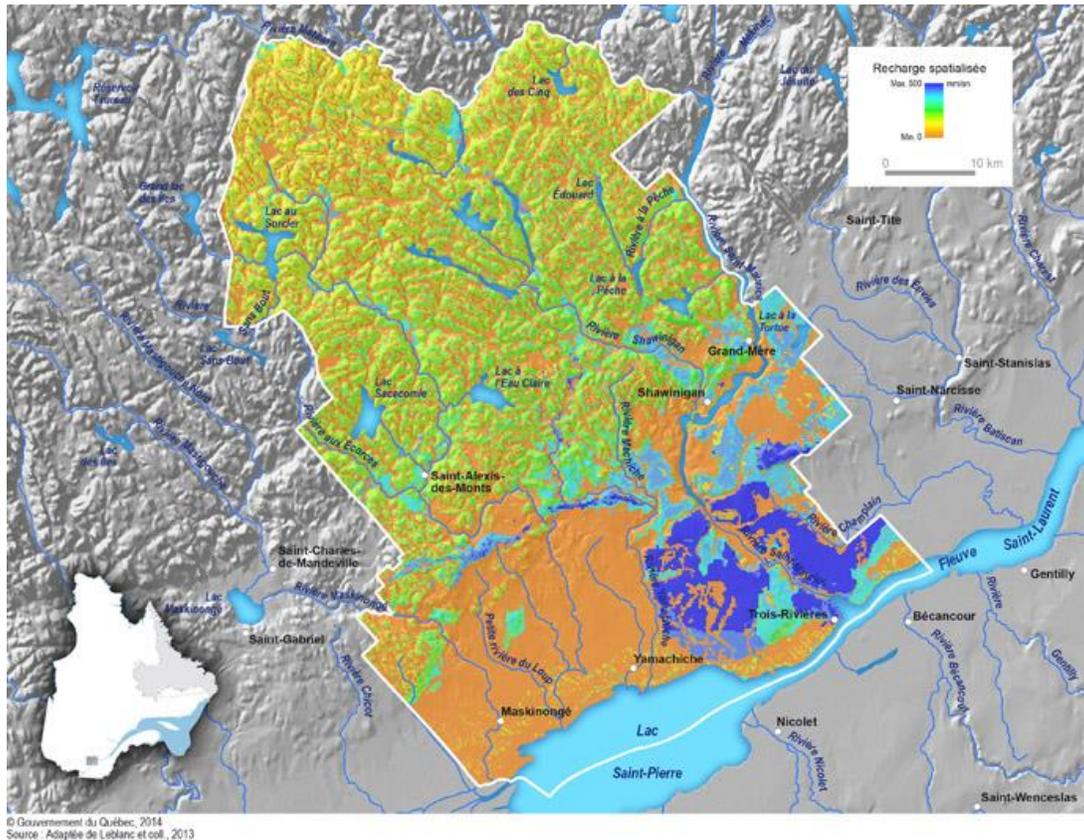
**Carte 12** Zones de recharge préférentielle, secteur Bécancour adaptée de 7

Les zones de faible recharge sont par ailleurs plus fréquentes à proximité du fleuve, où une couche épaisse et continue de dépôts fins limite l’infiltration de l’eau des précipitations jusqu’aux nappes (Carte 12 Zones de recharge préférentielle, secteur Bécancour adaptée de 7).

En Montérégie Est, une vaste portion de l’aquifère régional, situé dans les basses terres du Saint-Laurent, reçoit une recharge annuelle inférieure à 13,5 mm. Pourtant, au sud de ce secteur, dans les Appalaches, la recharge dépasse aisément les 200 mm/an par endroits, voire plus de 265 mm/an<sup>9</sup>. Ailleurs, tel que dans le secteur du sud-ouest de la Mauricie, les plus fortes zones de recharge peuvent dépasser les 400 mm/an (Carte 13 Estimation de la recharge annuelle pour le secteur du sud-ouest de la Mauricie adaptée de 6) et non loin de là, atteindre difficilement les 250 mm/an, ou encore être tout simplement nulles. Les zones recevant une recharge supérieure à 250 mm/an contribuent majoritairement à la recharge annuelle totale d’une région.

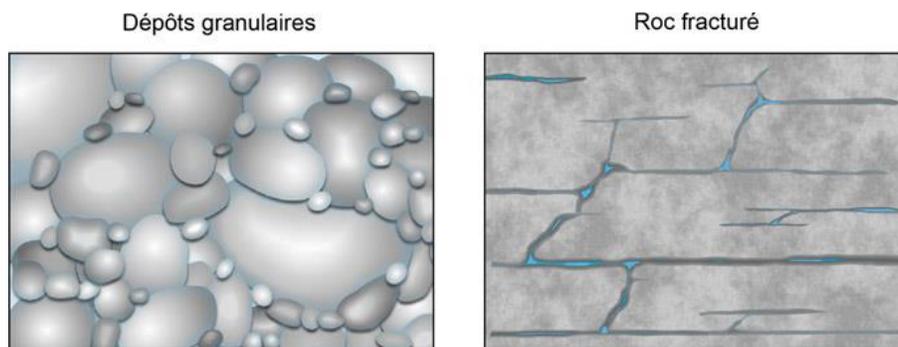
Dans les secteurs étudiés, les formations géologiques composées de dépôts granulaires, tels que les sables et les graviers, constituent généralement de meilleurs aquifères. En effet, les sables et les graviers, en particulier, possèdent une grande porosité et une bonne perméabilité, ce qui en fait de bons aquifères puisque l’eau s’y accumule plus facilement<sup>14</sup> (Figure 11 Comparaison des

aquifères de dépôts granulaires et de roc fracturé). La présence d'aquifères de type « granulaires » de grande étendue sur un territoire offre ainsi un plus grand potentiel d'approvisionnement pour les communautés qui s'y trouvent. Les sables et graviers d'origine deltaïque dans le secteur de Portneuf, l'ancien delta de la rivière Saint-Maurice, en Mauricie, et les eskers de l'Abitibi-Témiscamingue (Photo 18 Esker près de Cadillac en Abitibi-Témiscamingue (Simon Nadeau)) constituent d'ailleurs d'importants aquifères granulaires<sup>5</sup>. Les eskers sont formés en fait d'immenses cordons



de dépôts granulaires mis en place lors de la dernière glaciation et sont réputés pour contenir une eau souterraine de haute qualité<sup>8</sup>.

**Carte 13** Estimation de la recharge annuelle pour le secteur du sud-ouest de la Mauricie adaptée de 6



© Gouvernement du Québec, 2014  
 Source : MDDELCC

**Figure 11** Comparaison des aquifères de dépôts granulaires et de roc fracturé



**Photo 18** Esker près de Cadillac en Abitibi-Témiscamingue (Simon Nadeau)

Pour leur part, les aquifères rocheux, omniprésents sur le territoire, se trouvent dans le roc fracturé, car ce sont les fractures présentes dans ce type de formation géologique qui canalisent l'eau souterraine (Figure 11 Comparaison des aquifères de dépôts granulaires et de roc fracturé). Ces aquifères rocheux sont généralement plus profonds que les aquifères de dépôts granulaires, sauf lorsque le roc affleure à la surface.

Dans les aquifères rocheux, l'eau s'écoule et s'accumule à travers les ouvertures générées par les transformations du socle rocheux au fil du temps. Le potentiel de ces aquifères pour l'approvisionnement en eau dépend de la densité et de la connectivité de ces ouvertures<sup>15</sup>. Ainsi, le potentiel des aquifères rocheux varie d'un territoire à l'autre selon le type de formations rocheuses qui les composent. Les formations de roches sédimentaires telles que les calcaires forment généralement des aquifères plus productifs que ceux composés de roches ignées ou métamorphiques et qui sont peu fracturés. Le mode de déposition en couches des formations sédimentaires et leur potentiel de dissolution favorisent la formation d'ouvertures permettant à l'eau de circuler.

À ces caractéristiques naturelles s'ajoute parfois la forte urbanisation d'une portion de territoire qui influence la recharge. En effet, les surfaces imperméables créées par les activités humaines produisent un effet similaire aux dépôts de matériaux fins et empêchent donc la recharge de s'effectuer. Les recherches menées dans le secteur de la Communauté métropolitaine de Québec (CMQ) rapportent une telle situation à proximité du fleuve, où l'effet des dépôts peu perméables se combine à celui de l'urbanisation<sup>16</sup>. Dans ce secteur, les nappes d'eau souterraine reçoivent de 50 à 100 mm/an seulement, tandis que celles localisées dans la partie nord, soit dans les Laurentides, peuvent recevoir de 400 à 500 mm/an.

### **Des quantités d'eau souterraine variables dans le temps**

À l'image des variations de débits observées pour les eaux des rivières et du fleuve, les niveaux d'eau souterraine fluctuent au fil des années et des saisons. La distribution temporelle et la quantité des précipitations reçues influencent les volumes d'eau qui s'infiltrent dans le sol pour recharger les aquifères.

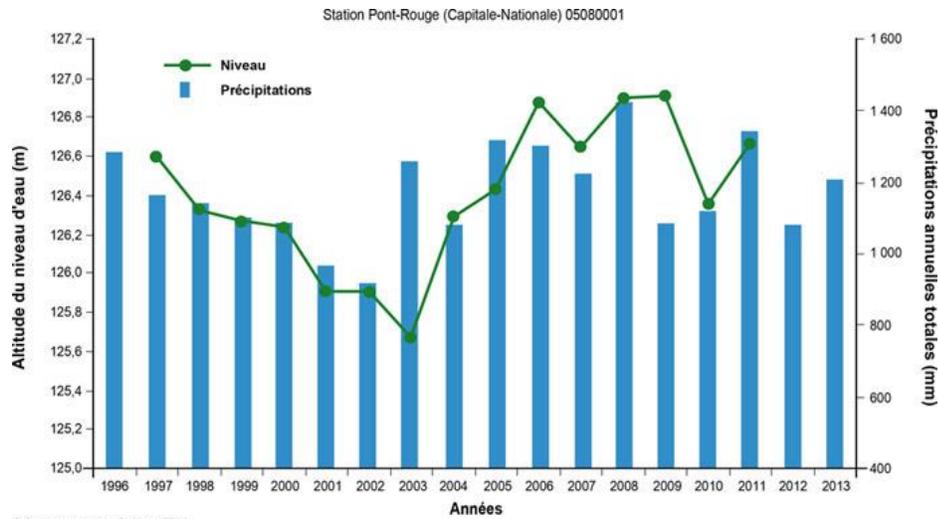
Bien que les projets de caractérisation hydrogéologique régionale aient permis d'évaluer la recharge annuelle moyenne de différents secteurs, ils n'ont pas permis de connaître l'évolution de ce paramètre au fil des années. Par contre, selon des études qui ont abordé cette question

pour différentes provinces du Canada, aucune tendance claire et généralisée ne ressort de l'évolution de la **recharge** annuelle des eaux souterraines pour le moment<sup>17, 18</sup>. Bien qu'elle soit variable d'une année à l'autre, il n'y a pas d'indication évidente que celle-ci soit à la hausse ou à la baisse au cours des dernières décennies au Québec<sup>18</sup>. En effet, la tendance varie selon la localisation des stations analysées au Québec et n'est pas statistiquement significative pour la majorité d'entre elles.

Il est cependant connu que la recharge et le niveau d'eau varient en fonction des saisons. Le printemps et l'automne sont les périodes les plus propices pour la recharge des aquifères<sup>10</sup>. La fonte des neiges et les pluies printanières élèvent le niveau des nappes d'eau souterraine, tandis que les résurgences de cette eau en rivière et l'évapotranspiration l'abaissent en été. Par la suite, les pluies d'automne remontent le niveau avant que le sol gelé en hiver ne freine l'infiltration.

De plus, pour la majorité des 193 stations de suivi des **niveaux** d'eau souterraine du Réseau de suivi des eaux souterraines du Québec, il est actuellement prématuré de déceler une tendance dans l'évolution des niveaux au fil des ans étant donné leur récente mise en place ou leur trop courte série de données disponibles. Par contre, il est possible de percevoir, à certaines stations, l'effet d'une suite d'années plus chaudes et sèches sur les niveaux d'eau. En effet, les niveaux moyens annuels sont directement liés aux volumes totaux annuels des précipitations, à la recharge moyenne annuelle et à l'importance des résurgences au cours de cette période, soit la sortie de l'eau souterraine vers les cours d'eau. Ainsi, lors d'une année où le climat est chaud et sec, le volume d'eau qui s'infiltré jusqu'à la nappe, ou la recharge, est réduit. De pareilles conditions climatiques abaissent aussi le niveau des cours d'eau qui, en conséquence, requièrent une plus grande contribution des eaux souterraines.

La station de Pont-Rouge, par exemple, a montré une légère baisse de niveau au début des années 2000<sup>19</sup> (Figure 12). Cette station n'étant pas influencée par les prélèvements d'eau, la baisse du niveau d'eau a été attribuée aux variations des conditions météorologiques locales<sup>5</sup>. À cette station, les variations interannuelles des niveaux d'eau souterraine peuvent être fortes étant donné que les eaux souterraines sont en condition de nappe libre. Souvent, ce type de nappe se retrouve dans des aquifères près de la surface du sol, ce qui favorise une infiltration de l'eau plus directe<sup>15</sup>.



© Gouvernement du Québec, 2014  
 Source : MDDELCC

**Figure 12** Fluctuations des niveaux d'eau souterraine et des précipitations annuelles totales sur plusieurs années – station de Pont-Rouge adaptée de 19, 20

À ce jour, les impacts des changements climatiques sur les eaux souterraines ont été moins étudiés que les répercussions sur les eaux de surface<sup>21</sup>. Par ailleurs, les liens entre le climat et les eaux souterraines sont indirects et se font par la recharge : des changements dans les conditions de précipitations, entre autres, pourront modifier la recharge et avoir par le fait même une incidence sur les niveaux d'eau souterraine. Les études effectuées au pays ou ailleurs démontrent toutefois une importante variabilité des prévisions de tendances liées à la recharge<sup>22</sup>. Bien que le Réseau de suivi des eaux souterraines du Québec fournisse des données importantes sur les nappes d'eau souterraine, l'historique de données disponibles est actuellement trop court pour permettre d'anticiper les effets des changements climatiques sur cette ressource.

## En savoir plus

Indicateurs sur l'eau : <http://www.ec.gc.ca/indicateurs-indicators/default.asp?lang=Fr&n=13307B2E-1>

Marées, courants et niveaux d'eau : <http://www.waterlevels.gc.ca/fra/accueil>

Relevés hydrologiques du Canada : <http://www.ec.gc.ca/rhc-wsc/default.asp?lang=Fr&n=4EED50F1-1>

Réseau hydrométrique québécois : <http://www.cehq.gouv.qc.ca/hydrometrie/reseau/index.htm>

Marées, courants et niveaux d'eau : <http://www.waterlevels.gc.ca/fra/accueil>

Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines :

<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/souterraines/programmes/acquisition-connaissance.htm>

Réseau de suivi des eaux souterraines du Québec :

<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/piezo/index.htm>

## Quels sont les effets sur vous?

- [Des activités parfois perturbées par les faibles débits et les bas niveaux d'eau](#)
- [Des communautés vulnérables aux inondations et aux submersions](#)
- [En savoir plus](#)
- Références

La variabilité naturelle des quantités d'eau dans les écosystèmes aquatiques et les aquifères a son lot de répercussions sur la population. Les périodes de faibles débits et de bas niveaux posent d'ailleurs certaines contraintes à l'approvisionnement en eau, au nautisme et à la navigation commerciale. À l'inverse, plusieurs communautés établies en bordure de cours d'eau ou du fleuve Saint-Laurent sont vulnérables aux épisodes de forts débits et de hauts niveaux d'eau. Lorsqu'elles surviennent, ces situations peuvent entraîner des répercussions sur la santé et la sécurité de la population en plus des effets psychologiques, sociaux et économiques.

## Des activités parfois perturbées par les faibles débits et les bas niveaux d'eau

La grande majorité du temps, la population québécoise a accès à de l'eau en quantité suffisante pour répondre à ses besoins. Lorsque surviennent des sécheresses prolongées, les débits et les niveaux d'eau baissent à un point tel que l'approvisionnement en eau et certaines activités récréatives peuvent être compromis localement. Ces situations occasionnent d'importants coûts pour la société, une modification des habitudes de consommation, des risques pour la sécurité et des pertes économiques.

### L'approvisionnement en eau

Au Québec, de grandes quantités d'eau, en apparence inépuisables, sont disponibles pour la population. Malgré cela, des problèmes locaux et souvent temporaires d'**approvisionnement en eau potable** surviennent lors de sécheresses sévères. Durant ces périodes, le débit des cours d'eau est au plus faible et le niveau des rivières ou des nappes d'eau souterraine est très bas.

Les problématiques d'approvisionnement en eau potable en période de sécheresse sévère sont généralement amplifiées par l'augmentation ponctuelle d'autres besoins en eau pour la même période. En effet, en été, les prélèvements d'eau pour l'irrigation des champs agricoles, notamment, et pour les activités récréatives s'additionnent aux besoins en eau potable. De plus, la disparition des milieux humides, observée un peu partout au Québec depuis plusieurs années<sup>1</sup>, contribue elle aussi à accentuer le problème. En effet, les milieux humides ont la capacité d'emmagasiner de l'eau lors des périodes pluvieuses et de la relâcher graduellement en périodes plus sèches<sup>2</sup>, limitant ainsi les fortes baisses de débits durant ces périodes. En l'absence de milieux humides, l'environnement naturel est privé des avantages que ces écosystèmes procurent. À l'horizon 2050, les plus faibles débits et bas niveaux d'eau anticipés l'été<sup>3</sup>, combinés à l'augmentation prévue de la demande en eau pour certains usages tels que l'irrigation, risquent d'aggraver les problèmes d'approvisionnement dans les lacs et les cours d'eau<sup>4</sup>.

Les municipalités réagissent de multiples façons pour contrer des situations problématiques d'approvisionnement en eau. Elles peuvent, par exemple, avoir recours à des mesures temporaires telles l'émission de restrictions d'usage visant à économiser l'eau et le déplacement des prises d'eau. D'autres solutions à plus long terme sont envisageables comme la recherche de sources d'eau alternatives ou la réalisation de travaux directement dans la source, tel le creusage du lit pour augmenter le débit à la prise d'eau.



**Photo 19** Travaux sur la rivière des Mille Îles à l'été 2010 (Denis Brouillette, MDDELCC)

Les hauts-fonds à l'embouchure du lac des Deux Montagnes ont été abaissés en 2010 pour garantir un débit minimum de 25 à 30 m<sup>3</sup>/s dans la rivière des Mille Îles<sup>5</sup> (Photo 19). Ces travaux d'urgence d'environ 9,5 millions de dollars<sup>6</sup> ont permis de

garantir l'approvisionnement en eau de 400 000 personnes de 11 municipalités situées dans la couronne nord de Montréal<sup>7</sup>.

Des problèmes d'approvisionnement requérant des travaux d'aussi grande ampleur sont rarement rencontrés au Québec.

Bien que, de façon générale, les problématiques d'approvisionnement en eau soient locales et temporaires au Québec, certaines municipalités connaissent des difficultés d'approvisionnement en eau de qualité qui perdurent pendant plusieurs mois, voire plusieurs années. En effet, pour certaines municipalités, le coût élevé de production d'eau potable à partir d'eau de surface constitue un frein à l'utilisation de cette ressource comme source d'eau potable. Les municipalités se tournent donc vers les sources d'eau souterraine. Cependant, même si la recharge des eaux souterraines au Québec est généralement suffisante pour assurer les besoins de la population en eau, elle peut être très faible ou même nulle localement. Certaines municipalités peinent donc à trouver une source souterraine d'eau exploitable sur leur territoire. Face à cette situation, certaines municipalités établissent des ententes avec les municipalités voisines pour alimenter leurs citoyens en eau potable. D'importants investissements sont cependant nécessaires pour effectuer les travaux de recherche en eau souterraine et construire les infrastructures de distribution.

Outre les difficultés associées à l'approvisionnement en eau potable, des contraintes peuvent aussi survenir dans le secteur agricole. Des problèmes d'**irrigation ou d'abreuvement du bétail**, par exemple, sont parfois rapportés, mais aucun mécanisme n'est en place au Québec pour colliger ce type d'événement ponctuel.

Les périodes de faibles débits influencent aussi la **production hydroélectrique**. En tout temps, les gestionnaires de barrages doivent respecter un débit minimum en aval des ouvrages afin de préserver la santé des écosystèmes aquatiques et de permettre les usages présents en amont et en aval des centrales, tels que l'approvisionnement en eau potable et les activités récréatives<sup>9</sup>.

Le niveau d'eau dans les réservoirs d'Hydro-Québec est également à la baisse lors de sécheresses sévères. Cependant, plusieurs réservoirs gérés de façon pluriannuelle, c'est-à-dire sur plusieurs années, permettent à Hydro-Québec de se constituer des réserves lors des années abondantes en pluie et neige et d'ainsi assurer une production constante, même lors de saisons sèches<sup>10</sup>.

Le Québec n'aurait pas à craindre les effets des changements climatiques sur sa capacité de production hydroélectrique annuelle<sup>11</sup>. En fonction de la hausse attendue des températures, l'industrie devrait cependant adapter ses méthodes de gestion pour tenir compte des besoins énergétiques qui, par exemple, seraient plus faibles pour le chauffage, l'hiver, mais plus élevés pour la climatisation, l'été. L'augmentation de l'intensité des événements extrêmes devra aussi être prise en compte, notamment dans la conception de nouvelles installations<sup>11</sup>.

### **Le nautisme sur les lacs, les rivières et le Saint-Laurent**

Au Québec, plus de 800 000 personnes possèdent une embarcation de plaisance, allant des canots, kayaks et chaloupes jusqu'aux embarcations motorisées de tous genres<sup>12</sup>. Durant les

quelques mois propices au nautisme, les niveaux d'eau peuvent varier en raison des conditions météorologiques et affecter le nautisme de plaisance.

De façon générale, les plaisanciers subissent les effets des bas niveaux d'eau surtout à la fin de l'été ou à l'automne, et plus rarement au printemps et au début de l'été<sup>13</sup>. Lors de bas niveaux, des hauts-fonds, des roches, des souches ou d'autres obstacles normalement recouverts par l'eau peuvent rendre la navigation difficile aux plaisanciers.



**Photo 20** Bas niveau d'eau compliquant le nautisme sur la rivière des Mille Îles à l'été 2012 (Denis Brouillette, MDDELCC)

Au début de l'été 2012, en particulier, des bas niveaux d'eau durant plusieurs jours ont été observés sur divers cours d'eau au Québec, comme sur les rivières des Prairies<sup>14</sup>, des Mille Îles<sup>15</sup> et L'Assomption<sup>16</sup> et dans le fleuve Saint-Laurent<sup>17</sup>. Les bas niveaux ont compliqué la navigation de plaisance de plusieurs adeptes (Photo 20). Les grèves se sont asséchées, des quais ou des passages habituellement empruntés étaient inutilisables et des embarcations se sont échouées<sup>18</sup>. Par ailleurs, des bris

aux embarcations peuvent survenir lors d'un impact avec le sable ou les roches, entraînant des coûts aux plaisanciers.

Outre le fait que les bas niveaux d'eau peuvent diminuer l'attrait de certains plans d'eau en rendant la navigation plus difficile et dangereuse<sup>19</sup>, ils peuvent freiner le développement d'activités nautiques et donc entraîner des pertes financières à l'industrie récréotouristique des régions touchées<sup>20</sup>. En considérant les simulations de débits estivaux, basées sur les scénarios climatiques projetés, de pareilles situations pourraient s'avérer plus fréquentes au cours des prochaines décennies. En effet, en 2050, les étiages estivaux pourraient être plus sévères et plus longs, principalement dans le sud du Québec méridional<sup>3</sup>.

Avec plus de 12 600 mouvements de navires enregistrés dans les ports du Québec en 2010, la manutention de plus de 120 millions de tonnes de marchandises<sup>21</sup> et le transport de 5,6 millions de passagers utilisant les traversiers<sup>22</sup>, le Saint-Laurent se trouve au cœur des activités commerciales du Québec.

Les navigateurs commerciaux qui empruntent le fleuve Saint-Laurent doivent toujours composer avec les niveaux d'eau. De manière générale, les impacts des bas niveaux d'eau sur la navigation commerciale se font surtout ressentir vers la fin de l'été<sup>23</sup>. Durant cette période, le niveau d'eau peut descendre sous le zéro des cartes. Le zéro des cartes est établi sur la base des plus bas niveaux observés et représente un seuil pour lequel le niveau et la profondeur y sont très peu souvent inférieurs<sup>24</sup>. Bien que ce soit rarement le cas, des bas niveaux sous le zéro des cartes peuvent s'observer à d'autres périodes de l'année, comme en début de saison estivale<sup>23</sup>. Une grande variabilité des débits et des niveaux d'eau est constatée d'année en année dans le Saint-Laurent<sup>25</sup>.

Les armateurs doivent ainsi surveiller de près leur chargement, surtout entre Montréal et Trois-Rivières, où l'impact des bas niveaux d'eau se fait principalement sentir<sup>26</sup>. En aval de Trois-Rivières, la marée vient compenser les bas niveaux une partie de la journée et donne ainsi une marge de manœuvre pour la navigation<sup>26</sup>.

Lors d'épisodes de bas niveaux, un navire peut devoir réduire son tirant d'eau, c'est-à-dire la hauteur de sa partie immergée, en réduisant la charge transportée. Par exemple, pour chaque centimètre de tirant d'eau perdu en période de bas niveau d'eau, un porte-conteneur transportera environ cinq conteneurs de moins. Ainsi, un navire peut devoir augmenter son nombre de voyages pour transporter une même charge ou être obligé, en certaines circonstances, d'alléger son navire dans un autre port avant d'atteindre la destination prévue<sup>27</sup>. La récurrence des bas niveaux d'eau occasionne donc des pertes à l'industrie du transport maritime en augmentant les coûts de transport<sup>28</sup> en plus d'affecter le prix des marchandises<sup>28</sup>.

Les infrastructures portuaires, en particulier les ports québécois situés en amont du lac Saint-Pierre et fréquentés par les navires à fort tirant d'eau, subissent les impacts économiques des bas niveaux d'eau<sup>29</sup>. La concurrence est forte avec les ports hors Québec et, dans ce contexte, l'industrie maritime du Saint-Laurent doit s'adapter pour maintenir une activité concurrentielle malgré les faibles niveaux d'eau.

Les scénarios climatiques appréhendés laissent croire à une possible augmentation des contraintes de navigation sur le Saint-Laurent, plus particulièrement au lac Saint-Pierre, qui est peu profond<sup>11</sup>, et au port de Montréal<sup>30</sup>. Les baisses de niveau d'eau en 2050, selon les scénarios climatiques les plus pessimistes, atteindraient un mètre sous le zéro des cartes à Montréal et environ 30 cm à Trois-Rivières<sup>29</sup>. Cette aggravation des contraintes de navigation risque d'accentuer les coûts pour l'industrie du transport maritime<sup>31</sup> et d'augmenter le prix des marchandises vendues aux consommateurs. Des mesures adaptatives coûteuses et ayant un fort impact environnemental, comme du dragage ou l'ajout de digues et d'écluses, pourraient devoir être envisagées afin de maintenir la navigabilité du Saint-Laurent<sup>29</sup>. En contrepartie, le réchauffement des températures pourrait avoir un impact économique positif en allongeant la saison de navigation en eaux libres sur le fleuve et dans le golfe<sup>11</sup>.

## Des communautés vulnérables aux inondations et aux submersions

Le Saint-Laurent, ses tributaires et leurs rives ont été des vecteurs importants de développement démographique et socioéconomique du territoire québécois. Malgré ces avantages, l'établissement de la population en bordure des cours d'eau rend les communautés et les infrastructures vulnérables aux fluctuations des niveaux d'eau. En effet, même si ces fluctuations sont normales et naturelles, elles provoquent à l'occasion des inondations et des submersions en territoire habité.

En fait, les inondations constituent les risques naturels les plus fréquents pour les municipalités riveraines du Québec (Photo 21 Inondation et submersion : A) inondation sur la rivière Saint-François à Sherbrooke (Stéphanie Pratte, MDDELCC); B) submersion des côtes à Sainte-Anne-des-Monts en Gaspésie en décembre 2010 (Jacynthe Girard, MDDELCC)A). Plusieurs inondations y sont d'ailleurs survenues au cours des

dernières décennies. Quant aux submersions, elles présentent des risques pour plusieurs communautés côtières (**Photo 21** Inondation et submersion : A) inondation sur la rivière Saint-François à Sherbrooke (Stéphanie Pratte, MDDELCC); B) submersion des côtes à Sainte-Anne-des-Monts en Gaspésie en décembre 2010 (Jacinthe Girard, MDDELCC)B). Plus du tiers de la population composant les 110 municipalités



côtières vit à moins de 500 m des berges du Saint-Laurent<sup>32</sup>. Cette zone comprend également les principaux liens routiers et maritimes ainsi que des infrastructures majeures qui soutiennent l'activité socioéconomique<sup>33</sup>.

**Photo 21** Inondation et submersion : A) inondation sur la rivière Saint-François à Sherbrooke (Stéphanie Pratte, MDDELCC); B) submersion des côtes à Sainte-Anne-des-Monts en Gaspésie en décembre 2010 (Jacinthe Girard, MDDELCC)

La fréquence des événements d'inondation et de submersion paraît augmenter depuis le début des années 2000<sup>34</sup>. Plusieurs inondations et submersions marquantes sont survenues en milieu riverain et côtier, dont les inondations dans la vallée de la rivière Richelieu, en Montérégie, au printemps 2011, et à Rivière-au-Renard, en Gaspésie, à l'été 2007, ainsi que les submersions de décembre 2010 au Bas-Saint-Laurent et en Gaspésie. À ce chapitre, le déluge du Saguenay de l'été 1996 demeure sans doute l'événement ayant causé les inondations les plus mémorables (**Photo 22**).



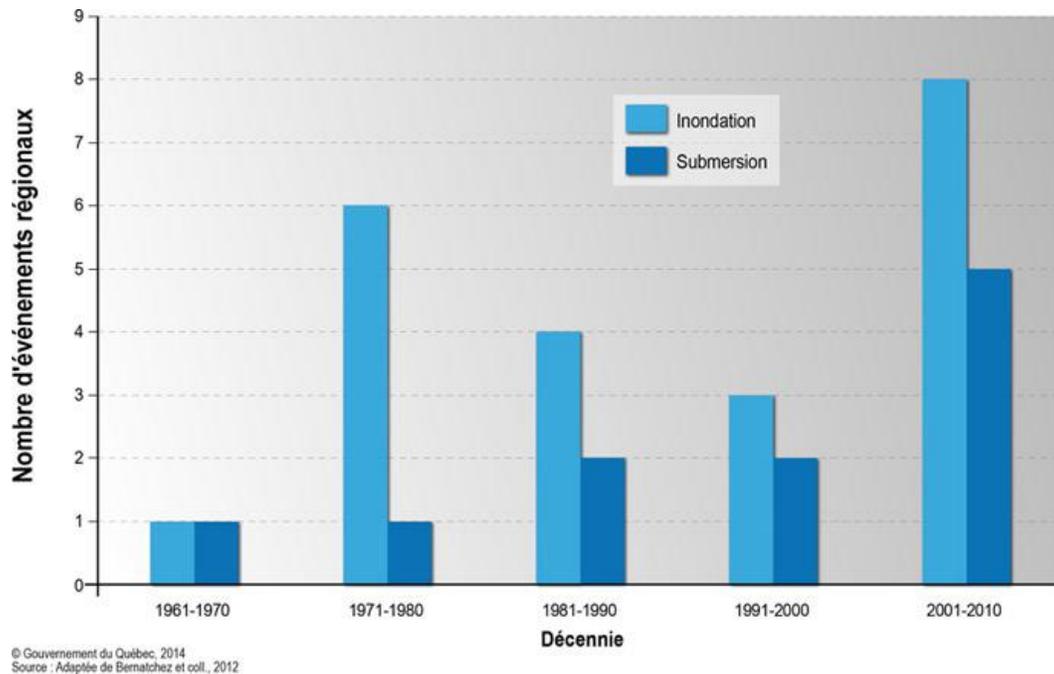
**Photo 22** Le déluge du Saguenay à l'été 1996 (Gouvernement du Québec)

Selon l'analyse d'archives de cinq régions de l'est du Québec, soit Charlevoix, la Côte-Nord, le Bas-Saint-Laurent, la Gaspésie et les Îles-de-la-Madeleine, la décennie 2001-2010 comporte le plus grand nombre d'événements importants d'inondation ayant causé des dommages aux infrastructures. En effet, le nombre d'événements ayant touché plus d'une région entre 1961 et 2010 serait de 22, dont plus du

tiers se seraient produits entre 2001 et 2010 (**Figure 13** Nombre d'événements régionaux d'inondation et de submersion par décennie sur les côtes québécoises de l'estuaire moyen et maritime et du golfe du Saint-Laurent adaptée de 34). Pendant cette décennie, la moitié des événements sont survenus à l'été et à l'automne, et les autres se sont produits au printemps ou à l'hiver en raison de fortes précipitations et de la

fonte des neiges. La récurrence des événements régionaux d'inondation pour l'ensemble de la période 1961-2010 est d'un événement aux 2,3 ans. En considérant uniquement la fréquence des événements de la décennie 2001-2010, la récurrence est de 1,3 an<sup>34</sup>. Par ailleurs, un changement est observé dans la répartition saisonnière et le type d'inondation puisque 75 % des événements avant 2001 se sont produits au printemps, mais que cette proportion chute à 38 % lors de la dernière décennie 2001-2010. Ainsi, alors que les inondations étaient déclenchées par la combinaison des pluies et de la fonte du couvert nival, les inondations de la dernière décennie ont été provoquées principalement par des pluies diluviennes<sup>34</sup>.

En ce qui concerne les événements de submersion, au moins 11 des 27 événements de vague de tempête ayant causé des dommages à l'échelle régionale entre 1961 et 2010 ont été accompagnés par des épisodes de submersion<sup>34</sup>. Les événements de submersion par la mer ont été plus fréquents lors de la décennie 2001-2010 que pour les précédentes<sup>34</sup>. Près de la moitié des submersions importantes comptabilisées entre 1961 et 2010 s'est produite entre 2001 et 2010. En effet, cette décennie a connu cinq épisodes importants de submersion sur un total de 11 événements comparables en 50 ans<sup>34</sup> (Figure 13).



**Figure 13** Nombre d'événements régionaux d'inondation et de submersion par décennie sur les côtes québécoises de l'estuaire moyen et maritime et du golfe du Saint-Laurent *adaptée de 34*

La récurrence des événements de submersion pour l'ensemble de la période 1961-2010 est de 4,6 ans. En considérant uniquement la fréquence des événements de la décennie 2001-2010, la récurrence est de 2 ans<sup>34</sup>.

Dans un contexte de changements climatiques, la diminution attendue du volume des crues printanières dans la portion sud du Québec méridional<sup>iii, 3</sup> pourrait générer des inondations de moindre ampleur dans les secteurs actuellement touchés. En contrepartie, les risques pourraient être augmentés l'été et l'automne, car les débits de crues estivales et automnales de récurrence 20 ans pourraient s'avérer plus forts pour l'ensemble du Québec méridional et ceux de récurrence 2 ans pourraient augmenter au nord du Québec méridional<sup>3</sup>. Par ailleurs, la fréquence et l'ampleur de niveaux d'eau extrêmes, pouvant provoquer des inondations et des submersions, pourraient augmenter lors de tempêtes<sup>35</sup>.

Les inondations et les submersions peuvent occasionner des blessures graves et des décès surtout lors d'événements d'extrême ampleur ou de grande intensité, comme celui vécu au Saguenay en 1996, qui a causé dix décès<sup>36</sup>, et celui survenu à Rivière-au-Renard en 2007, qui a causé deux décès<sup>37</sup>. De plus, l'eau qui envahit les maisons lors des inondations est susceptible d'être contaminée, entre autres, par le lessivage des terres agricoles, le refoulement des égouts et le déversement de produits toxiques<sup>38</sup>. En plus d'endommager les habitations, l'eau qui s'est infiltrée peut provoquer l'apparition de moisissures, causant des problèmes respiratoires et des réactions allergiques<sup>39</sup>. Par ailleurs, l'eau provenant des terres inondées ou submergées peut aussi contaminer l'eau des puits individuels<sup>38</sup> par l'intrusion de microorganismes<sup>40</sup> ou d'eau salée et ainsi la rendre impropre à la consommation.

Les résidents peuvent également craindre pour leur sécurité ou la perte de leurs biens lors de l'événement. La perte de logement, les difficultés financières et les nombreuses démarches à entreprendre sont des éléments pouvant causer du stress et de l'épuisement psychologique chez les populations touchées<sup>41</sup>. Par ailleurs, lors de tels événements, des liens sociaux entre les individus peuvent être créés ou reconfigurés positivement, par l'entraide, ou négativement.

Les inondations et les submersions constituent aussi une menace pour les biens matériels, représentant des pertes et des coûts pour les individus et la société. Des résidences, des commerces et des industries peuvent être endommagés, non seulement par l'infiltration d'eau, mais aussi par l'érosion, les mouvements de terrain ou les mouvements de glaces qui accompagnent souvent ces événements<sup>42</sup>. En plus des bâtiments, les inondations et submersions importantes touchent aussi les infrastructures telles que les barrages, les routes, les ponts, les voies ferrées ou les lignes de transmission d'électricité. Par exemple, la crue de la rivière Richelieu du printemps 2011 a touché 2 535 résidences permanentes<sup>43</sup> et des milliers d'hectares de terres agricoles<sup>44</sup>, causant plus de 80 millions de dollars de dommages<sup>43</sup>. Le déluge du Saguenay aura quant à lui occasionné environ 1 milliard de dollars de dommages<sup>45</sup>.

Pour la période de 1974 à 2011, l'aide financière versée par le gouvernement du Québec suite à des inondations et des pluies abondantes s'élève à environ 730 millions de dollars<sup>46</sup>. Annuellement, cela correspond à environ 20 millions de dollars. Ce montant ne représente qu'une

---

<sup>iii</sup> Bassins versants des tributaires du fleuve Saint-Laurent situés en amont de Tadoussac et de Trois-Pistoles. La portion sud correspond à la partie inférieure du bassin versant de la rivière des Outaouais et à la vallée du Saint-Laurent. La portion nord réfère à la partie supérieure du bassin versant de la rivière des Outaouais et au bassin versant du Saguenay.

partie des dépenses et des coûts réels associés à ces événements. En effet, les programmes d'aide concernent les biens et services essentiels et excluent, par exemple, les dommages aux terrains et aux bâtiments autres que la résidence principale.

## En savoir plus

Institut national de santé publique du Québec – Inondations :

<http://www.monclimatmasante.qc.ca/inondations.aspx>

Ministère de la Sécurité publique – Se préparer aux sinistres :

<http://www.securitepublique.gouv.qc.ca/securite-civile/se-preparer-aux-sinistres/sinistres/en-cas-inondation.html>

Surveillance de la crue des eaux : <http://geoegl.msp.gouv.qc.ca/adnv2/>

## Que fait-on pour y remédier?

- Acquérir de nouvelles connaissances sur l'eau souterraine
- Suivre, prédire et contrôler les débits et les niveaux des rivières et du fleuve
- Favoriser la conservation et l'utilisation durable de l'eau
- Prévenir les risques d'inondation et de submersion et intervenir en cas de sinistre
- S'adapter aux changements climatiques
- Informer et sensibiliser la population
- [En savoir plus](#)
- Références

La quantité d'eau des rivières, du fleuve Saint-Laurent et des nappes d'eau souterraine est généralement abondante au Québec. Sa fluctuation dans le temps, essentielle à l'équilibre des écosystèmes aquatiques, requiert une certaine adaptation pour la population. En effet, la baisse des débits et des niveaux d'eau ou, à l'opposé, l'inondation des rives et la submersion des côtes peuvent avoir d'importantes conséquences sur la santé, la sécurité, le mode de vie et l'économie de la population québécoise.

Comme c'est le cas pour plusieurs pays, le Québec a convenu de gérer l'eau et les écosystèmes aquatiques de façon intégrée. Pour ce faire, diverses mesures sont mises en place au Québec pour assurer la pérennité des ressources en eau, maintenir la santé des écosystèmes, garantir à la population une eau en quantité suffisante à son bien-être, et ce, en toute sécurité. Des efforts sont d'ailleurs déployés pour acquérir des connaissances essentielles sur la disponibilité actuelle et future de l'eau, encadrer son utilisation, informer et sensibiliser la population et favoriser la prise de décision éclairée pour la conservation des ressources en eau. De plus, des actions sont mises de l'avant, notamment pour mieux planifier l'aménagement du territoire et mieux préparer la population aux changements climatiques.

## Acquérir de nouvelles connaissances sur l'eau souterraine

Malgré l'importance, au Québec, de la ressource en eau souterraine pour l'approvisionnement en eau potable de plus de 20 % de la population répartie sur environ 90 % du territoire habité<sup>1</sup>, sa connaissance était, jusqu'en 2013, assez limitée. Seules quelques cartographies hydrogéologiques avaient été réalisées.

Afin de mieux connaître cette ressource, le gouvernement du Québec a lancé en 2008 le Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines. Les efforts de caractérisation de cette ressource, réalisés par des établissements universitaires membres du Groupe de recherche interuniversitaire sur les eaux souterraines, visent notamment à localiser et à décrire, tant d'un point de vue quantitatif que qualitatif, les aquifères régionaux de la portion municipalisée du Québec. Au cours de l'année 2013, sept projets ont été complétés dans les régions du sud-ouest de la Mauricie, de Bécancour, du Saguenay–Lac-Saint-Jean, de l'Abitibi-Témiscamingue, de la Montérégie-Est, de l'Outaouais et de la Communauté urbaine de Québec. Grâce aux projets réalisés antérieurement, à ceux achevés en 2013 et à ceux en cours en 2014, près de 80 % du Québec méridional municipalisé sera couvert d'ici 2015 par ces portraits régionaux de l'eau souterraine. Sur la base d'une meilleure compréhension de la disponibilité, de la qualité, de la vulnérabilité et de l'utilisation de la ressource, il sera plus facile de la protéger et d'en assurer la pérennité.

## Suivre, prédire et contrôler les débits et les niveaux des rivières et du fleuve

Selon l'amplitude des fluctuations de débit et de niveau d'eau, des impacts sur la santé et la sécurité de la population ainsi que sur les activités économiques peuvent être ressentis, en particulier lorsque ces fluctuations découlent d'événements extrêmes de tempête ou de sécheresses prolongées. Des données de niveaux et de débits sur les rivières et le fleuve Saint-Laurent sont ainsi récoltées pour suivre les conditions hydrologiques courantes, mais aussi pour prédire et atténuer les situations problématiques de crue ou d'étiage.

## Des réseaux de stations hydrométriques

Le réseau hydrométrique québécois compte environ 230 stations réparties dans les principaux cours d'eau du sud du Québec et permet aux gouvernements du Québec et du Canada de récolter sur une base continue des données sur les niveaux d'eau ou les débits (Photo 23). Ces données constituent les intrants de base pour diverses activités telles que l'exploitation des barrages publics et privés, l'approvisionnement en eau, la détermination des zones inondables, la surveillance des crues et des étiages, la réalisation de prévisions hydrologiques et l'étude des impacts liés aux

**Photo 23** Station hydrométrique du gouvernement du Québec sur la rivière Osgood à Kinnear's Mill dans la région de la Chaudière-Appalaches (MDDELCC)



changements climatiques. Elles sont également utilisées pour la production hydroélectrique et la conception de routes et de ponts.

D'autres stations, qui relèvent du gouvernement fédéral, fournissent également des données sur les débits et les niveaux d'eau du Saint-Laurent. Ce réseau compte 28 stations actives<sup>2, 3, 4</sup>. Les stations dans le tronçon fluvial suivent les niveaux d'eau et, dans certains cas, les débits, alors que celles en aval, dans l'estuaire et le golfe, permettent le suivi des niveaux sous l'influence des marées.

### **Des prévisions hydrologiques**

Outre les données en temps réel, des prévisions hydrologiques sont aussi accessibles à la population. Un système de prévision des niveaux et des débits des rivières a en effet été mis au point par le gouvernement du Québec afin de mieux planifier les interventions lors de crue ou d'étiage et d'émettre des alertes de sécurité civile un certain temps avant que l'événement ne se produise. Sur certaines rivières dont le débit est régulé, ces prévisions sont notamment utiles aux gestionnaires des barrages qui s'en servent pour planifier l'ouverture et la fermeture des vannes et des évacuateurs afin de réduire les conséquences négatives, par exemple, de niveaux d'eau trop élevés.

Des prévisions de niveaux d'eau sont aussi rendues disponibles par le gouvernement fédéral. Les navires venant d'outre-mer, par exemple, peuvent utiliser des prévisions s'étendant sur 30 jours entre Montréal et Saint-Joseph-de-la-Rive, dans la région de Charlevoix, pour planifier leurs déplacements ou leur chargement lorsqu'ils atteindront le Saint-Laurent, plusieurs jours après leur départ<sup>5</sup>.

### **Des cours d'eau sous contrôle**

Afin de limiter les conséquences négatives que peuvent engendrer les extrêmes de faible et de fort débit, des ouvrages de régulation sont présents sur certains cours d'eau du Québec.

En 2013, l'écoulement naturel de l'eau était ainsi entravé au Québec par quelque 5 800 ouvrages de retenue d'une hauteur d'un mètre et plus, dispersés sur tout le territoire<sup>6</sup>. La majorité de ces barrages, digues, remblais, seuils, caissons de bois et autres infrastructures destinées à retenir les eaux a été construite sur des cours d'eau situés dans la partie sud du Québec<sup>7</sup>. Plus de 3 000 de ces ouvrages contrôlent les niveaux d'eau à des fins récréatives ou de villégiature. Les autres jouent ce rôle à des fins de conservation d'habitats fauniques, de contrôle des inondations ou de régulation pour les prises d'eau potable et les réserves d'eau servant à l'extinction d'incendies<sup>7</sup>.

La régulation du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent permet de réduire l'amplitude des crues pour la protection des communautés riveraines et d'élever les niveaux en période d'étiage pour satisfaire, entre autres, les besoins de la navigation commerciale et de la production hydroélectrique.

Cette régulation dépend en grande partie du barrage international Moses-Saunders situé à Cornwall (Photo 24). La gestion des débits et niveaux d'eau par ce barrage s'effectue en fonction des exigences de la Commission mixte internationale (CMI). Un projet de nouveau plan de régulation, le Plan 2014, a été proposé officiellement par la CMI aux gouvernements américains et canadiens. La nouvelle approche vise principalement à contribuer au rétablissement des milieux humides du lac Ontario en simulant des variations plus naturelles des niveaux d'eau tout en cherchant à maintenir la protection habituelle des usages pour la partie du fleuve Saint-Laurent située au Québec<sup>8</sup>. En plus de la régulation des apports en eau provenant des Grands Lacs, celle de la rivière des Outaouais contribue aussi grandement à modifier le débit du Saint-Laurent. Par ailleurs, les ouvrages régulateurs de Beauharnois et Les Cèdres, à la sortie du lac Saint-François, sont d'autres exemples d'ouvrages influençant le débit du Saint-Laurent.



**Photo 24** Barrage Moses-Saunders, à Cornwall, entre le lac Ontario et le fleuve Saint-Laurent (CMI)

## Favoriser la conservation et l'utilisation durable de l'eau

Malgré l'abondance de la ressource en eau sur le territoire, les quantités sont parfois insuffisantes localement pour assurer la réalisation des activités humaines qui en dépendent, particulièrement en période de sécheresse prolongée. Mieux gérer les prélèvements d'eau et réduire la consommation d'eau potable font partie des mesures de conservation et d'utilisation efficace de la ressource qui visent à assurer une quantité suffisante d'eau pour tous les usages. Des efforts concrets sont déployés en ce sens par les industries et les municipalités, entre autres par la réutilisation des eaux prélevées et par des mesures d'économie d'eau potable<sup>9,10</sup>.

## Gérer les prélèvements d'eau

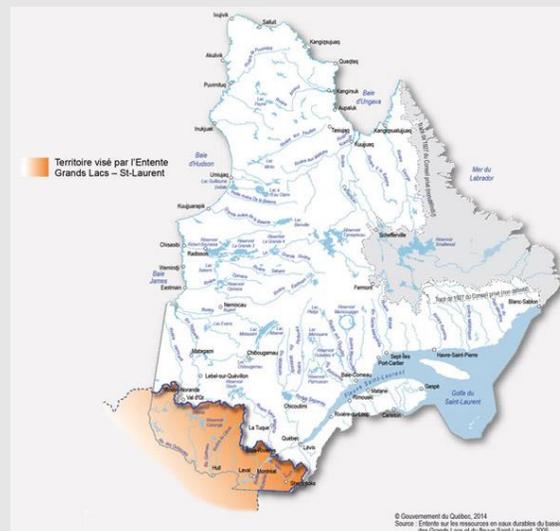
En réponse notamment aux inquiétudes suscitées par certains projets d'exportation de grandes quantités d'eau hors du bassin des Grands Lacs, une entente visant une gestion durable de la ressource a été signée, en 2005, par le Québec, l'Ontario et les huit États américains limitrophes des Grands Lacs.

L'Entente sur les ressources en eaux durables des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent constitue le premier engagement de ce genre en Amérique du Nord. Afin de répondre aux objectifs de cette entente, chacun des signataires doit se doter de lois et de règlements permettant de protéger et de conserver les eaux et l'écosystème du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent.

En adoptant, en 2009, la Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à renforcer leur protection, aussi appelée la Loi sur l'eau, le Québec confirmait, notamment, son intention de mettre en œuvre les dispositions de cette entente. Cette loi s'applique au territoire visé par l'entente, mais aussi à l'ensemble du Québec.

### Une entente internationale pour préserver les eaux d'un vaste bassin versant

Le territoire québécois visé par l'Entente sur les ressources en eaux durables des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent englobe l'ensemble des eaux de surface et souterraines du bassin versant des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent en amont de Trois-Rivières, soit à la limite d'influence des marées sur le fleuve ([Carte 14](#) Territoire québécois visé par l'Entente sur les ressources en eaux durables des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent<sup>11</sup>). La protection, la conservation et la restauration des eaux de ce bassin, par une approche de gestion intégrée et durable, sont au cœur des objectifs de cette entente.



**Carte 14** Territoire québécois visé par l'Entente sur les ressources en eaux durables des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent<sup>11</sup>

La Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à renforcer leur protection a donné lieu à divers règlements, dont quatre concernent directement la gestion des prélèvements d'eau : le Règlement sur la déclaration des prélèvements d'eau, le Règlement sur la redevance exigible pour l'utilisation de l'eau, le Règlement concernant le cadre d'autorisation de certains projets de transfert d'eau hors du bassin du fleuve Saint-Laurent et le Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection.

Le Règlement sur la déclaration des prélèvements d'eau encadre, depuis 2009, les exigences de déclaration des quantités d'eau prélevées au Québec. L'application de ce règlement contribuera à l'obtention d'une meilleure connaissance de l'utilisation de la ressource, notamment celle des municipalités, des industries, des commerces et des institutions prélevant 75 000 litres d'eau et plus par jour. Ces préleveurs ont l'obligation de déclarer le volume et la localisation de leurs prélèvements au gouvernement du Québec. Certains secteurs, dont ceux de l'agriculture et de la

pisciculture, ne sont pas visés par l'obligation de déclaration des prélèvements. Cette exclusion concerne aussi le secteur de l'hydroélectricité, dont les activités ont lieu entièrement à l'extérieur du territoire couvert par l'Entente sur les ressources en eaux durables du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent, et certains types de prélèvements, notamment les prélèvements temporaires ou visant la sécurité publique. En outre, depuis 2011, ce règlement encadre certaines exigences de l'Entente sur les ressources en eaux durables des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent. Ainsi, tous les usagers situés sur le territoire de l'Entente et dont la capacité de prélèvement est de 379 000 litres d'eau et plus par jour doivent produire une déclaration annuelle.

Le Règlement sur la redevance exigible pour l'utilisation de l'eau, adopté en 2010, permet de percevoir un montant en fonction des volumes d'eau utilisés et déclarés par le secteur industriel, que cette eau provienne d'un système d'aqueduc ou qu'elle soit prélevée directement à même l'eau de surface ou souterraine. Les sommes recueillies de cette façon sont versées au Fonds vert afin de soutenir l'acquisition de connaissances ainsi que la gestion intégrée des ressources en eau.

Le Règlement concernant le cadre d'autorisation de certains projets de transfert d'eau hors du bassin du fleuve Saint-Laurent, adopté en 2011, vise à interdire les transferts d'eau hors de ce bassin tout en encadrant les cas d'exception liés à l'approvisionnement municipal en eau potable avec les restrictions sévères prévues dans ces situations, conformément à l'Entente sur les ressources en eaux durables des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent.

Le Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection, adopté en 2014, introduit quant à lui un nouveau régime d'autorisation des prélèvements d'eau, tant souterraine que de surface, et remplace l'ancien règlement sur le captage des eaux souterraines. Avec ce nouveau règlement, tous les prélèvements d'eau souterraine ou de surface, existants et futurs, de 75 000 litres et plus par jour nécessiteront dorénavant l'obtention d'une autorisation. Certaines autorisations seront conditionnelles à l'adoption de mesures de conservation. Outre celles délivrées aux municipalités pour un approvisionnement en eau potable, les nouvelles autorisations seront renouvelables et prendront en compte l'effet cumulatif des prélèvements et les effets des changements climatiques.

Ce nouveau règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection sert également d'assise réglementaire pour encadrer les premières étapes prévues dans la mise en œuvre du projet de Stratégie de protection et de conservation des sources destinées à l'alimentation en eau potable. Cette stratégie élaborée par le gouvernement du Québec vise à assurer aux générations actuelles et futures un approvisionnement en eau potable sécuritaire, tant sur le plan de la qualité que de la quantité.

Par ailleurs, dans le contexte de l'Entente sur les ressources en eaux durables des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent, le gouvernement du Québec a aussi élaboré le Programme de conservation et d'utilisation efficace de l'eau. Ce programme vise à rendre durables les prélèvements d'eau en considérant la protection des écosystèmes et les usages de l'eau. Le programme prévoit atteindre ces objectifs en favorisant la recherche, le développement

technologique et l'acquisition de connaissances tout en sensibilisant, en informant et en mobilisant les acteurs et les utilisateurs de l'eau.

### **Réduire la consommation d'eau potable**

Le Québec détient de grandes quantités d'eau sur son territoire. Cette ressource en apparence inépuisable rend difficile l'émergence d'une prise de conscience de la nécessité de réduire la quantité d'eau potable consommée au Québec. En effet, la surconsommation d'eau ainsi que les pertes et fuites des réseaux de distribution placent les Québécois parmi les plus grands consommateurs d'eau potable au monde<sup>10</sup>. En réaction à ce constat, une stratégie québécoise d'économie d'eau potable a été mise en place en 2011 par le gouvernement du Québec afin de réduire la pression exercée sur la ressource et les coûts que le gaspillage de l'eau potable engendre.

Le premier objectif de cette stratégie est de faire passer de 777 à 622 litres, avant 2017, la quantité d'eau distribuée par personne par jour. Cet objectif est presque atteint avec un résultat de 626 litres par personne par jour en 2012<sup>12</sup>. Le second objectif concerne les pertes d'eau liées aux fuites des réseaux d'aqueduc. Le taux de fuites pour l'ensemble des réseaux d'aqueduc devra passer de 26 % en 2012 à un maximum de 20 % du volume total d'eau distribuée en 2017 et à un maximum de 15 mètres cubes par jour par kilomètre de conduite, comparativement aux 31 mètres cubes en 2012<sup>12</sup>. Pour ce faire, les municipalités devront poursuivre leurs efforts à cet égard.

Plus d'une centaine de municipalités ont participé ces dernières années au Programme d'économie d'eau potable mis sur pied par RÉSEAU Environnement et ont ainsi pu mettre en place des mesures de sensibilisation destinées à leurs citoyens afin de réduire leur consommation d'eau.

À titre comparatif, pendant que la quantité d'eau distribuée au Québec par personne par jour a diminué de l'ordre de 20 %, elle a diminué de 24 % en Ontario et de 22 % dans l'ensemble du Canada. Ainsi, en 2011, elle se situait à 407 litres par jour en Ontario et, en moyenne, à 483 litres par jour au Canada<sup>13</sup>.

### **Prévenir les risques d'inondation et de submersion et intervenir en cas de sinistre**

Les inondations et les submersions sont des risques naturels fréquents au Québec. Elles touchent un bon nombre de municipalités riveraines et côtières du territoire et entraînent aussi des coûts importants pour la société. Bien connaître les risques associés à ces sinistres sur le territoire est essentiel pour orienter les actions permettant d'assurer la santé et la sécurité de la population et de minimiser les impacts socioéconomiques connexes.

En vigueur au Québec depuis décembre 2001, la Loi sur la sécurité civile a pour objet la protection des personnes et des biens contre les sinistres et autres événements compromettant la sécurité des personnes. À cette fin, la Loi encadre l'organisation de la sécurité civile dans les principales dimensions que sont la prévention des risques, la préparation des interventions, les interventions lors d'événements et le rétablissement de la situation après sinistre. Elle précise également les obligations de prudence, de prévoyance et de déclaration de risque applicables à tous les citoyens,

de même que les responsabilités et les pouvoirs de différents intervenants gouvernementaux en matière de sécurité civile. Dans un même objectif, la Loi sur la sécurité des barrages permet depuis 2002 d'accroître la protection des personnes et des biens face aux risques liés à la présence de ces ouvrages.

Par ailleurs, devant le constat d'une augmentation, depuis les années 1970, des risques et des divers sinistres en matière de sécurité civile, le Québec a élaboré la Politique québécoise de sécurité civile 2014-2024. Cette toute première politique en la matière au Québec repose sur la vision d'une société québécoise plus résiliente aux sinistres, dont ceux liés aux inondations et aux submersions. Elle permettra d'orienter les différentes mesures permettant d'assurer une meilleure gestion des risques et des sinistres.

### **Déterminer les zones à risques et les prendre en compte dans l'aménagement du territoire**

Une bonne proportion des rives et des côtes du Québec méridional est occupée par l'humain. Cette proximité avec les cours d'eau, lorsqu'elle comporte des risques d'inondation ou de submersion, peut s'avérer menaçante pour la population. La détermination de ces risques et leur prise en compte dans la planification de l'aménagement du territoire sont des moyens d'atténuer la vulnérabilité des populations et figurent parmi les plus importantes mesures préventives.

Ainsi, afin de connaître les zones à risque d'inondation, le gouvernement du Québec a cartographié plusieurs zones inondables en eau libre au moyen de deux grands programmes. Le Programme de cartographie, en vigueur de 1976 à 2001, puis le Programme de détermination des cotes de crues de récurrence de 20 ans et de 100 ans, en vigueur de 1998 à 2004, ont permis de documenter et de cartographier les zones inondables en eau libre de plus de 600 secteurs de lacs et de rivières, principalement dans la partie sud du Québec<sup>14</sup>. Ce travail établit l'étendue des zones inondées par des crues de récurrence de 20 ans et de 100 ans.

Les municipalités régionales de comté (MRC) et les municipalités intègrent ces informations dans leur planification territoriale et leurs règlements d'urbanisme. En effet, en vertu de la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme adoptée en 1979, les zones de contraintes naturelles à l'occupation du territoire, comme les secteurs à risque d'inondation et de submersion, doivent être indiquées au schéma d'aménagement et de développement élaboré par les MRC afin d'y restreindre l'aménagement pour des raisons de sécurité publique. Le contrôle du développement résidentiel dans ces zones de contraintes naturelles s'effectue grâce au zonage et permet d'éviter l'exposition additionnelle de personnes et de biens matériels aux risques d'inondation et de submersion.

Par ailleurs, la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables dicte les normes minimales en matière de protection de ces milieux. Elle favorise notamment la préservation de leur caractère naturel et le maintien de leurs fonctions importantes, comme l'atténuation des inondations. De plus, en limitant l'occupation humaine à l'intérieur des plaines inondables, elle a aussi pour objectif d'assurer la sécurité des personnes et des biens<sup>15</sup>. Cette politique, applicable par l'entremise de la réglementation municipale, est toutefois mal adaptée

aux réalités de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent, dont la dynamique est régie par les marées, les vagues, les courants et la pression atmosphérique<sup>16</sup>.

### **Une connaissance des risques améliorée**

Depuis 2004, l'acquisition de nouvelles données et l'amélioration des technologies permettent la mise à jour et la révision de certains secteurs déjà couverts par les premiers travaux de cartographie. Plusieurs MRC bonifient leur réglementation en y ajoutant des zones inondables supplémentaires issues de leurs propres études<sup>14</sup>. Les risques d'inondation et de submersion demeurent cependant méconnus pour plusieurs territoires riverains et côtiers du Québec. De plus, le manque de précision de plusieurs cartographies existantes a pour effet de sous-estimer les risques réels dans certains cas ou de les surestimer dans d'autres<sup>16</sup>.

En outre, les risques liés à certains types d'inondations sont moins bien connus. C'est d'ailleurs le cas pour les inondations causées de manière récurrente par des embâcles ou par d'autres phénomènes tels des écoulements torrentiels, c'est-à-dire violents et souvent accompagnés de débris<sup>17, 18</sup>. L'ampleur inattendue de certains événements au cours des deux dernières décennies a mené le gouvernement du Québec à explorer et à mettre en valeur d'autres outils pour la cartographie des zones à risques<sup>19</sup>.

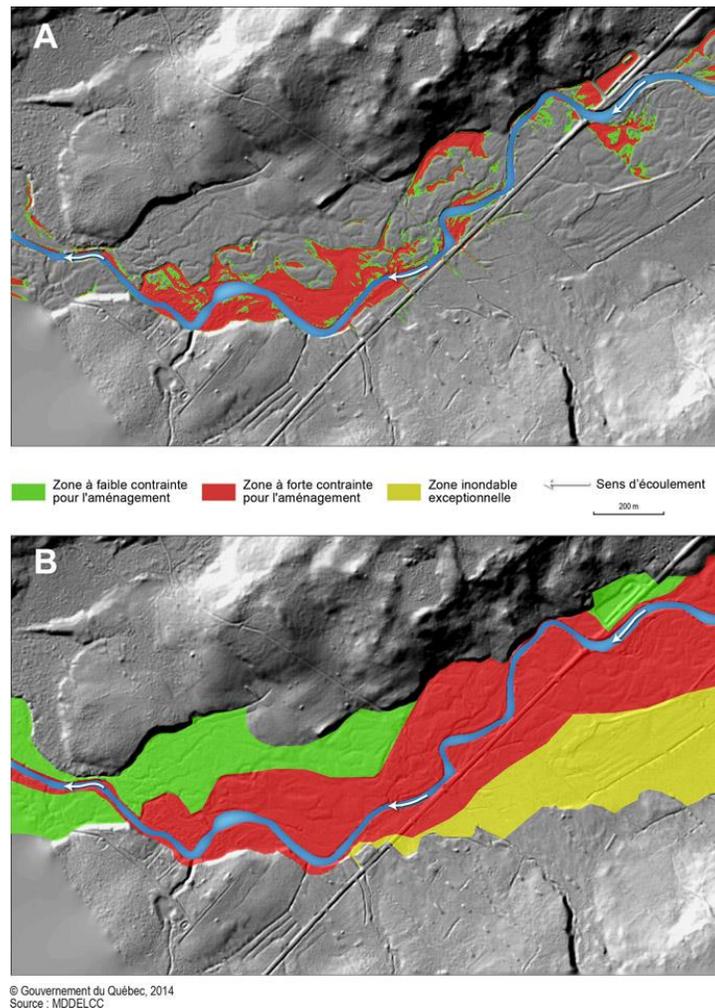
Le Cadre de prévention des principaux risques naturels mis en œuvre entre 2006 et 2013 a ainsi permis de guider les actions en matière de prévention des risques naturels tels que les inondations, l'érosion et les glissements de terrain. Les sommes investies dans différents projets ont contribué à améliorer les connaissances des risques et à sécuriser le milieu de vie de milliers de personnes, en plus de protéger des bâtiments et des infrastructures à risque<sup>20</sup>.

### **Surveillance et communication du risque d'inondation à la population**

La mise en ligne de l'interface Vigilance, un outil dédié à la surveillance en continu des crues, permet d'anticiper les inondations sur plusieurs rivières et lacs de toutes les régions du Québec<sup>20</sup>. Les stations hydrométriques présentes sur les lacs et les cours d'eau en milieu habité de même que les prévisions hydrologiques de débits et de niveaux d'eau contribuent d'ailleurs à alimenter cet outil de surveillance. Ce système permet de mobiliser rapidement les intervenants en sécurité civile tout en informant la population quant au niveau de risque dans leur région. Il est une des réalisations en matière d'inondations découlant du Cadre de prévention des principaux risques naturels.

Pour les inondations, une approche permettant de mieux définir les zones inondables de certaines rivières est en cours de développement. Ce travail de recherche vise à adapter l'**approche hydrogéomorphologique** développée en France aux particularités des rivières du Québec<sup>21, 22, 23</sup>, en considérant notamment les risques associés à plusieurs types d'inondations<sup>20</sup>. Cette approche, basée sur l'étude du comportement et des formes des cours d'eau, est complémentaire aux méthodes traditionnelles pour déterminer les zones inondables<sup>19</sup>. Elle permet de déterminer l'espace de liberté propre aux cours d'eau, c'est-à-dire l'espace permettant le déplacement latéral du lit d'un cours d'eau ainsi que l'espace susceptible d'être inondé<sup>23</sup>. Les méthodes traditionnelles ont une portée limitée, car elles modélisent les crues en eau libre seulement<sup>19</sup>.

Le Cadre de prévention des principaux risques naturels a d'ailleurs financé des travaux de recherche et de développement visant la détermination des zones à risques d'inondation en eau libre, par embâcles ou par écoulements torrentiels à l'aide de cette approche pour les rivières Cap-Chat et Verte, en Gaspésie<sup>21</sup>, et la rivière Matane, dans le Bas-Saint-Laurent<sup>22</sup>. L'approche hydrogéomorphologique a été utilisée pour d'autres projets de caractérisation, notamment ceux réalisés par des chercheurs de l'Université du Québec à Rimouski (UQAR) et de l'Université Concordia en collaboration avec Ouranos sur les rivières de la Roche et Yamaska Sud-Est, en Montérégie<sup>23</sup>, et par le Centre d'expertise hydrique du Québec sur la rivière de la Fourche, en Chaudière-Appalaches<sup>24</sup> (Figure 14 Exemple de cartographie des contraintes à l'aménagement pour un tronçon de la rivière de la Fourche : A) modélisation hydraulique; B) ajout de l'approche hydrogéomorphologique<sup>25</sup>).



**Figure 14** Exemple de cartographie des contraintes à l'aménagement pour un tronçon de la rivière de la Fourche : A) modélisation hydraulique; B) ajout de l'approche hydrogéomorphologique<sup>25</sup>

### Des efforts de prévention qui se poursuivent

Le Cadre pour la prévention de sinistres 2013-2020, adopté en juin 2013, prévoit des investissements jusqu'à 96,4 millions de dollars sur sept ans. Ces sommes contribuent à mettre

en œuvre la Politique québécoise de sécurité civile 2014-2024. Le nouveau cadre et la politique permettront de poursuivre les efforts pour atténuer les risques naturels visés par le cadre précédent, en y ajoutant, entre autres, les risques de submersion côtière<sup>20</sup>.

Les travaux de différents laboratoires et chaires de recherche, dont certaines équipes sont associées à l'UQAR et à l'Institut national de la recherche scientifique (INRS), contribuent également à développer une gestion préventive des risques d'inondation et de submersion en documentant la dynamique des milieux côtiers et fluviaux de même que les ouvrages de protection et les mesures de correction.

### **Intervenir en cas de sinistre et rétablir la situation**

En plus de réaliser diverses actions en matière de prévention des risques, des mesures d'intervention lors de sinistres doivent également être planifiées. Lorsque surviennent des inondations ou des submersions présentant des risques pour les citoyens ou leurs biens, les municipalités, par exemple, mettent leur plan de sécurité civile en application. Celui-ci énonce les mesures à prendre pour assurer la sécurité des personnes et la sauvegarde des biens. Les services essentiels comme l'hébergement, l'alimentation en eau potable et en nourriture ainsi que l'hygiène doivent pouvoir être maintenus dans toutes les situations. Dans l'éventualité où les moyens des municipalités deviennent insuffisants, les ressources du gouvernement du Québec peuvent prêter assistance<sup>26</sup>. Des plans de sécurité civile à l'échelle régionale ou nationale sont alors déployés.

Afin de favoriser le retour à une situation normale après des inondations ou des submersions, le gouvernement du Québec peut accorder une compensation aux personnes, entreprises, organismes ou municipalités touchés<sup>27</sup>. L'aide financière est consacrée, entre autres, à la mise en place de mesures préventives temporaires, à la réparation des dommages causés aux biens essentiels ou à la compensation de frais excédentaires liés aux services essentiels. Des programmes particuliers d'aide financière sont par ailleurs mis sur pied pour des événements d'ampleur exceptionnelle.

### **S'adapter aux changements climatiques**

Selon les scénarios de changements climatiques, le Québec connaîtrait davantage d'événements météorologiques extrêmes, comme des tempêtes, ainsi qu'une prolongation des périodes de sécheresse estivale. Une augmentation de la fréquence des tempêtes sévères provoquerait davantage d'inondations et de submersions, alors que l'accroissement de l'évapotranspiration en période estivale entraînerait des étiages plus sévères et plus longs<sup>28</sup>.

Afin de lutter contre les changements climatiques et de préparer la population québécoise aux changements appréhendés, le gouvernement du Québec s'est doté pour 2013-2020 d'un Plan d'action pour lutter contre les changements climatiques, appelé PACC 2020, et d'une Stratégie gouvernementale d'adaptation aux changements climatiques. Ce plan et cette stratégie visent en particulier à réduire les émissions de gaz à effet de serre et à réduire la vulnérabilité du Québec face aux risques accrus d'inondation et de submersion ainsi que face aux contraintes de

disponibilité en eau. Améliorer les connaissances sur le niveau des eaux de surface et souterraines, réduire la consommation d'eau et mieux encadrer les prélèvements comptent parmi les priorités.

Le programme Climat municipalités, découlant du Plan d'action sur les changements climatiques 2006-2012, a d'ailleurs encouragé les organismes municipaux à élaborer un plan d'adaptation aux changements climatiques. Ces plans d'adaptation comportent notamment diverses mesures liées à la gestion des eaux pluviales, à l'approvisionnement en eau potable et à la gestion des risques d'inondation. Le Plan d'action sur les changements climatiques 2013-2020 entend continuer à soutenir les organismes municipaux pour qu'ils cernent les vulnérabilités sur leur territoire et qu'ils les intègrent dans leur planification courante.

Par ailleurs, afin de mieux planifier ses stratégies d'adaptation, le gouvernement du Québec travaille au développement de modèles hydroclimatiques. Ces modèles ont pour but de préciser comment les événements de crue et d'étiage sont appelés à changer en fonction des différents scénarios climatiques<sup>29</sup>. Les projections tirées de ces modèles, à l'horizon 2050, permettront de quantifier les tendances qui se dessinent en matière de répercussions des changements climatiques sur les événements hydrologiques extrêmes dans le sud du Québec et de visualiser, dans un atlas, la distribution spatiale des tendances estimées.

#### **Atlas hydroclimatique du Québec méridional**

L'Atlas hydroclimatique du Québec méridional présente une synthèse pragmatique des impacts anticipés des changements climatiques sur les régimes de crue, d'étiage et de débits moyens mensuels ou annuels. Il couvre des bassins versants de plus de 500 km<sup>2</sup> parmi les tributaires québécois du Saint-Laurent en amont de Tadoussac et de Trois-Pistoles. Les impacts y sont évalués à l'aide de projections découlant de l'utilisation de modèles numériques climatiques et hydrologiques et de scénarios d'émission de gaz à effet de serre. Les informations retrouvées dans l'Atlas permettent de déterminer les tendances générales qui pourraient modifier le régime hydrique à l'horizon 2050. À des échelles temporelles plus fines, les débits qui fluctueront pourront amener pour certaines périodes des comportements hydrologiques différents des tendances générales anticipées.

Le gouvernement du Québec a aussi instauré le Réseau du suivi des eaux souterraines afin d'évaluer l'effet des changements climatiques sur les niveaux d'eau souterraine et de contribuer en plus à la mise en œuvre de mesures d'adaptation. La quasi-totalité des stations actives de ce réseau, qui devrait en compter, à terme, plus de 200, a été mise en place entre 2006 et 2014. Quelques stations font exception, ayant été mises en place entre 1970 et 1985. Bien que la majorité des stations soient actuellement situées dans le sud du Québec, le déploiement du réseau vise à couvrir l'ensemble des régions, y compris le nord. D'ailleurs, huit stations y ont été installées en 2012, à Umiujaq plus précisément. Elles ont pour but d'évaluer l'effet des changements climatiques sur la fonte du pergélisol et ses conséquences sur les eaux souterraines.

## Informier et sensibiliser la population

Le gouvernement du Québec a le mandat de communiquer divers renseignements utiles à la population. Ces informations prennent la forme de rapports, de bilans, de guides, de conférences ou de relations avec les médias. Parmi les documents produits par le gouvernement du Québec, certains sont techniques et s'adressent davantage à une clientèle spécialisée, mais d'autres abordent des sujets plus généraux et sont destinés à la population en général.

Essentiellement, ces outils de communication, dont l'actuel Rapport sur l'état de l'eau et des écosystèmes aquatiques au Québec, visent à tenir la population informée sur l'état et l'évolution de la quantité d'eau au Québec, sur les moyens à mettre en œuvre pour mieux conserver et protéger l'eau, sur les exigences réglementaires en vigueur et sur tous les aspects de qualité de vie, de santé et de sécurité des citoyens en lien avec la quantité d'eau.

Par ailleurs, plusieurs organismes non gouvernementaux, en partenariat avec le gouvernement, informent et sensibilisent la population sur la préservation de la ressource. Les organismes de bassin versant, les comités de zone d'intervention prioritaire du Saint-Laurent et les tables de concertation régionales comptent parmi ces organismes.

## En savoir plus

Archives canadiennes des données sur les marées et niveaux d'eau : <http://www.meds-sdmm.dfo-mpo.gc.ca/isdm-gdsi/twl-mne/index-fra.htm>

Atlas hydroclimatique du Québec méridional : [http://www.cehq.gouv.qc.ca/hydrometrie/atlas/atlas\\_hydroclimatique.pdf](http://www.cehq.gouv.qc.ca/hydrometrie/atlas/atlas_hydroclimatique.pdf)

Cadre de prévention des principaux risques naturels et Cadre pour la prévention de sinistres 2013-2020 : <http://www.securitepublique.gouv.qc.ca/securite-civile/publications-statistiques-civile/inter-action/inter-action-vol-4-no-2/14161/14167.html>

Commission de régularisation de la rivière des Outaouais : <http://rivieredesoutaouais.ca/index-riviere-outaouais.php>

Conseil international de contrôle du fleuve Saint-Laurent : [http://ijc.org/fr\\_/islrbc](http://ijc.org/fr_/islrbc)

Diffusion de la cartographie hydrogéologique : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/souterraines/diffusion-carto-hydrogeologique.htm>

Données hydrométriques en temps réel : [http://www.eau.ec.gc.ca/index\\_f.html](http://www.eau.ec.gc.ca/index_f.html)

Entente sur les ressources en eaux durables du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/grandslacs/2005/index.htm>

Gestion des prélèvements d'eau : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/prelevements/index.htm>

Lois et règlements du Canada : <http://laws-lois.justice.gc.ca/fra/>

Lois et règlements du Québec :

<http://www3.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/loisreglements.fr.html>

Plan d'action sur les changements climatiques :

<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/changementsclimatiques/pacc2020.htm>

Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables :

<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/Eau/rives/index.htm>

Politique québécoise de sécurité civile 2014-2024 :

<http://www.securitepublique.gouv.qc.ca/securite-civile/publications-statistiques-civile/politique-2014-2024/13593.html>

Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines :

<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/souterraines/programmes/acquisition-connaissance.htm>

Programme d'économie d'eau potable : <http://www.reseau-environnement.com/fr/eau/peep>

Programme d'économie d'eau potable : <http://www.reseau-environnement.com/fr/eau/peep>

Programme de conservation et d'utilisation efficace de l'eau du Québec :

<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/programmes/conservation-utilisation-efficace-eau/index.htm>

Programme de détermination des cotes de crues de récurrence de 20 ans et de 100 ans :

<http://www.cehq.gouv.qc.ca/zones-inond/realisations-Qc.htm>

Projet de stratégie de protection et de conservation des sources destinées à l'alimentation en eau potable : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/potable/strategie/index.htm>

Réseau du suivi des eaux souterraines du Québec :

<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/piezo/index.htm>

Site de la Sécurité publique du Québec – Surveillance de la crue des eaux :

<http://geoegl.msp.gouv.qc.ca/adnv2/>

Stratégie gouvernementale d'adaptation aux changements climatiques :

<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/changementsclimatiques/strategie-adaptation.htm>

Stratégie québécoise d'économie d'eau potable : <http://www.mamrot.gouv.qc.ca/grands-dossiers/strategie-quebecoise-deconomie-deau-potable>

Suivi hydrologique de différentes stations hydrométriques :

<http://www.cehq.gouv.qc.ca/suivihydro/default.asp>

Système d'information hydrogéologique :

<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/souterraines/sih/index.htm>

# La qualité d'eau

L'eau des lacs, des rivières et du Saint-Laurent ainsi que les nappes d'eau souterraine contiennent des substances dissoutes ou en suspension, telles que des minéraux et des nutriments. La présence de ces substances dans l'eau influence sa qualité.



© 2011, Laforest et Sabourin, *Le monde en images*, CCDMD

Au Québec, l'état actuel et l'évolution de la qualité de l'eau de surface et de l'eau souterraine s'expliquent par les différentes pressions exercées sur l'environnement. Certaines de ces pressions découlent des conditions naturelles, comme le type de roches et de sols, et d'autres sont attribuables aux activités humaines, comme l'agriculture et l'urbanisation. De façon générale, la qualité de l'eau est bonne là où les pressions associées aux activités humaines sont faibles et moins bonne là où les pressions sont importantes.

Or, une eau de qualité est essentielle au maintien de l'intégrité des écosystèmes aquatiques et au bien-être de la population. En effet, une eau de qualité insuffisante compromet, notamment, le maintien de populations floristiques et fauniques, l'approvisionnement en eau potable et la baignade, et peut avoir des conséquences sur la santé des écosystèmes aquatiques, sur la santé, la sécurité et le mode de vie des populations de même que sur l'économie des secteurs touchés.

Pour ces raisons, différentes mesures sont mises en œuvre au Québec afin de protéger la qualité de l'eau des lacs et des cours d'eau et celle des nappes d'eau souterraine, en plus de garantir à la population de l'eau de qualité, sans risque pour la santé.

## Quelle est la situation et quelles sont les causes?

- La qualité de l'eau des lacs
  - L'acidification de l'eau des lacs du sud du Québec
  - L'état trophique des lacs du sud du Québec
  - Les fleurs d'eau d'algues bleu-vert dans les lacs du sud du Québec
- La qualité de l'eau des rivières et du fleuve Saint-Laurent
  - La qualité bactériologique et physicochimique
  - Des métaux à de faibles concentrations dans les rivières et dans le fleuve
  - Des pesticides en milieu agricole
  - Les contaminants émergents, des substances nouvellement détectées dans l'eau
  - La qualité des sédiments dans le fleuve, des améliorations visibles
- La qualité de l'eau de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent
  - La prolifération d'algues rouges dans l'estuaire
  - Les eaux profondes de l'estuaire et du golfe s'appauvrissent en oxygène et deviennent plus acides
- La qualité des nappes d'eau souterraine
  - La qualité des aquifères : une explication d'abord géologique
  - Une eau vulnérable aux activités humaines
- En savoir plus
- Références

### La qualité de l'eau des lacs

Les lacs sont des écosystèmes complexes dont l'évolution est dictée par de multiples facteurs naturels et humains. Les effets de ces facteurs sur la santé des lacs sont souvent très variables d'un milieu à l'autre. L'évaluation de la qualité de l'eau des lacs s'appuie surtout sur les grandes problématiques associées à ces écosystèmes. Dans les années 1980 et 1990, l'acidification de l'eau des lacs par les précipitations acides a suscité l'inquiétude. Plus récemment, l'eutrophisation des lacs et la présence de fleurs d'eau d'algues bleu-vert sont d'autres problématiques qui retiennent aussi l'attention.

### L'acidification de l'eau des lacs du sud du Québec

En raison de la nature granitique de la roche et des sols sur le Bouclier canadien, près de 90 % du territoire québécois est sensible aux précipitations acides<sup>1</sup>. Les précipitations acides proviennent des émissions atmosphériques d'oxydes de soufre et d'azote qui, transportées par les masses d'air, retombent au sol sous la forme de dépôts acides humides. Comme les sols du Bouclier canadien ont une faible capacité à neutraliser les acides, le ruissellement de l'eau des pluies engendre un apport supplémentaire de matières acidifiantes vers les plans d'eau, dont plusieurs sont déjà naturellement acides.

### Des améliorations sont observées entre 1990 et 2010

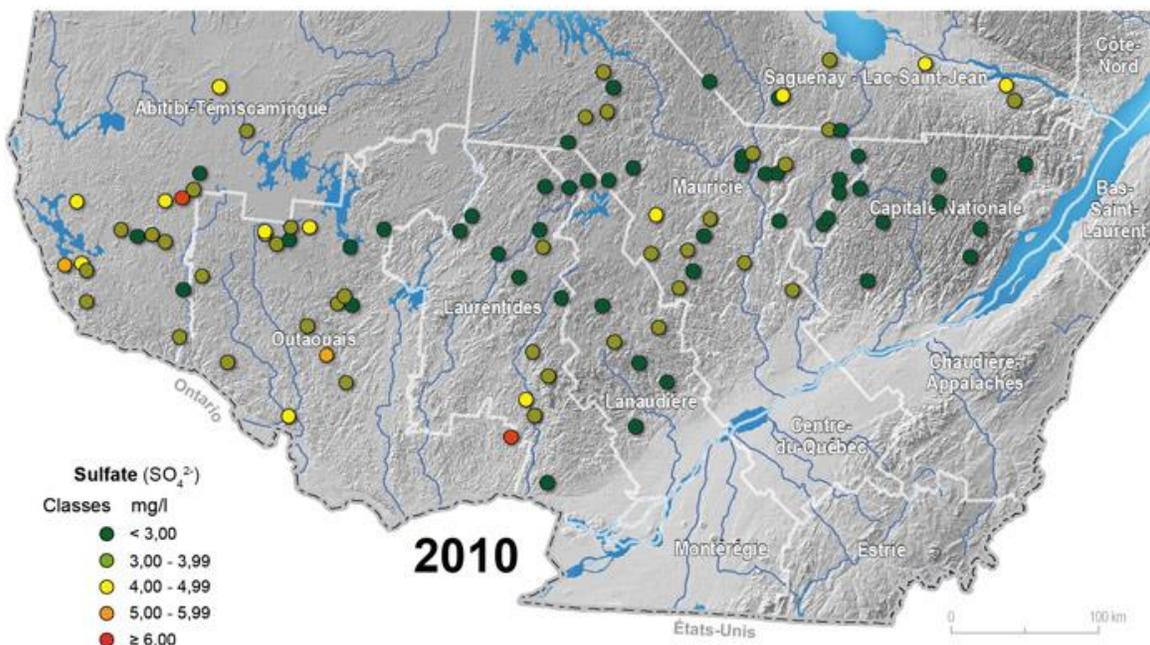
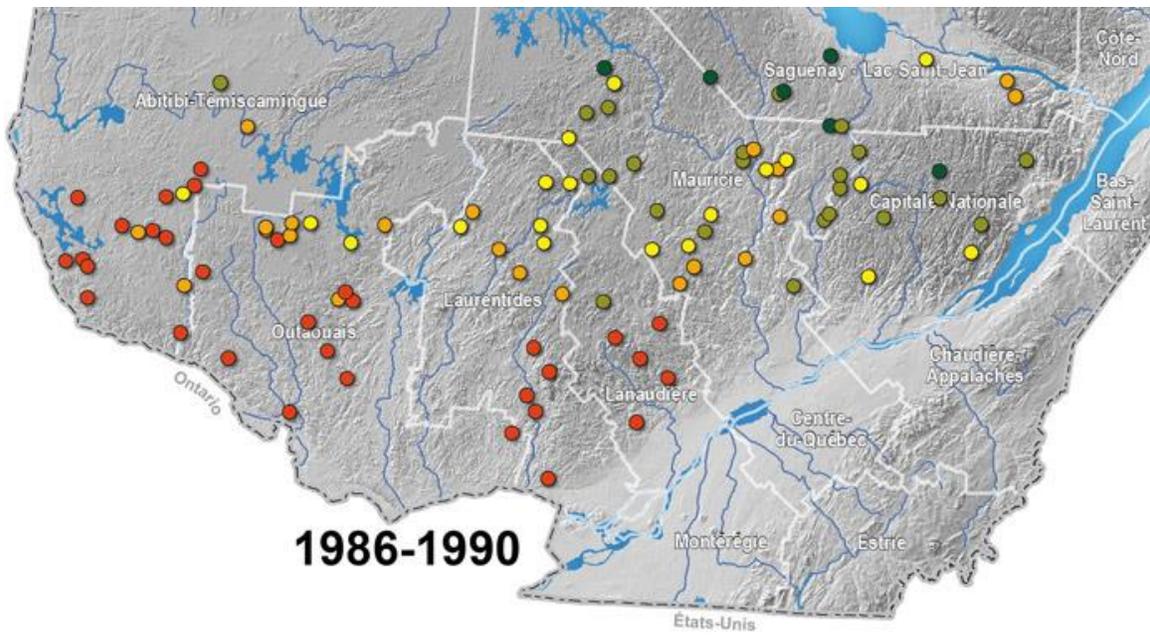
Les principaux agents acidifiants de l'eau des lacs, les sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), ont connu des baisses importantes dans les 101 lacs suivis au Québec entre la période 1986-1990 et l'année 2010. En 20 ans, 86 des 101 lacs ont vu leurs concentrations en sulfates diminuer ([Carte 15](#) Concentration en sulfates dans 101 lacs du sud du Québec entre la période 1986-1990 et l'année 2010<sup>2, 3</sup>). Des changements marqués étaient particulièrement visibles dans la région de l'Abitibi-Témiscamingue. Sur l'ensemble des 101 lacs, la concentration moyenne des sulfates est passée de 5,00 à 3,20 mg/l<sup>(2)</sup>.

La baisse des concentrations en sulfates dans l'eau a eu une influence positive sur l'amélioration des conditions d'acidité de la majorité des lacs visités ([Carte 16](#) Mesure du pH de 101 lacs du sud du Québec entre la période 1986-1990 et l'année 2010<sup>2, 3</sup>). Le **pH** moyen des 101 lacs est passé de 6,07 à 6,49<sup>2</sup>. En considérant l'échelle logarithmique du pH, cette hausse du pH moyen signifie que les lacs à l'étude sont 62 % moins acides en 2010 que lors des échantillonnages de 1986 à 1990. Alors que 41 des 101 lacs affichaient un pH inférieur à 6,00 à la fin des années 1980, seulement 16 avaient un pH sous cette valeur en 2010.

Ainsi, en 2010, 85 lacs avaient un pH supérieur à 6,00, valeur au-delà de laquelle les lacs sont considérés comme non acides sur le Bouclier canadien. En effet, compte tenu des conditions géologiques, un pH de 6 unités est un niveau de pH normal pour cette région physiographique en l'absence d'apports acides d'origine atmosphérique.

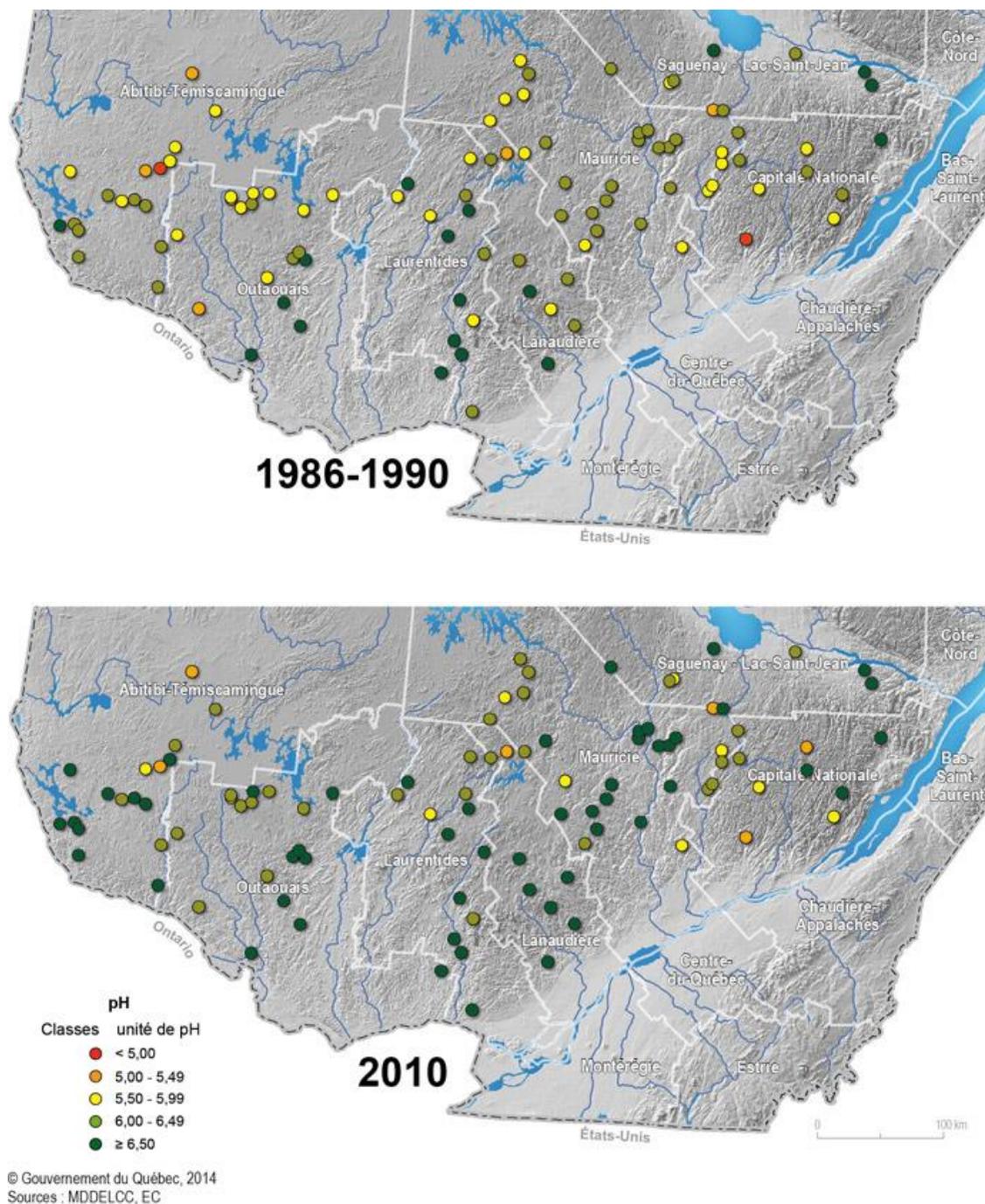
Les conditions inhospitalières d'un écosystème acidifié affectent les espèces présentes, tant les producteurs primaires, comme les algues, que les espèces des niveaux plus élevés de la chaîne trophique, comme la faune benthique, les poissons et les oiseaux<sup>4</sup>. La perte d'espèces de proies préférées, la perte de valeur nutritive des proies restantes ou l'effet toxique de certains métaux mis en solution dans les eaux acides sont autant de nouvelles conditions dans le milieu susceptibles de perturber les populations<sup>4</sup>. Une étude sur la faune benthique de lacs québécois révèle que le processus global d'acidification des plans d'eau cause une diminution de la richesse et de l'abondance des invertébrés benthiques<sup>5</sup>.

La baisse des concentrations en sulfates et la remontée du pH dans plusieurs lacs du Québec sur 20 ans s'expliquent par les divers programmes de réduction de rejets atmosphériques nord-américains mis en place dès les années 1980 et 1990. Les États-Unis, qui émettent de grandes quantités de dioxydes de soufre ( $\text{SO}_2$ ) transportées en partie jusque dans l'Est canadien, avaient réduit leurs émissions totales de ce polluant de 67 % en 2010 par rapport aux émissions de 1990. Le Canada avait aussi réduit les siennes de 57 %<sup>6</sup>. Quant aux émissions totales d'oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ), elles ont été réduites de 42 % par les États-Unis et de 40 % par le Canada entre 2000 et 2010<sup>6</sup>. Les lacs de la région de l'Abitibi-Témiscamingue ont pour leur part bénéficié des mesures mises en place en 1989 par l'usine Horne, de Rouyn-Noranda, pour réduire les émissions polluantes issues de ses procédés<sup>7</sup>. Au début des années 1980, cette fonderie de cuivre était responsable d'une large part des émissions totales annuelles de dioxyde de soufre au Québec<sup>8</sup>.



© Gouvernement du Québec, 2014  
 Sources : MDDELCC, EC

**Carte 15** Concentration en sulfates dans 101 lacs du sud du Québec entre la période 1986-1990 et l'année 2010<sup>2, 3</sup>



**Carte 16** Mesure du pH de 101 lacs du sud du Québec entre la période 1986-1990 et l'année 2010<sup>2, 3</sup>

**Même s'ils sont moins acides, plusieurs lacs demeurent sensibles**

Malgré les gains observés, la récupération des écosystèmes aquatiques est plus lente que prévu dans les lacs à l'étude. Sous l'effet des précipitations acides, les cations basiques dans les sols et les lacs, soit la somme des ions calcium, magnésium, sodium et potassium, ont grandement diminués. Comme les cations basiques ont la capacité de neutraliser les acides, leur faible concentration rend les milieux plus vulnérables aux apports acides actuels. En une vingtaine

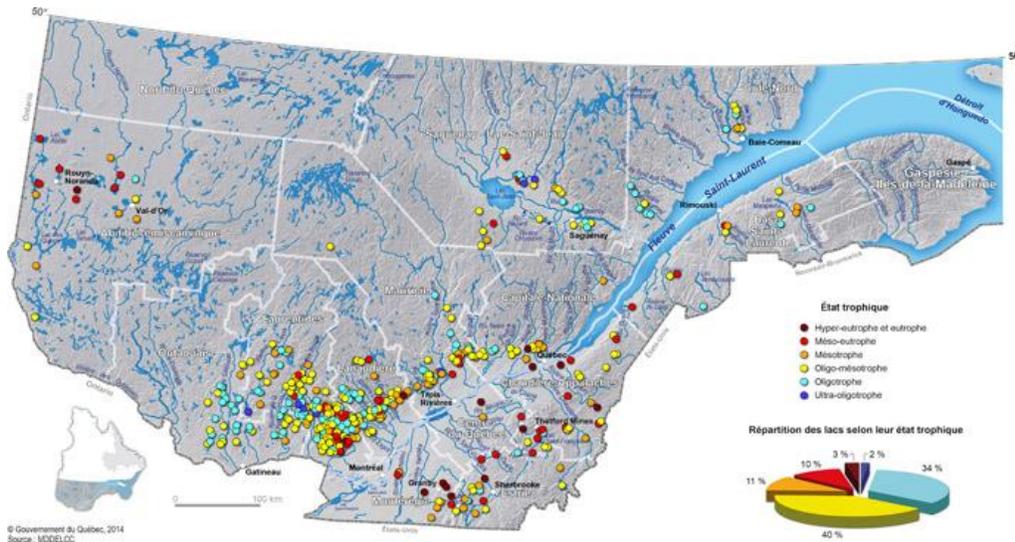
d'années, soit entre la période 1986-1990 et 2010, la concentration moyenne de cations basiques dans les 101 lacs à l'étude a diminué de 20 %<sup>2</sup>. La baisse des cations basiques constitue le principal obstacle venant bloquer ou du moins ralentir le rétablissement aquatique des lacs acidifiés<sup>4</sup>. Les efforts de réduction des émissions de polluants acidifiants doivent donc se poursuivre afin de protéger les écosystèmes aquatiques sensibles.

Des études récentes ont démontré que les changements climatiques peuvent ralentir la récupération ou même acidifier les écosystèmes aquatiques<sup>9</sup>. Le climat affecte en effet certains processus ayant cours principalement dans le sol des bassins versants des lacs. Le relargage d'agents acidifiants ( $\text{NO}_3^-$  et  $\text{SO}_4^{2-}$ ) accumulés dans les sols à la suite de périodes de sécheresse et l'augmentation de l'acidité organique des lacs causée par le ruissellement lors d'épisodes de pluie intense comptent parmi ces processus. Les études doivent se poursuivre au moyen d'expérimentations et de suivis à long terme pour mieux comprendre les mécanismes d'interaction entre le climat et l'acidification ou la récupération des écosystèmes aquatiques acidifiés.

### L'état trophique des lacs du sud du Québec

L'état trophique d'un lac exprime son degré d'eutrophisation, allant de très peu enrichi par les matières nutritives, c'est-à-dire ultra-oligotrophe, à très enrichi, c'est-à-dire hyper-eutrophe. Parmi les 665 lacs du sud du Québec suivis entre 2002 et 2011, 76 % montraient peu de signes d'eutrophisation avancée (Carte 17). En effet, 2 % des lacs étaient ultra-oligotrophes, 34 % étaient oligotrophes et 40 % étaient oligo-mésotrophes.

Ces résultats reflètent cependant l'état trophique de la masse d'eau principale des lacs. Ils ne tiennent pas compte des manifestations de l'enrichissement du lac dans la zone littorale, telles que la surabondance des plantes aquatiques et du périphyton, c'est-à-dire les organismes microscopiques comme les algues et les bactéries qui vivent attachés aux végétaux ou sur toute surface sous l'eau. Leur prise en compte pourrait donner un autre signal de l'état trophique des lacs, mais le peu de données disponibles rend difficile l'établissement d'un portrait complet de la situation.



**Carte 17**  
État trophique des lacs du sud du Québec entre 2002 et 2011<sup>10</sup>

Sur la base toutefois des suivis effectués, 24 % des lacs montraient des signes avancés d'eutrophisation, dont 3 %, classés eutrophes et hyper-eutrophes, présentaient une très forte productivité biologique. En effet, l'eutrophisation d'un lac résulte de son enrichissement par les matières nutritives et des changements que cet enrichissement entraîne dans les caractéristiques du lac, telles que la composition et l'abondance des communautés végétales et animales. Le processus est naturel, mais peut, à divers degrés, être accéléré par l'importance et la nature des activités humaines présentes dans les bassins versants des lacs. Selon les observations des experts, plusieurs lacs situés dans les bassins versants ayant une forte présence humaine se sont dégradés<sup>10</sup>. Difficile cependant, avec les données actuelles, d'évaluer globalement si l'état trophique des lacs au Québec s'améliore ou se détériore. Difficile aussi de préciser dans quelle mesure l'état trophique d'un lac est naturel ou lié à l'eutrophisation anthropique dans les parties habitées du territoire.

Le phosphore, principal élément nutritif associé à l'eutrophisation des lacs, se retrouve de façon naturelle dans l'environnement et provient au départ de l'érosion des roches et des dépôts de surface dans le bassin versant. D'autres facteurs tels que la superficie du bassin et sa topographie, l'importance des différents milieux naturels, la quantité de précipitations, le volume et la forme du lac ou même l'activité des castors vont également jouer des rôles importants sur la quantité et les flux de phosphore dans les lacs, donc sur l'apparition possible de signes d'eutrophisation<sup>11</sup>. Cependant, le développement urbain, l'agriculture, la pisciculture, la villégiature, les activités industrielles et l'exploitation forestière, entre autres, peuvent accentuer l'eutrophisation de différentes façons<sup>10</sup>. Ces activités peuvent augmenter la quantité de phosphore introduit dans le bassin versant, par exemple, par des rejets d'eaux usées ou par l'application d'engrais. Les activités humaines peuvent aussi contribuer à la réduction de la rétention du phosphore dans les milieux naturels, particulièrement avec le déboisement. Elles peuvent aussi favoriser le transport du phosphore au plan d'eau, notamment par l'aménagement de systèmes de drainage des terres.

Avec les changements climatiques, l'augmentation de la fréquence, de l'intensité ou de la durée des événements climatiques extrêmes, tels que les précipitations<sup>12</sup>, pourrait augmenter les apports en phosphore des bassins versants par ruissellement et, du coup, la productivité des lacs<sup>13</sup>. La hausse des températures pourrait par ailleurs entraîner des modifications importantes aux caractéristiques des lacs. Ces derniers pourraient notamment connaître une augmentation de la période libre de glace et d'exposition aux radiations solaires et connaître un réchauffement de leurs eaux de surface ainsi qu'une plus grande stabilité de la colonne d'eau. Tous ces facteurs peuvent favoriser l'eutrophisation.<sup>13</sup>

### **Les fleurs d'eau d'algues bleu-vert dans les lacs du sud du Québec**

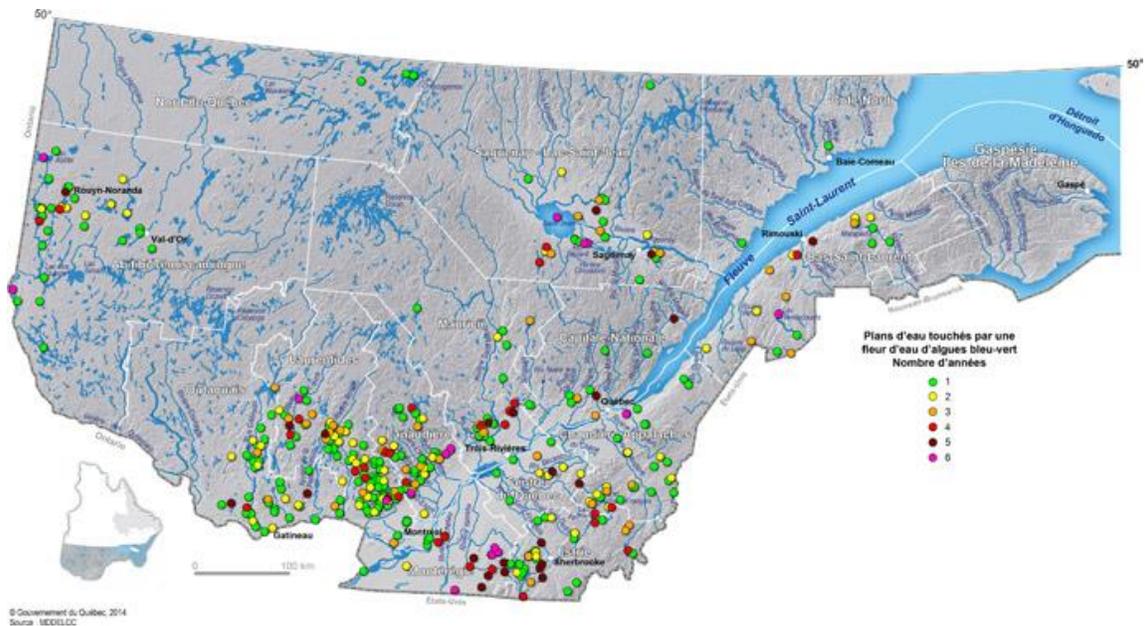
Les algues bleu-vert, ou cyanobactéries, sont des microorganismes naturellement présents à de faibles densités dans les lacs et cours d'eau. Ces algues peuvent par contre se reproduire rapidement sous certaines conditions. Plusieurs produisent des toxines ou cyanotoxines susceptibles d'affecter la santé des humains et des animaux. Lorsque les algues bleu-vert prolifèrent et atteignent une densité importante, le phénomène est appelé fleur d'eau ([Photo 25](#) Fleurs d'eau d'algues bleu-vert sur un étang de l'Estrie (MDDELCC)).



**Photo 25** Fleurs d'eau d'algues bleu-vert sur un étang de l'Estrie (MDDELCC)

Entre les années 2007 et 2012, 620 plans d'eau suspectés pour la présence de fleurs d'eau d'algues bleu-vert ont été visités par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC). De ce nombre, 413 se sont effectivement avérés touchés par cette problématique, dont 94 % étaient des lacs et réservoirs (Carte 18). Ces plans d'eau sont plus vulnérables aux algues bleu-vert que les rivières en raison de leurs eaux plus calmes et souvent plus chaudes<sup>14</sup>. Les Laurentides, Lanaudière, l'Outaouais et l'Estrie sont les régions administratives ayant le plus grand nombre de plans

d'eau touchés par les fleurs d'eau d'algues bleu-vert parmi les plans d'eau signalés durant cette période. Ces régions comptent un grand nombre de lacs fort prisés par les villégiateurs. Plus il y a de personnes sensibilisées au phénomène de fleur d'eau autour d'un plan d'eau, plus grandes sont les possibilités de signalement et, conséquemment, de confirmation de fleurs d'eau d'algues bleu-vert.

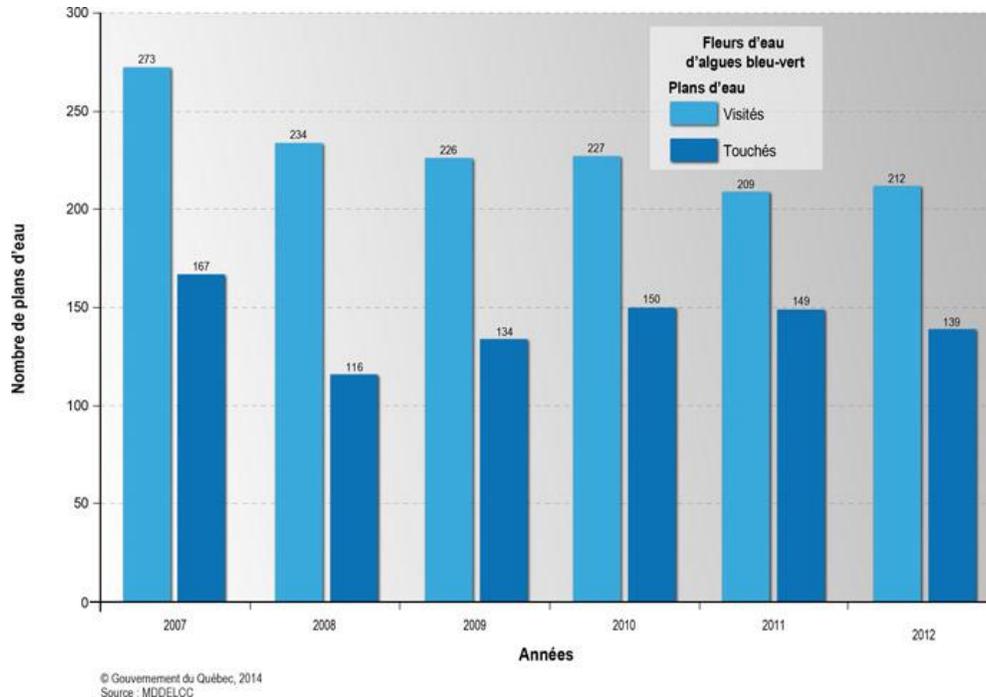


**Carte 18** Plans d'eau confirmés touchés par une fleur d'eau d'algues bleu-vert entre 2007 et 2012 dans le sud du Québec<sup>10</sup>

L'évaluation de la problématique des algues bleu-vert au Québec est basée sur les signalements que fait la population sur la présence de fleurs d'eau potentielles. Or, il est possible que des plans d'eau aient été touchés par des fleurs d'eau sans qu'ils n'aient été signalés au MDDELCC.

Malgré cela, entre 2007 et 2012, plusieurs signalements ont été faits et des fleurs d'eau d'algues bleu-vert étaient présentes sur 116 à 167 plans d'eau, selon l'année (Figure 15). Environ le tiers des lacs touchés chaque année l'étaient pour la première fois, pour un total de 339 plans d'eau nouvellement touchés en six ans.

Comme aucun plan d'eau n'est suivi si aucun signalement n'est fait par la population, il est actuellement impossible de savoir avec certitude si un lac touché une année l'est encore l'année suivante ou si, au contraire, il ne l'est plus. En effet, un plan d'eau présentant des fleurs d'eau d'algues bleu-vert n'est pas nécessairement signalé par la population tous les ans et il n'est pas automatiquement touché chaque année. Certains plans d'eau recensés ont toutefois été touchés à plusieurs reprises par les fleurs d'eau d'algues bleu-vert. Sur les 413 plans d'eau touchés dans la période de 2007 à 2012, un total de 191 plans d'eau l'ont été plus d'une année (Carte 18 Plans d'eau confirmés touchés par une fleur d'eau d'algues bleu-vert entre 2007 et 2012 dans le sud du Québec<sup>10</sup>). Les lacs touchés quatre, cinq et six ans révèlent une problématique sévère d'algues bleu-vert affectant souvent la totalité ou une grande superficie du lac. De tels cas ont été observés un peu partout au Québec. Cependant, près de la moitié des lacs touchés plus de quatre ans se trouvaient dans les régions de la Montérégie (Photo 26 Secteur de la baie Missisquoi au lac Champlain, en Montérégie, touché par une fleur d'eau d'algues bleu-vert (MDDELCC)), des Laurentides et de l'Estrie. Les pressions engendrées par les développements résidentiels et les activités de villégiature sont importantes dans ces régions.



**Figure 15** Plans d'eau visités au Québec entre 2007 et 2012 après un signalement d'algues bleu-vert et plans d'eau touchés par une fleur d'eau<sup>10</sup>



**Photo 26** Secteur de la baie Missisquoi au lac Champlain, en Montérégie, touché par une fleur d'eau d'algues bleu-vert (MDDELCC)

Bien que les facteurs provoquant la présence de fleurs d'eau puissent varier et que les mécanismes impliqués ne soient pas tous connus, il est admis que la principale cause est l'enrichissement en phosphore. Le phosphore

de source naturelle ou provenant des activités humaines joue un rôle dans l'apparition possible de signes d'eutrophisation dans le plan d'eau, donc sur la composition et l'abondance des algues s'y développant.

L'augmentation des températures moyennes prévues par les projections climatiques pourrait, par un réchauffement de l'eau, favoriser la prolifération d'algues bleu-vert<sup>12</sup>. Si certaines espèces se multiplient en eau froide et survivent sous la glace<sup>15</sup>, leur croissance est optimale lorsque les eaux sont chaudes, notamment pendant les mois chauds de l'été où elles prolifèrent généralement<sup>16</sup>.

### **La qualité de l'eau des rivières et du fleuve Saint-Laurent**

Les données de qualité de l'eau des rivières et du fleuve Saint-Laurent permettent d'évaluer la situation générale de l'eau au Québec. Elles fournissent aussi un état de la contamination de l'eau par certaines substances provenant principalement des rejets d'eaux usées et du ruissellement sur les terres agricoles.

Des études de courte durée et des suivis sur une longue période permettent de fournir un portrait de la qualité bactériologique et physicochimique de l'eau ainsi que de sa contamination par les métaux dissous, les pesticides et les contaminants émergents. Divers paramètres ou diverses substances sont dès lors analysés et comparés à des critères de qualité de l'eau lorsqu'ils sont disponibles et, le cas échéant, à d'autres seuils ou valeurs de référence existants. Les critères déterminent jusqu'à quel point la qualité de l'eau est adéquate pour les usages et dans quelle mesure elle assure la protection de la santé des écosystèmes aquatiques.

### **La qualité bactériologique et physicochimique**

La qualité générale de l'eau des principales rivières du sud du Québec et du fleuve Saint-Laurent a été évaluée entre 2002 et 2011 en utilisant l'indice de qualité bactériologique et physicochimique, appelé IQBP<sub>6</sub>. Cet indice intègre six paramètres : coliformes fécaux, phosphore total, matières en suspension, azote ammoniacal, nitrites/nitrates et chlorophylle a totale<sup>1</sup>. Ceux-ci constituent de bons indicateurs des différentes formes de pollution.

Sur la base des concentrations de ces paramètres et en tenant compte des critères de qualité de l'eau établis pour plusieurs d'entre eux<sup>2</sup>, l'IQBP<sub>6</sub> permet de définir la qualité générale de l'eau selon cinq classes : bonne, satisfaisante, douteuse, mauvaise et très mauvaise.

Les données relatives à trois paramètres de l'indice, soit les coliformes fécaux, le phosphore total et les matières en suspension, permettent de suivre l'évolution des grandes problématiques associées à la qualité de l'eau des rivières et du fleuve. Les concentrations mesurées peuvent en effet révéler un problème de contamination bactériologique, d'eutrophisation ou d'apport de sédiments provenant de l'érosion des terres adjacentes et des berges des cours d'eau.

### La qualité générale de l'eau

La qualité générale de l'eau à la majorité des stations des rivières du Québec était bonne ou satisfaisante. Elle est demeurée globalement assez stable entre 2002 et 2011, malgré les améliorations observées pour certains paramètres de l'IQBP<sub>6</sub>. La qualité de l'eau du fleuve était également bonne ou satisfaisante pour la plupart des stations, sauf en aval de Montréal où elle était mauvaise. Le nombre de stations du fleuve où la qualité de l'eau était douteuse est à la hausse depuis 2007. Plus précisément, les données de 2009 à 2011, qui dressent un portrait de la situation récente de la qualité générale de l'eau, montraient que celle-ci était bonne ou satisfaisante à 58 % des stations en rivières (Carte 19 Qualité générale de l'eau en 2009-2011 des stations situées dans les rivières du sud du Québec<sup>3</sup>). Les stations présentant la meilleure qualité de l'eau étaient situées dans les régions de la Côte-Nord (Photo 27), du Bas-Saint-Laurent, de la Gaspésie et de l'Outaouais ainsi que dans la partie amont des tributaires du Saint-Laurent. Les stations où l'eau était la plus dégradée étaient localisées dans des secteurs où la densité de population et l'activité agricole sont importantes, soit dans les basses terres du Saint-Laurent, notamment en Montérégie (Photo 28), en Chaudière-Appalaches et au pourtour du lac Saint-Pierre, ainsi que dans la plaine du lac Saint-Jean.

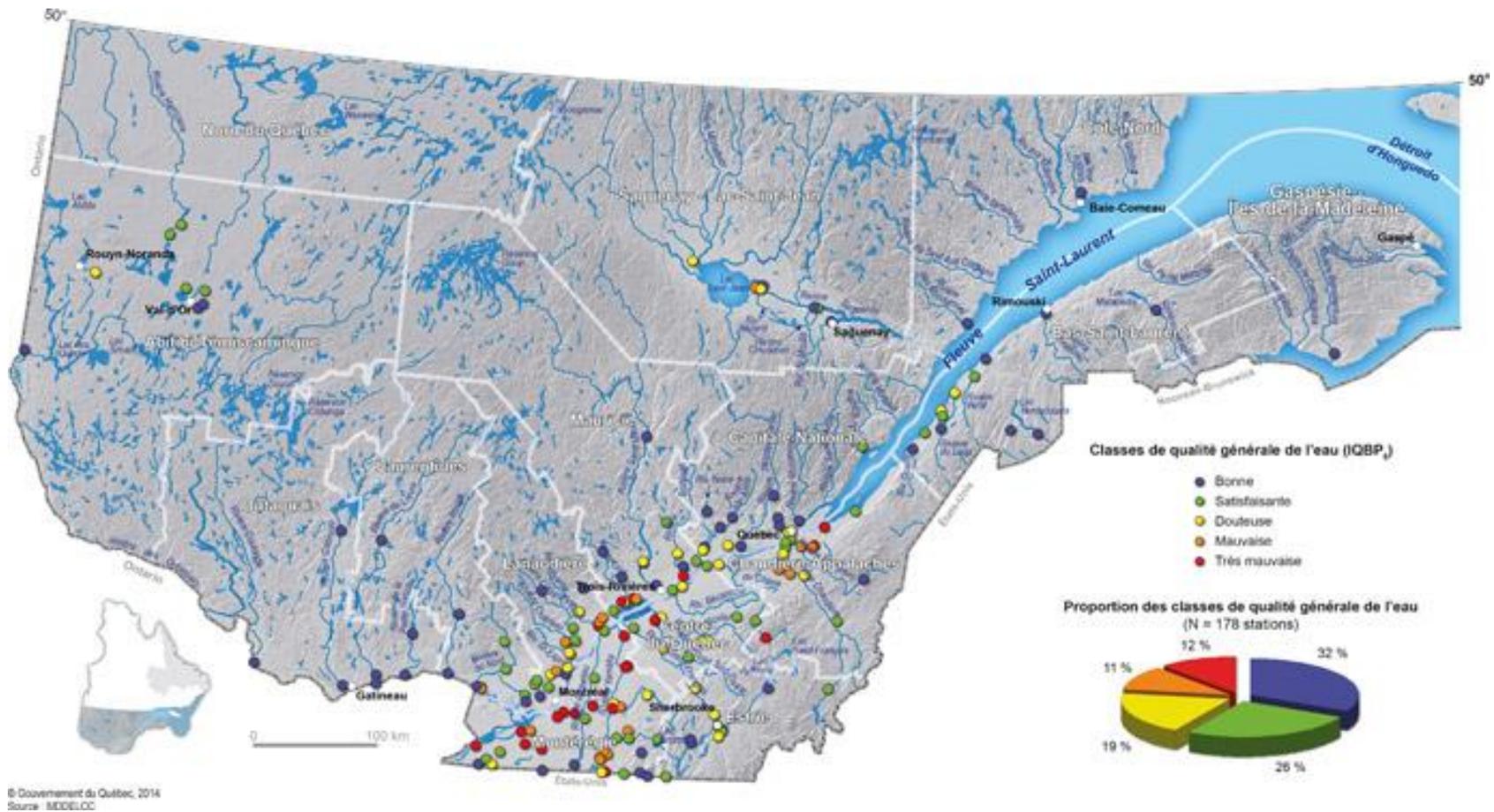


**Photo 27** Rivière aux Rochers à Port-Cartier, dans la région de la Côte-Nord (Serge Hébert, MDDELCC)

À ces endroits, la qualité de l'eau était généralement de douteuse à très mauvaise et l'eau présentait des concentrations élevées de chlorophylle  $\alpha$ , de matières en suspension et de phosphore.

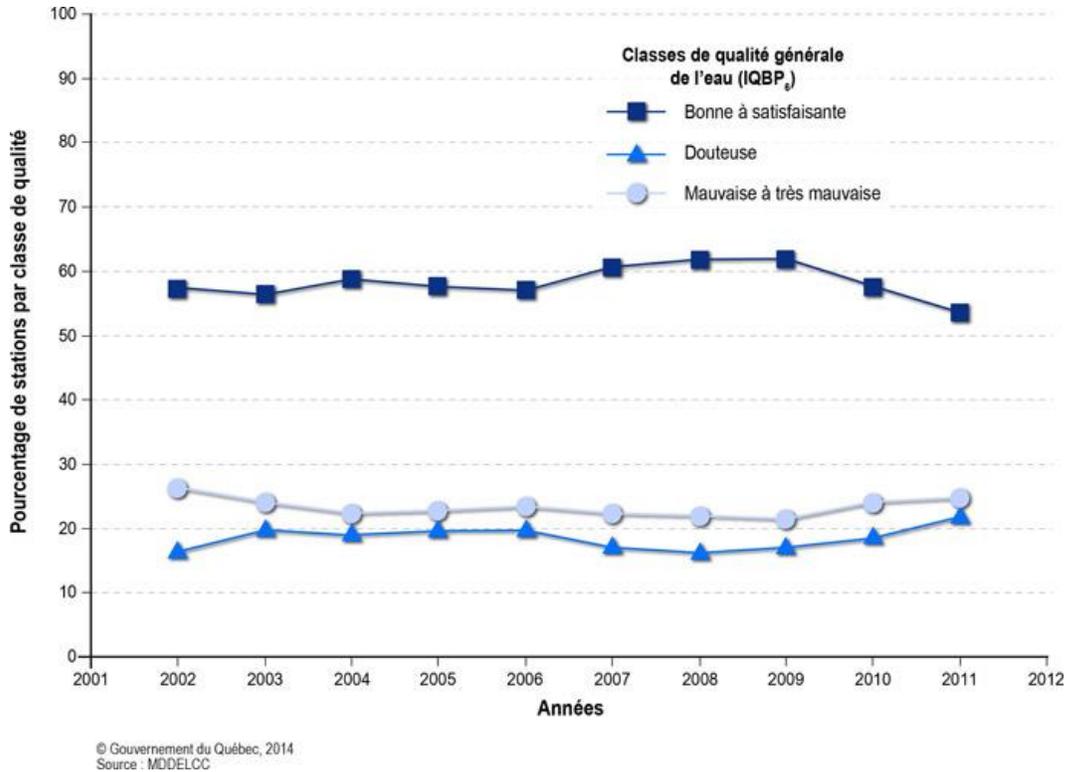


**Photo 28** Rivière Esturgeon dans le bassin versant de la rivière Châteauguay en Montérégie  
(David Berryman, MDDELCC)



Carte 19 Qualité générale de l'eau en 2009-2011 des stations situées dans les rivières du sud du Québec<sup>3</sup>

Globalement, malgré une amélioration de certains paramètres de l'IQBP6, comme le phosphore, la qualité générale de l'eau des rivières n'a pas beaucoup changé entre 2002 et 2011 (Figure 16).



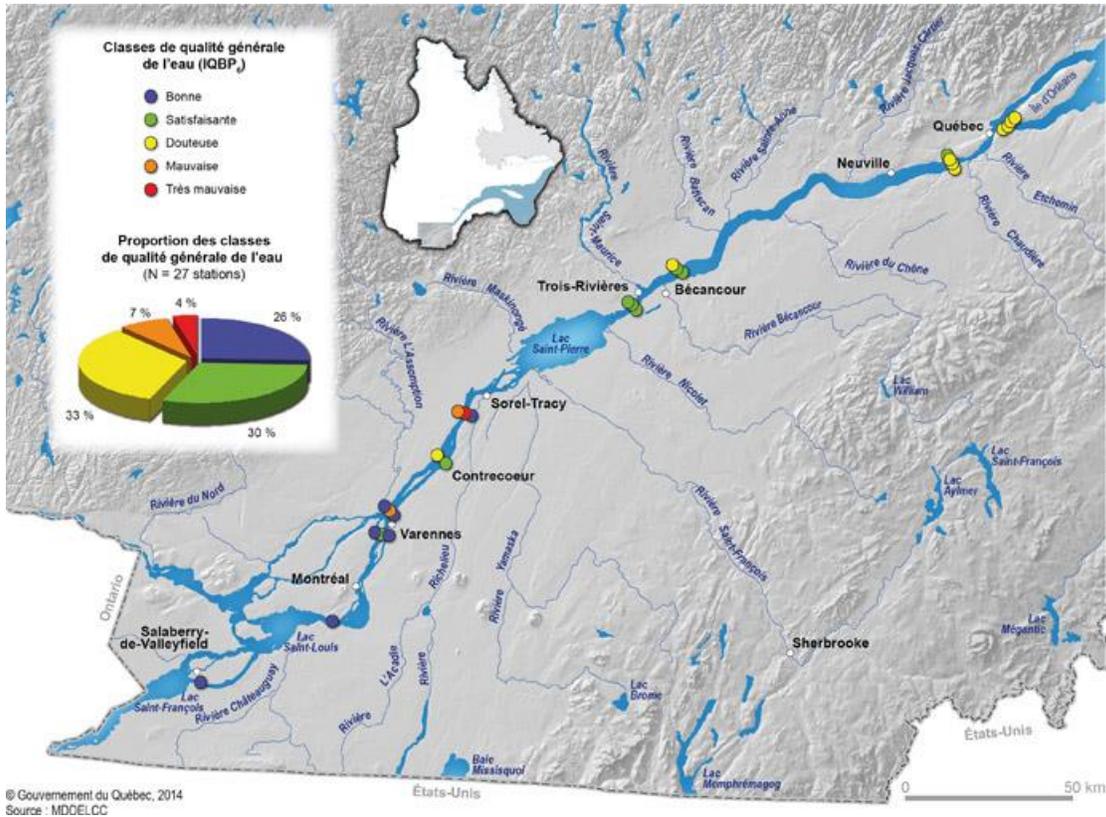
**Figure 16** Évolution de la qualité générale de l'eau entre 2002 et 2011 pour les stations situées dans les rivières du sud du Québec<sup>3</sup>

Pour le **fleuve**, les données de 2009 à 2011, qui dressent un portrait de la situation récente de la qualité générale de l'eau, montrent que celle-ci était bonne ou satisfaisante à 56 % des stations ([Carte 20](#) Qualité générale de l'eau en 2009-2011 des stations situées dans le fleuve Saint-Laurent<sup>3</sup>).

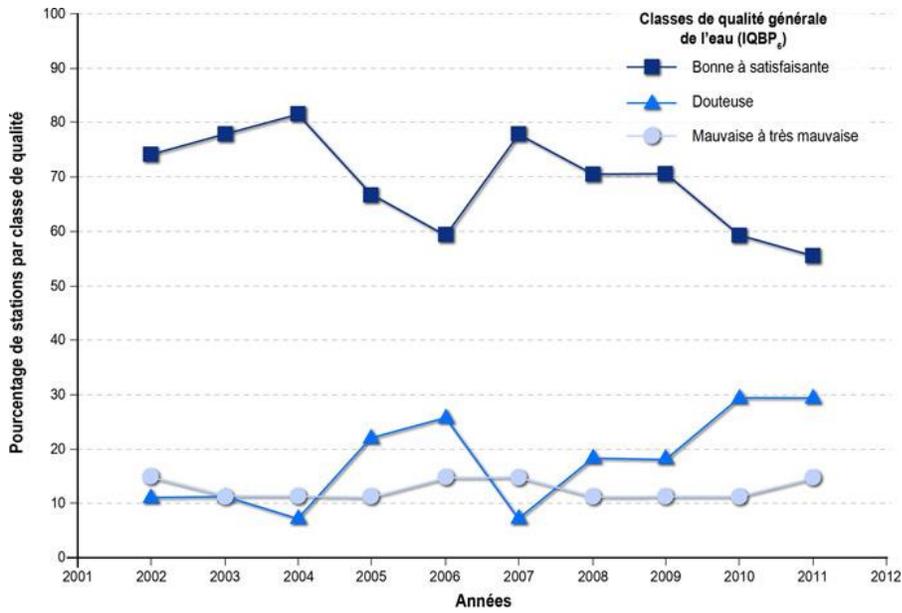
La qualité de l'eau était bonne en amont de Montréal, mais elle se détériorait considérablement entre Montréal et le lac Saint-Pierre à cause de la présence de coliformes fécaux. Dans ce tronçon, la mauvaise qualité touchait la section centre et nord du fleuve. À la sortie du lac Saint-Pierre, la qualité de l'eau s'améliorait, mais redevenait douteuse dans la région de Québec, en raison des concentrations de matières en suspension observées. Par contre, la concentration de matières en suspension étant à la limite supérieure de la classe douteuse, la qualité de l'eau à la hauteur de Québec était tout près d'être satisfaisante. Aux stations tout le long de la rive sud, la qualité de l'eau était bonne ou satisfaisante, et ce, de Montréal jusqu'en amont de Québec.

Entre 2002 et 2011, la qualité de l'eau des stations dans le fleuve montrait des fluctuations interannuelles ([Figure 17](#) Évolution de la qualité générale de l'eau entre 2002 et 2011 pour les stations situées

dans le fleuve Saint-Laurent<sup>3</sup>). L'importance de l'amplitude des fluctuations est attribuée principalement au petit nombre de stations échantillonnées. Un changement de classe de qualité observé pour quelques stations influence donc de façon marquée la répartition des classes de qualité.



Carte 20 Qualité générale de l'eau en 2009 2011 des stations situées dans le fleuve Saint-Laurent<sup>3</sup>



**Figure 17** Évolution de la qualité générale de l'eau entre 2002 et 2011 pour les stations situées dans le fleuve Saint-Laurent<sup>3</sup>

Toutefois, ces données ont permis de constater qu'entre 2007 et 2011, la proportion de stations où la qualité de l'eau est classée bonne ou satisfaisante était à la baisse, alors qu'elle était à la hausse pour les stations où la qualité de l'eau est douteuse. Cette diminution de la qualité est liée à une augmentation des concentrations de coliformes fécaux et de matières en suspension observée à certains endroits depuis 2007.

Ces concentrations plus élevées de coliformes fécaux et de matières en suspension seraient associées à une augmentation des précipitations observée dans le sud du Québec. Les précipitations annuelles moyennes de mai à octobre étaient plus élevées entre 2008 et 2011 qu'entre 2002 et 2007<sup>3</sup>. Ces précipitations plus abondantes ont notamment causé une hausse des débordements des réseaux d'égout municipaux et, conséquemment, une hausse de la concentration de coliformes fécaux. Pour les années 2010 et 2011, le nombre moyen annuel de débordements à la station de Montréal s'élevait à 1 790, alors qu'il était de 1 229 pour les années 2007 et 2008<sup>4, 5, 6, 7</sup>. Les précipitations ont aussi contribué à hausser le débit du fleuve et ainsi modifier son hydrodynamisme. Dans un tel contexte, les eaux usées de certains émissaires déversées dans le fleuve étaient transportées plus rapidement vers l'aval et leur zone d'influence s'est modifiée. Cela explique que certaines stations de suivi de la qualité de l'eau aient été influencées par les rejets d'eaux usées et la contamination bactérienne associée, alors qu'elles étaient peu influencées par ces rejets lorsque le débit était plus faible<sup>3</sup>. En outre, un débit plus élevé accentue l'érosion du lit et des berges du fleuve, d'où la hausse des matières en suspension<sup>3</sup>.

Dans un contexte de changements climatiques, les modifications attendues dans le régime des eaux pourraient affecter les panaches de mélange aux sites de rejets d'eaux usées ou à l'embouchure des affluents du Saint-Laurent, par exemple, et venir perturber la qualité de l'eau<sup>8</sup>.

### Les coliformes fécaux

Les coliformes fécaux sont des bactéries dont la présence dans l'eau fournit un bon indicateur de la contamination bactériologique d'origine fécale. Plus leur concentration est importante, plus l'eau risque de contenir des bactéries et des virus pathogènes. Les microorganismes pathogènes peuvent causer des maladies chez les humains ou les animaux après l'ingestion d'une eau contaminée ou un contact avec celle-ci.

Au Québec, de 2002 à 2011, les problématiques de contamination par les coliformes fécaux touchaient, par ordre d'importance, le fleuve Saint-Laurent en aval de Montréal, les rivières en milieu urbanisé et, dans une moindre mesure, les rivières en milieu agricole. Somme toute, la contamination bactériologique était plus marquée là où la population et les activités humaines sont les plus importantes, soit le long du fleuve et dans les basses terres du Saint-Laurent.

Plus exactement, les concentrations médianes de coliformes fécaux au cours des années 2009 à 2011, qui correspond au portrait de la situation récente, étaient non préoccupantes à 69 % des stations en **rivières**, soit inférieures ou égales au critère de qualité de l'eau de surface de

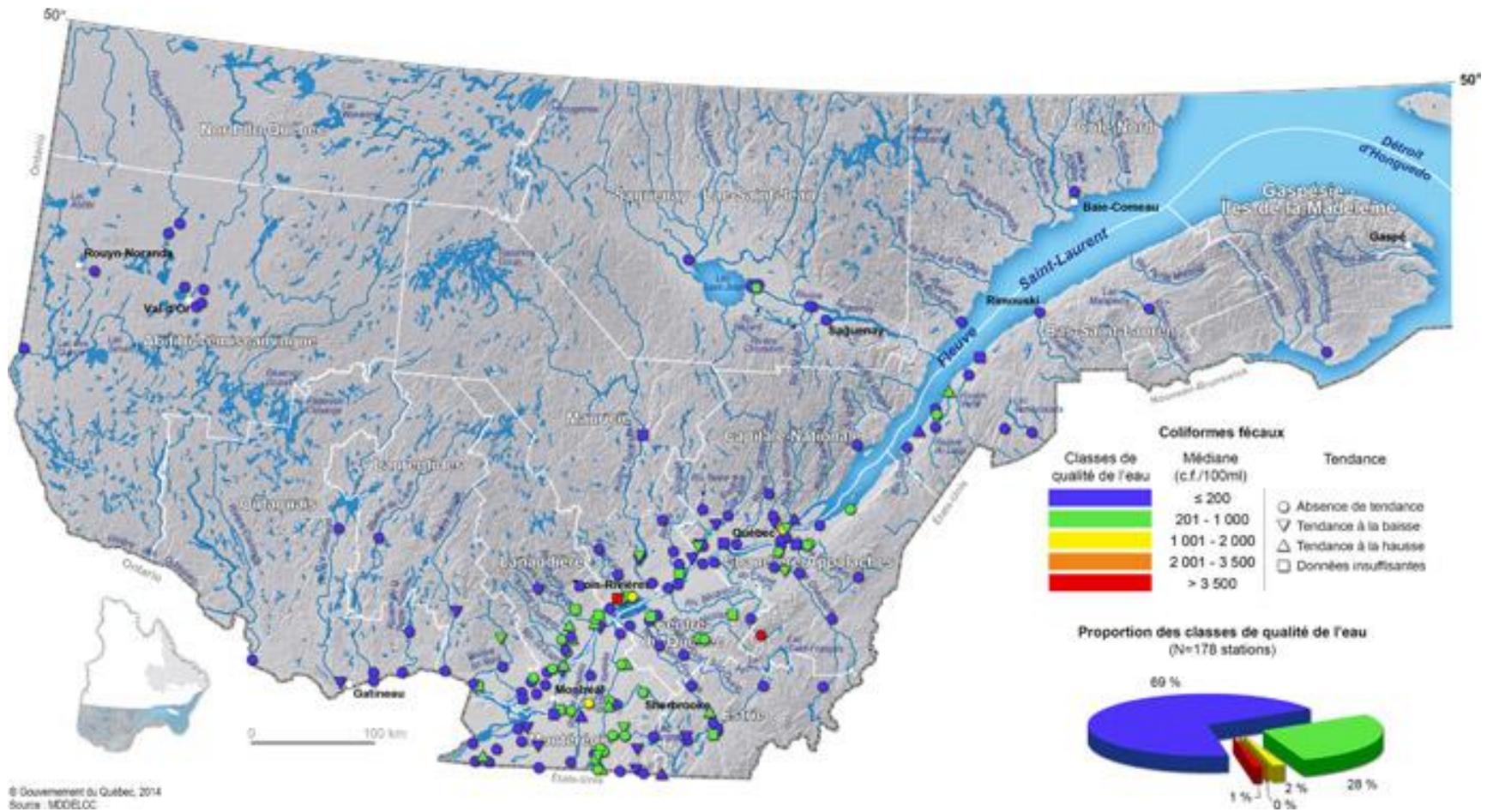
200 coliformes fécaux/100 ml. À ces concentrations, l'eau aurait pu être utilisée à des fins récréatives de contact direct, comme la baignade, au moins 50 % du temps ([Carte 21](#) Coliformes fécaux dans les rivières du sud du Québec en 2009-2011 (médiane) et tendances 2002-2011<sup>3</sup>). Par contre, les concentrations de coliformes fécaux à 3 % des stations étaient telles que toutes les activités récréatives de contact direct et indirect avec l'eau, comme la baignade, le canotage et la pêche à gué, auraient été compromises. Sous l'influence de rejets d'eaux usées municipales, ces cinq stations affichaient des concentrations médianes dépassant le critère de qualité de l'eau de surface de 1 000 coliformes fécaux/100 ml, seuil au-delà duquel toutes les activités impliquant un contact avec l'eau sont compromises.

Les données de 2002 à 2011, qui dressent un portrait de l'évolution de la qualité de l'eau, ne montraient pas de tendance à la baisse ou à la hausse des concentrations de coliformes fécaux pour 78 % des stations. Une tendance à la baisse a cependant été notée à 13 % des stations et une tendance à la hausse, à 9 % des stations. Les hausses les plus marquées étaient observées à l'embouchure de la rivière du Loup, dans le Bas-Saint-Laurent, dans la rivière L'Assomption ainsi que dans la rivière Saint-François, à la hauteur de Bromptonville. Pour ces dernières, les concentrations médianes demeuraient toutefois, entre 2009 et 2011, sous le critère de qualité de l'eau de surface de 1 000 coliformes fécaux/100 ml.

Pour le **fleuve**, les concentrations médianes de coliformes fécaux au cours de la période de 2009 à 2011, qui correspond au portrait de la situation récente, étaient non préoccupantes à 59 % des stations, soit inférieures ou égales au critère de qualité de l'eau de surface de 200 coliformes fécaux/100 ml. À ces concentrations, l'eau aurait pu être utilisée à des fins récréatives de contact direct, comme la baignade, au moins 50 % du temps ([Carte 22](#) Coliformes fécaux dans le fleuve Saint-Laurent en 2009-2011 (médiane) et tendances 2002-2011<sup>3</sup>). À 11 % des stations, les concentrations médianes dépassaient le critère de qualité de l'eau de surface de 1 000 coliformes fécaux/100 ml; ces stations sont toutes situées dans les masses d'eau occupant le centre et le nord du fleuve, entre Montréal et le lac Saint-Pierre.

Cette mauvaise qualité de l'eau est surtout attribuable aux effluents municipaux provenant des stations d'épuration de Montréal, de Longueuil et de Repentigny. En effet, le procédé de traitement des eaux usées de ces stations ne comprend pas d'étape de désinfection. Ces eaux traitées, mais non désinfectées, génèrent donc des apports importants de coliformes fécaux dans ce secteur. Les débordements des réseaux d'égout municipaux accentuent aussi cette problématique de mauvaise qualité de l'eau du fleuve. En effet, la capacité des réseaux d'égout peut être dépassée durant de fortes pluies lorsque ces réseaux transportent également les eaux de ruissellement provenant des routes, des stationnements et d'autres surfaces imperméables du milieu urbain. Ces eaux excédentaires, qui ne sont pas dirigées vers les stations d'épuration, contiennent des eaux usées qui se déversent alors dans les cours d'eau, sans traitement préalable. Une moyenne annuelle de 1 670 débordements de cette nature a été constatée durant la période de 2009 à 2011 aux 153 ouvrages de surverse du réseau de la ville de Montréal. Ces ouvrages dirigent les eaux excédentaires non traitées vers le fleuve ou la rivière des Prairies. Pour Longueuil et Repentigny, qui comptaient

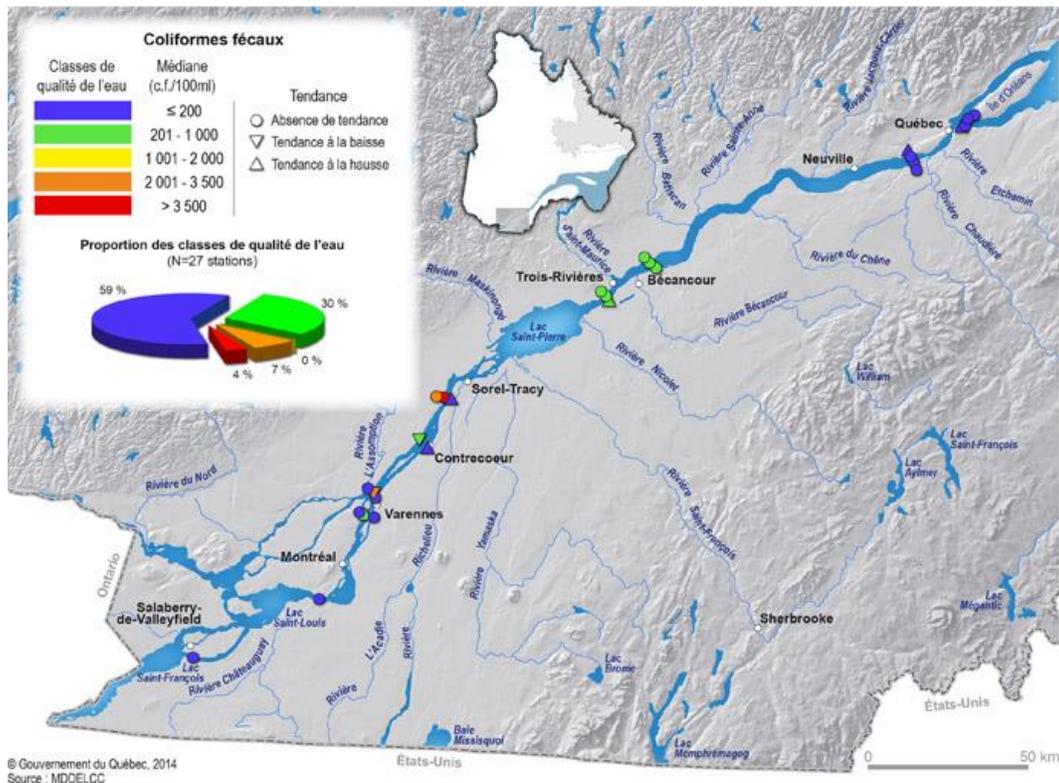
respectivement 90 et 29 ouvrages de surverse, le nombre moyen annuel de débordements a atteint 912 à la ville de Longueuil et 255 à la ville de Repentigny<sup>4, 5, 9</sup>.



Carte 21 Coliformes fécaux dans les rivières du sud du Québec en 2009-2011 (médiane) et tendances 2002-2011<sup>3</sup>

Avec les changements climatiques, l'augmentation de la fréquence, de l'intensité ou de la durée des événements climatiques extrêmes, tels que les précipitations<sup>10</sup>, pourrait avoir des effets sur les débordements des réseaux d'égout. Une étude réalisée au Québec révèle que, dans un contexte de changements climatiques, la fréquence des débordements pourrait demeurer stable dans le temps. Cependant, leur nombre et leur durée diminueraient en juillet et août et augmenteraient en mai et octobre, créant ainsi une redistribution des épisodes de débordements de mai à octobre<sup>11</sup>.

L'évolution de la qualité de l'eau dans le fleuve en ce qui a trait aux coliformes fécaux, établie à partir des données de la période de 2002 à 2011, permet de constater que 70 % des stations n'affichaient aucune tendance à la baisse ou à la hausse des concentrations de coliformes fécaux. Seulement 8 % des stations présentaient une tendance à la baisse, alors que 22 % montraient une tendance à la hausse. Les concentrations médianes à ces six dernières stations demeuraient, entre 2009 et 2011, sous le critère de qualité de l'eau de surface de 1 000 coliformes fécaux/100 ml, plus précisément sous les 400 coliformes fécaux/100 ml.



Carte 22 Coliformes fécaux dans le fleuve Saint-Laurent en 2009-2011 (médiane) et tendances 2002-2011<sup>3</sup>

### Le phosphore

Le phosphore est un élément nutritif essentiel dans les cours d'eau. En trop grande concentration, il peut toutefois provoquer la croissance excessive des algues et des plantes aquatiques, menant à l'eutrophisation ou au vieillissement accéléré du cours d'eau. Au Québec, de 2002 à 2011, les problématiques de surenrichissement des cours d'eau par le phosphore touchaient surtout les

rivières en milieu agricole. Si l'on exclut du lac Saint-Pierre certaines masses d'eau sous l'influence de rivières agricoles, comme la Yamaska, le fleuve Saint-Laurent n'était pas aux prises avec un problème d'eutrophisation.

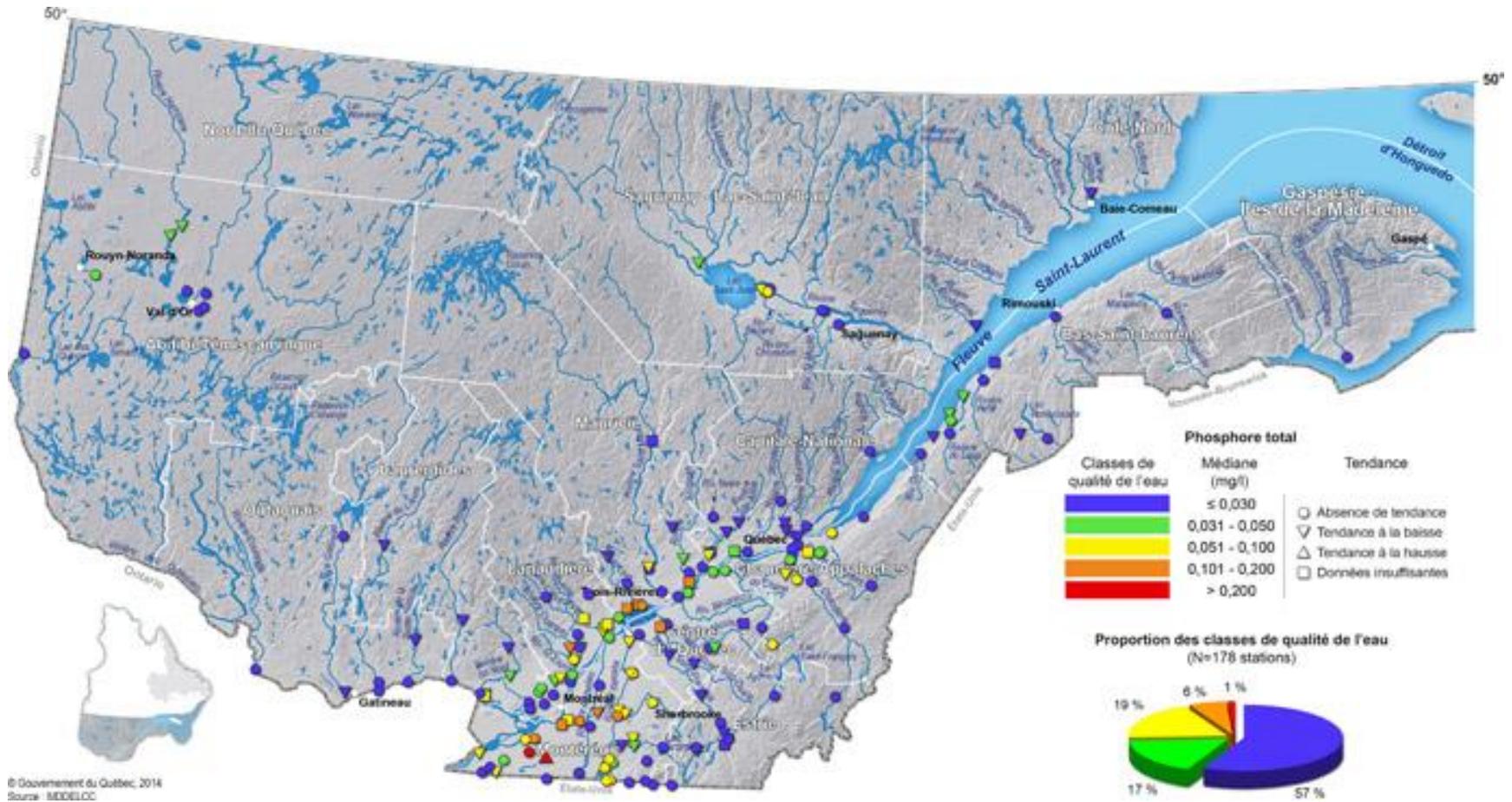
Plus précisément, les concentrations médianes de phosphore total en **rivières** au cours des années 2009 à 2011 n'étaient pas préoccupantes pour 57 % des stations. En effet, ces stations montraient une concentration médiane inférieure ou égale à 0,03 mg/l, le critère de qualité pour la protection des cours d'eau contre l'eutrophisation. Par contre, 43 % des stations affichaient une concentration médiane dépassant cette valeur ([Carte 23](#) Phosphore total dans les rivières du sud du Québec en 2009-2011 (médiane) et tendances 2002-2011<sup>3</sup>). Une majorité de ces stations se retrouvaient dans les basses terres du Saint-Laurent, un territoire où l'activité agricole et l'urbanisation sont importantes. Les plus fortes concentrations de phosphore étaient en fait observées dans les rivières se jetant dans le lac Saint-Pierre, dans les rivières des milieux agricoles des régions de la Montérégie et de Chaudière-Appalaches, ainsi que dans les cours d'eau en zone agricole de la plaine du lac Saint-Jean.

Les concentrations médianes, dépassant pour la majorité de ces stations 0,05 mg/l, révélaient un potentiel d'eutrophisation préoccupant pour les cours d'eau.

Les sources de phosphore en milieu agricole proviennent principalement des fertilisants organiques, tels que les fumiers et les lisiers, des engrais minéraux et du phosphore déjà présent et accumulé dans les sols cultivés<sup>12</sup>. D'ailleurs, il a été établi au début des années 1990 que le phosphore accumulé dans les sols agricoles était une cause probable de la contamination des rivières en milieu rural<sup>13</sup>. Les rejets d'eaux usées des municipalités et de certaines industries<sup>14</sup>, notamment celles du secteur agroalimentaire<sup>15</sup> et des pâtes et papiers<sup>16</sup>, peuvent aussi être une source de phosphore dans les rivières. Les données actuellement disponibles ne permettent cependant pas de quantifier exactement la contribution de chacun de ces secteurs dans la contamination de l'eau des rivières par le phosphore.

Avec les changements climatiques, l'augmentation de la fréquence, de l'intensité ou de la durée des événements climatiques extrêmes, tels que les précipitations<sup>10</sup>, pourrait avoir un effet négatif sur la qualité des eaux. Les fortes pluies pourraient en effet favoriser le ruissellement de surface et amplifier l'érosion des terres, menant ainsi à des apports supplémentaires en phosphore et autres éléments nutritifs dans les cours d'eau<sup>17</sup>. Des améliorations pour le phosphore total ont toutefois été observées entre 2002 et 2011 un peu partout dans les rivières du sud du Québec ([Carte 23](#) Phosphore total dans les rivières du sud du Québec en 2009-2011 (médiane) et tendances 2002-2011<sup>3</sup>). En effet, une baisse des concentrations a été observée à 33 % des stations en rivières au cours de ces dix ans de suivis. Durant cette période, 164 nouvelles stations d'épuration, desservant quelque 120 000 personnes, ont été mises en service au Québec<sup>18</sup>. De plus, après l'adoption de nouvelles réglementations en 1997 et en 2002, divers efforts dans le secteur agricole, comme l'installation de structures étanches d'entreposage des fumiers et des lisiers, ont pu contribuer à ces améliorations. Parmi les stations affichant une baisse des concentrations de phosphore, 44 % présentaient, entre 2009 et 2011, une concentration médiane inférieure ou égale au critère de 0,03 mg/l, c'est-à-dire peu préoccupante pour l'eutrophisation des cours d'eau.



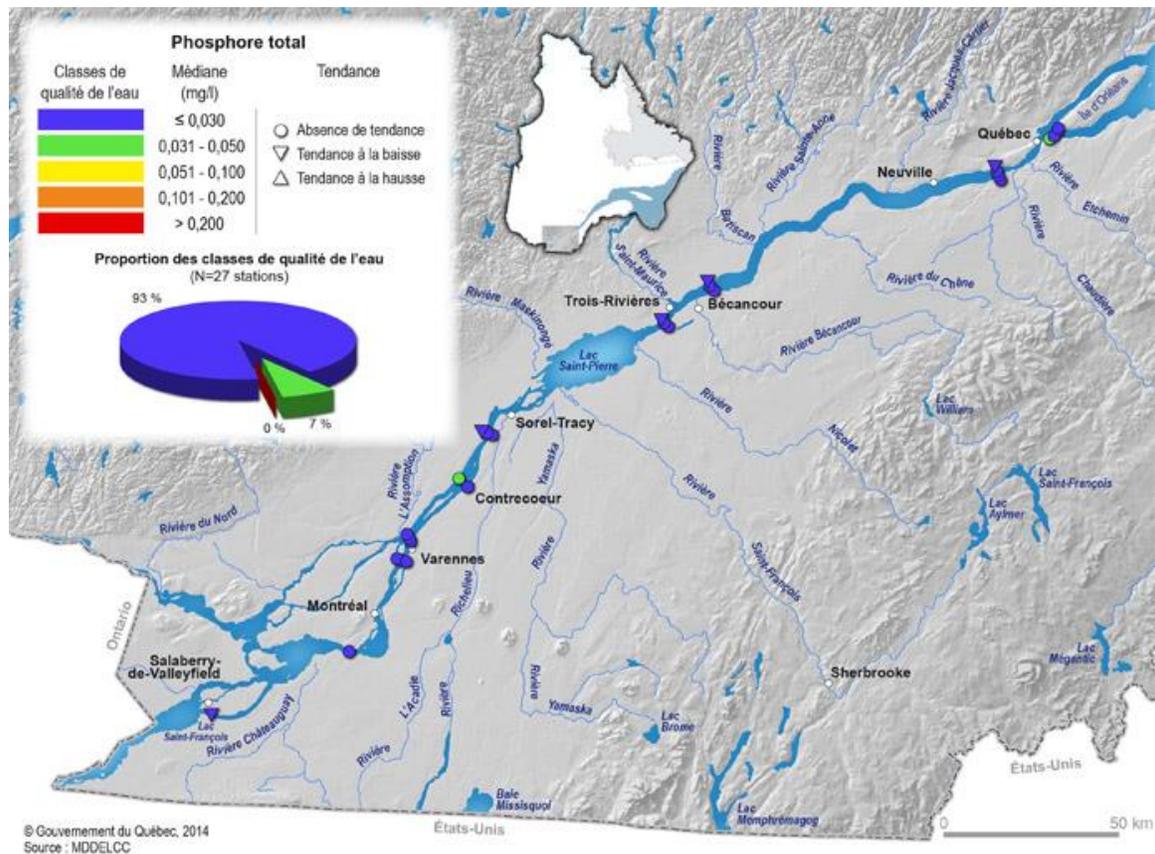


Carte 23 Phosphore total dans les rivières du sud du Québec en 2009-2011 (médiane) et tendances 2002-2011<sup>3</sup>

Pour les autres stations, les concentrations médianes mesurées au cours de la période de 2009 à 2011 étaient tout de même préoccupantes, variant de 0,031 à 0,170 mg/l. Seulement 1 % des stations en rivières, soit deux stations situées en milieu agricole de la Montérégie, révélait une tendance à la hausse des concentrations au cours de cette période. La concentration médiane était préoccupante à ces deux stations entre 2009 et 2011, soit 0,890 mg/l pour le ruisseau Norton et 0,074 mg/l pour le ruisseau Ewing.

Les concentrations médianes de phosphore total dans le **fleuve** au cours de la période de 2009 à 2011 n'étaient pas préoccupantes pour 93 % des stations. À ces stations, les concentrations médianes de phosphore total étaient inférieures ou égales au critère de qualité de l'eau pour la protection des cours d'eau contre l'eutrophisation de 0,03 mg/l (Carte 24).

Entre 2002 et 2011, les analyses ne révélaient aucune tendance dans l'évolution des concentrations de phosphore total pour 81 % des stations. Une tendance à la baisse touchait 19 % des stations, lesquelles étaient surtout situées le long de la rive nord du Saint-Laurent, en aval de Montréal. Aucune station ne montrait une tendance à la hausse des concentrations de phosphore total.



Carte 24 Phosphore total dans le fleuve Saint-Laurent en 2009-2011 (médiane) et tendances 2002-2011<sup>3</sup>

## Les matières en suspension

Les matières en suspension réfèrent aux particules non dissoutes présentes dans l'eau, notamment à la suite d'apports de sédiments provenant de l'érosion des terres adjacentes et des berges des cours d'eau. Ces particules peuvent être composées de limon, d'argile, de sable, de matières organiques et de plancton. Si elles sont trop abondantes, elles contribuent à rendre l'eau turbide ou trouble.

Une eau fortement chargée de matières en suspension réduit notamment la pénétration de la lumière dans le milieu aquatique et peut avoir un effet sur les poissons et leurs habitats par l'abrasion des branchies et le colmatage des frayères. Au Québec, de 2002 à 2011, les matières en suspension n'étaient généralement pas problématiques, sauf pour les rivières en milieu agricole.

Plus précisément, les concentrations médianes de matières en suspension en **rivières** au cours de la période de 2009 à 2011 n'étaient pas préoccupantes à 87 % des stations. Ces stations montraient une concentration médiane de matières en suspension inférieure ou égale à 13 mg/l. Cette valeur est utilisée pour départager les classes de qualité satisfaisante et douteuse de



**Photo 29** Matières en suspension dans la rivière des Hurons, en Montérégie (Marc Simoneau, MDDELCC)

l'IQBP6. Une concentration inférieure à 13 mg/l indique que l'eau est considérée de qualité bonne ou satisfaisante en ce qui a trait aux matières en suspension ([Carte 25](#) Matières en suspension dans les rivières du sud du Québec en 2009-2011 (médiane) et tendances 2002-2011<sup>3</sup>). Les plus fortes concentrations, soit des concentrations médianes supérieures à 41 mg/l, ont été observées dans les basses terres du Saint-Laurent, à la sortie de petits bassins versants à vocation agricole, soit le bassin de la rivière des Hurons (Photo 29) situé dans le bassin versant de la rivière Richelieu, celui de la rivière Saint-Zéphirin, situé dans le bassin versant de la Nicolet, et celui de la rivière

Champlain, en Mauricie. Dans ces petits bassins versants où la quasi-totalité des superficies est en culture, les concentrations de matières en suspension étaient donc préoccupantes. Les rivières Yamaska et Saint-Louis, en Montérégie, Petite rivière Yamachiche et Petite rivière du Loup, en Mauricie, ainsi que la rivière Rouge, dans les Laurentides, plus précisément dans le bassin de la rivière du Nord, sont également préoccupantes, leurs concentrations médianes se situant entre 36 mg/l et 41 mg/l.

Une combinaison de facteurs peut expliquer les fortes concentrations observées. D'abord, les territoires agricoles sont des milieux propices à l'érosion. Les terres en culture présentent un faible couvert végétal, et ce, sur de longues périodes (Photo 30). Lors des pluies ou de la fonte des neiges, les particules de terre sont entraînées par ruissellement et provoquent une augmentation de matières en suspension dans l'eau des milieux aquatiques. L'amélioration du drainage des terres agricoles pour en permettre la culture ou en augmenter la productivité a également contribué à augmenter les débits des cours



**Photo 30** Terre agricole en début de saison  
(Julie Gauthier, MDDELCC)

d'eau, augmentant par le fait même l'érosion des rives et du lit des cours d'eau. L'érosion des berges des cours d'eau pourrait augmenter dans un contexte de changements climatiques, notamment avec la hausse possible de la fluctuation des débits des cours d'eau et l'augmentation possible des crues subites<sup>10</sup>.

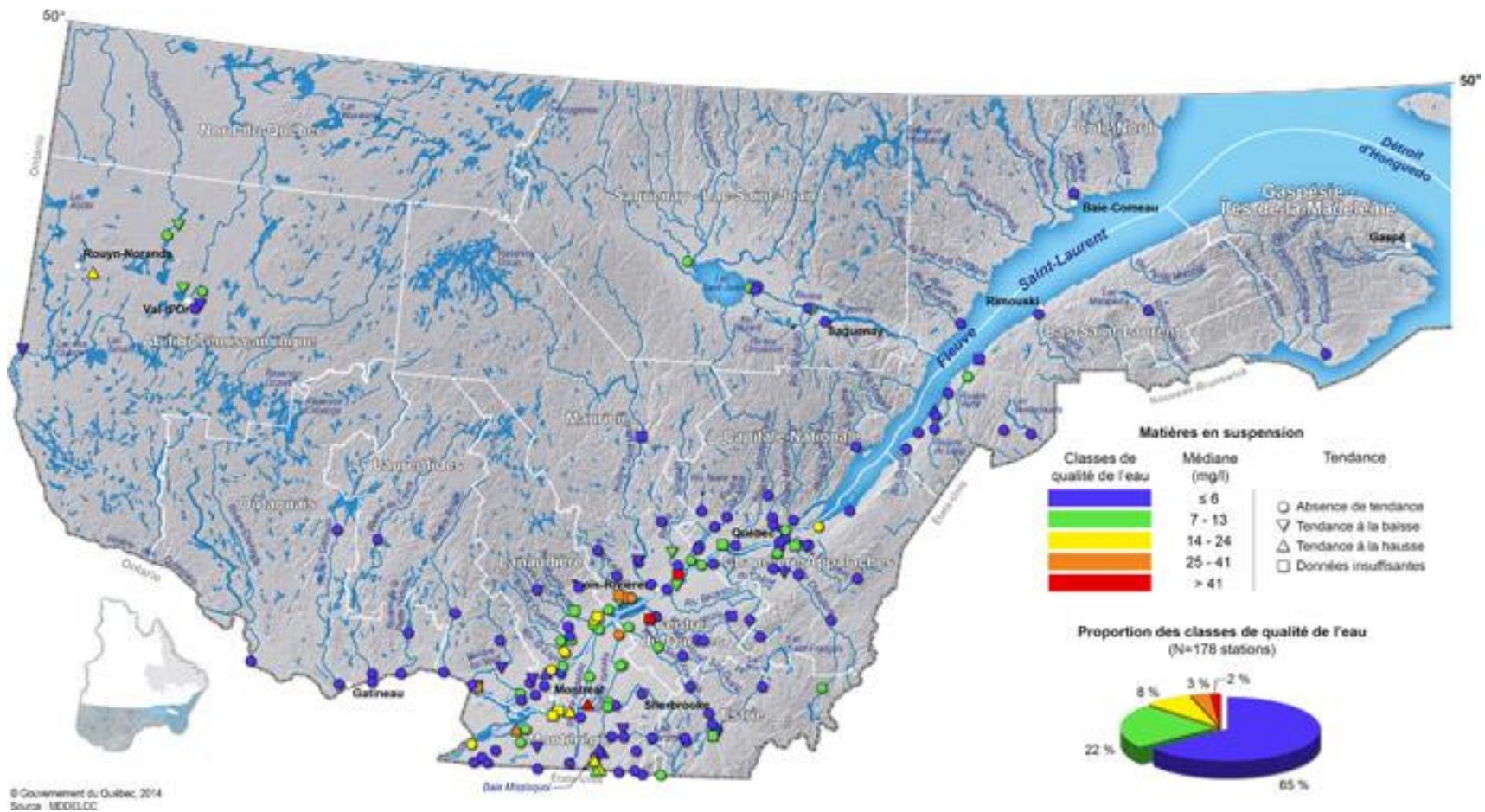
Pour 83 % des stations, les données de 2002 à 2011 ne révélaient pas de tendance dans l'évolution des concentrations de matières en suspension. Les concentrations de matières en suspension étaient cependant à la hausse à 7 % des stations, la plupart situées en Montérégie et dans des cours d'eau se jetant dans la baie Missisquoi, dans le sud-ouest du Québec. Des 12 stations montrant une tendance à la hausse, cinq affichaient, entre 2009 et 2011, des concentrations médianes demeurant sous les 13 mg/l. Ainsi, bien que les concentrations étaient à la hausse à ces cinq stations, la qualité de l'eau y était quand même bonne ou satisfaisante en ce qui concerne les matières en suspension. Parmi les sept autres stations montrant une tendance à la hausse, six affichaient des concentrations médianes variant entre 14 et 41 mg/l, et une présentait une concentration médiane supérieure à 41 mg/l.

Les concentrations médianes de matières en suspension dans le **fleuve** au cours de la période de 2009 à 2011 n'étaient pas préoccupantes pour 85 % des stations. Ces stations présentaient des concentrations médianes inférieures ou égales à 13 mg/l, concentration sous laquelle l'eau est considérée de qualité bonne ou satisfaisante pour ce paramètre ([Carte 26](#) Matières en suspension dans le fleuve Saint-Laurent en 2009-2011 (médiane) et tendances 2002-2011<sup>3</sup>). Les stations de la région de Québec dépassant cette valeur affichaient des concentrations médianes de 14 mg/l, à la limite de la classe jugée satisfaisante.

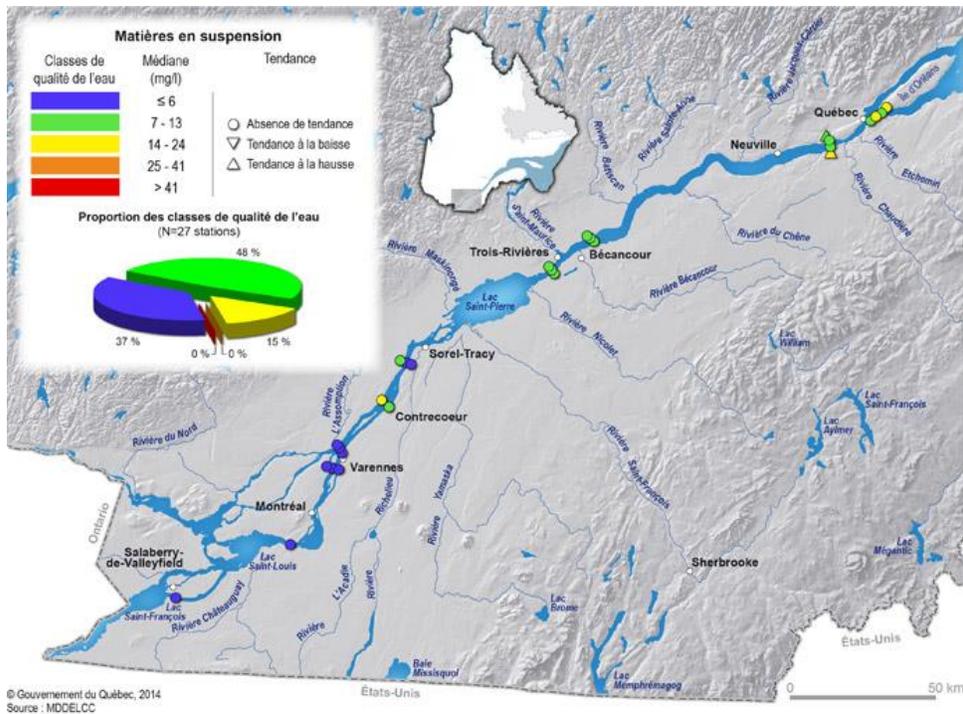
Selon les données de la période de 2002 à 2011, qui permettent de brosser un portrait de l'évolution de la qualité de l'eau, 93 % des stations ne révélaient aucune tendance à la baisse ou à la hausse des concentrations de matières en suspension. Les données aux autres stations, soit deux stations situées en amont de Québec, montraient cependant une tendance à la hausse. Pour

l'une d'elles, les concentrations n'étaient pas préoccupantes, pour l'autre, la concentration médiane pour la période de 2009 à 2011 se situait à la limite de la classe satisfaisante et douteuse.

Cette augmentation des concentrations de matières en suspension observée entre 2002 et 2011 dans la région de Québec serait liée à une hausse des précipitations et du débit du fleuve au cours de cette période<sup>3</sup>. Ces conditions auraient provoqué une érosion accrue du lit et des berges du fleuve, augmentant alors les quantités de matières en suspension dans l'eau. L'érosion du lit et des rives du fleuve entre Cornwall et Québec est une source très importante de matières en suspension, contribuant pour près de 65 % des matières en suspension observées à la hauteur de Québec<sup>19</sup>. Les matières en suspension font en sorte que la qualité de l'eau dans la région de Québec est douteuse, à la limite de la classe satisfaisante.



Carte 25 Matières en suspension dans les rivières du sud du Québec en 2009-2011 (médiane) et tendances 2002-2011 <sup>3</sup>



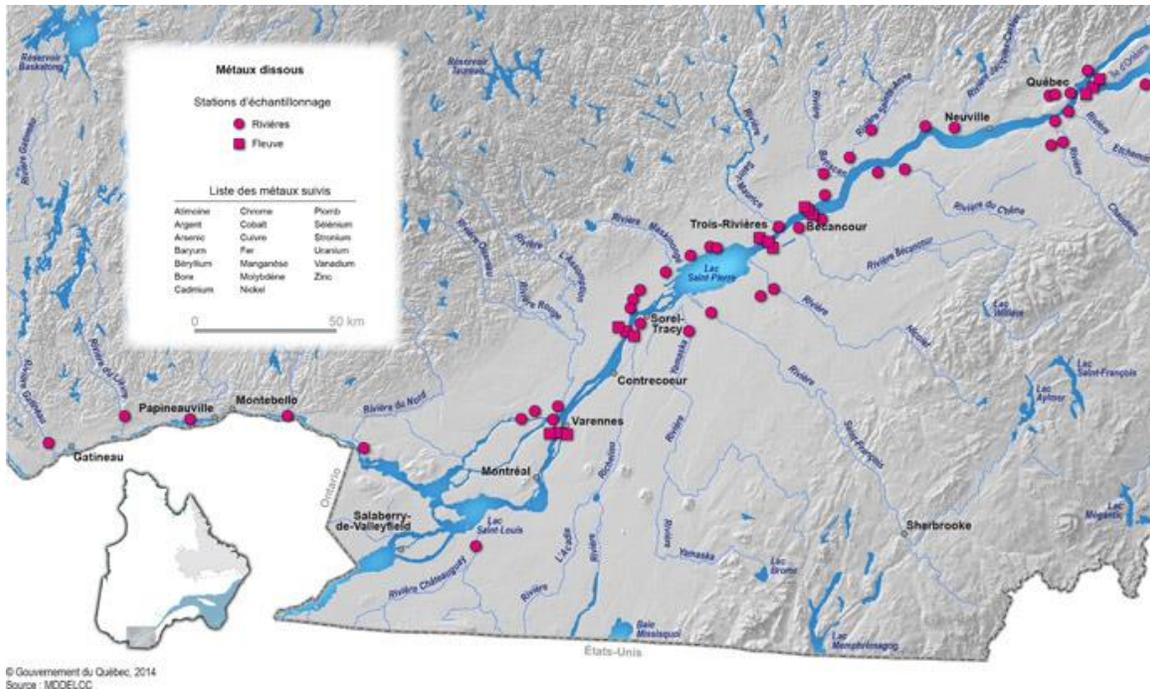
**Carte 26**  
Matières en suspension dans le fleuve Saint-Laurent en 2009-2011 (médiane) et tendances 2002-2011<sup>3</sup>

### Des métaux à de faibles concentrations dans les rivières et dans le fleuve

À de faibles concentrations, la plupart des métaux sont sans risques répertoriés pour les espèces végétales et animales. Certains même, tels que le fer, le cuivre et le zinc, peuvent apporter des bénéfices aux organismes. Toutefois, ces mêmes métaux, comme tous les contaminants chimiques, peuvent avoir des effets néfastes sur l'environnement et être toxiques pour les organismes aquatiques si leur concentration dépasse les critères établis de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique.

La forme dissoute des métaux est utilisée et comparée aux critères de qualité de l'eau parce qu'elle est la forme la plus représentative de ce qui est biodisponible, c'est-à-dire de ce qui peut être assimilé par un organisme vivant et éventuellement avoir un effet toxique.

Les concentrations de la forme dissoute des 20 métaux analysés n'étaient pas préoccupantes aux 42 stations en rivières suivies de 2008 à 2011 et aux 15 stations suivies dans le fleuve, entre Montréal et Québec, en 2009 et en 2011 (Carte 27 Stations de suivi des métaux dissous dans les rivières du sud du Québec et dans le fleuve Saint-Laurent entre 2008 et 2011<sup>3</sup>). Les concentrations mesurées étaient faibles et respectaient les critères de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique établis pour chacun des métaux, sauf dans le cas du fer où un dépassement du critère a été observé à une seule occasion à l'embouchure des rivières Gentilly et Champlain. Cependant, comme les critères de qualité utilisés sont établis de manière à protéger les organismes aquatiques leur vie durant, les dépassements occasionnels et de faible amplitude, comme c'est le cas ici pour le fer, sont jugés non préoccupants<sup>3</sup>.



**Carte 27** Stations de suivi des métaux dissous dans les rivières du sud du Québec et dans le fleuve Saint-Laurent entre 2008 et 2011<sup>3</sup>

En 2012, un suivi des métaux a été réalisé dans les rivières Bourlamaque et Harricana, en Abitibi-Témiscamingue, où l'on retrouve plusieurs mines et parcs à résidus miniers. Une analyse préliminaire des données montrait des dépassements fréquents des critères de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique établis pour le cadmium, le cuivre, le plomb et le zinc<sup>3</sup>.

### Des pesticides en milieu agricole

Les pesticides sont des substances servant à contrôler ou à détruire des organismes considérés comme nuisibles. Ils sont appelés herbicides, insecticides ou fongicides selon qu'ils agissent spécifiquement pour contrôler des mauvaises herbes, des insectes ou des champignons microscopiques. En 2010, les ventes totales de pesticides au Québec se chiffraient à près de 4 000 tonnes d'ingrédients actifs, dont la très forte majorité, environ 87 %, était destinée au secteur agricole<sup>20</sup>

Les pesticides utilisés peuvent être entraînés vers les cours d'eau et contaminer ces derniers. Des critères de qualité de l'eau ou des valeurs guides visant à protéger la vie aquatique ont ainsi été établis pour plusieurs pesticides. Cependant, la présence simultanée dans l'eau de plusieurs pesticides, même si les concentrations de chacun s'avéraient inférieures aux critères de qualité de l'eau, constitue une préoccupation importante. Certains peuvent créer un effet additif ou cumulatif si leur mode d'action est similaire<sup>21</sup>. Les organismes pourraient ainsi être affectés par une combinaison de pesticides.

Individuellement ou en combinaison, les pesticides peuvent avoir des répercussions sur les populations d'algues, de plantes aquatiques ou de macroinvertébrés benthiques. Certains

pesticides peuvent engendrer des effets perturbateurs endocriniens et ainsi compromettre la reproduction ou le développement de diverses espèces, comme les amphibiens et les poissons.

Afin d'évaluer les risques des pesticides pour la vie aquatique, diverses études ponctuelles et des suivis réguliers sont réalisés à proximité des cultures et à l'embouchure de tributaires du fleuve et dans le fleuve.

### Cours d'eau à proximité des cultures

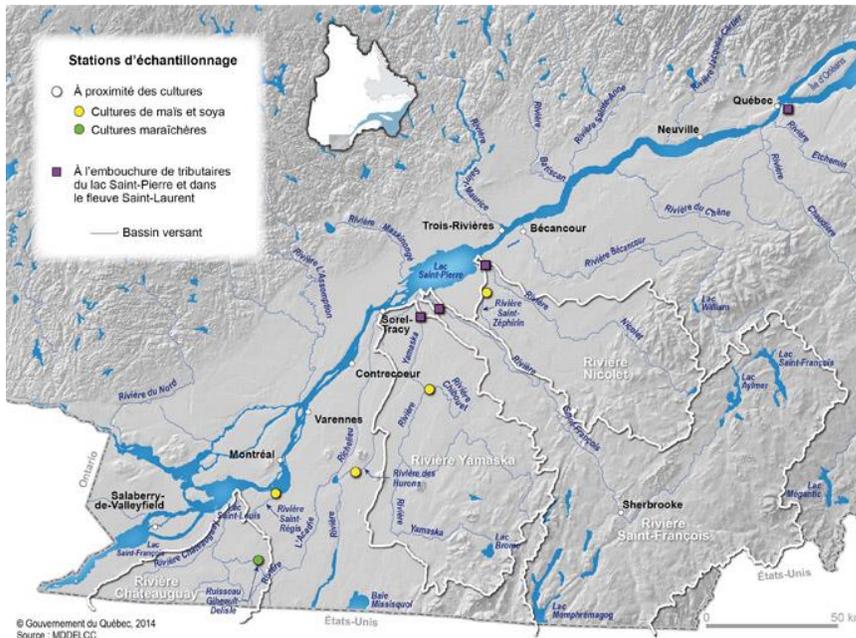
Une soixantaine de cours d'eau ont été suivis au Québec depuis 1992 pour détecter la présence de pesticides. Les données interprétées les plus récentes portant sur cinq de ces cours d'eau sont présentées ici. Quatre sont proches de cultures de maïs et de soya, l'autre est situé à proximité de cultures maraîchères.

Les cultures de **maïs** et de **soya** occupent de grandes superficies au Québec, soit près de 740 000 hectares en 2012<sup>22</sup> (Photo 31). Ces grandes étendues de terres, situées en majorité dans les basses terres du Saint-Laurent, reçoivent divers pesticides, surtout des herbicides. Appliqués en début de saison, moment où les semis en sont à leurs premiers stades et que les champs sont relativement dénudés, les pesticides risquent davantage d'être entraînés vers les cours d'eau lors des pluies.



**Photo 31** Culture de maïs à proximité d'un cours d'eau en Montérégie (David Berryman, MDDELCC)

Selon des suivis réalisés chaque année depuis 1992 dans les rivières Saint-Régis, des Hurons, Chibouet et Saint-Zéphirin (Carte 28), où dominent ces cultures, plusieurs pesticides, voire jusqu'à 20 simultanément, peuvent y être détectés.



**Carte 28** Stations d'échantillonnage des pesticides à proximité de cultures ainsi que dans trois tributaires du lac Saint-Pierre et dans le fleuve Saint-Laurent<sup>3, 23</sup>

Les récents suivis de 2008 à 2010 effectués dans ces rivières confirment la présence d'un total de 38 pesticides<sup>24</sup>. Les plus fréquemment détectés sont le métolachlore, l'atrazine, le glyphosate, l'imazéthapyr, le bentazone et le dicamba, des herbicides associés à la culture du maïs et du soya. De nouveaux pesticides ont aussi fait leur apparition dans les échantillons, découlant notamment de l'emploi d'herbicides de nouvelle génération applicables à faibles doses aux champs, comme l'imazéthapyr, le nicosulfuron et le flumetsulame<sup>25</sup>.

En outre, à l'importante diversité de pesticides trouvés dans l'eau, s'ajoutent aussi des dépassements de critères pour 4 à 24 % des échantillons analysés. La concentration de l'herbicide atrazine, par exemple, a atteint une valeur jusqu'à cinq fois supérieure au critère de vie aquatique chronique, soit la concentration maximale à laquelle les organismes aquatiques peuvent être exposés pendant toute leur vie sans subir d'effets néfastes. Bien qu'ils ne soient pas associés à la culture du maïs et du soya, des insecticides sont aussi détectés, dont certains à des concentrations importantes. En effet, les concentrations de chlorpyrifos, de carbaryl et de diazinon ont atteint jusqu'à 43 fois, 22 fois et 12 fois la valeur de leur critère de vie aquatique chronique respectif<sup>3</sup>.

Les **cultures maraîchères** occupent de moins grandes superficies que le maïs et le soya, soit environ 35 500 hectares en 2012<sup>22</sup>, mais plusieurs applications de pesticides sont effectuées dans ces cultures tout au long de la saison de production pour lutter contre les insectes, les maladies et autres ravageurs. Une grande diversité de pesticides, un total de 36, a été détectée près d'une



**Photo 32** Ruisseau Gibeault-Delisle, en Montérégie, bordé par des cultures maraîchères (Yves Laporte, MDDELCC)

zone de culture maraîchère dans le cadre d'un suivi réalisé entre 2005 et 2007 dans un ruisseau du bassin de la rivière Châteauguay (Photo 32). Des dépassements de critères pour un ou plusieurs pesticides étaient aussi notés dans tous les échantillons<sup>3</sup>. La concentration du chlorpyrifos a atteint une valeur jusqu'à 81 fois supérieure au critère de vie aquatique aigu<sup>3</sup>, soit la concentration maximale d'une substance à laquelle les organismes aquatiques peuvent être exposés pour une courte période de temps sans être gravement touchés.

Des suivis réalisés par le gouvernement fédéral entre 2003 et 2008 révèlent que les eaux se jetant dans le fleuve, sur la rive sud du lac Saint-Pierre, transportent avec elles un mélange de pesticides durant l'été. Les rivières Yamaska, Saint-François et Nicolet drainent en effet des bassins versants à vocation agricole, les cultures y couvrant entre le quart et plus de la moitié de la superficie du bassin versant<sup>26</sup>.

Les types de pesticides détectés se comparent à ceux trouvés plus en amont dans le bassin versant, dans les cours d'eau à proximité des champs de maïs et de soya. En effet, les principaux pesticides détectés à l'embouchure des trois tributaires du lac Saint-Pierre sont aussi des herbicides, soit l'atrazine, le métolachlore, le glyphosate, le bentazone et le dicamba, alors que

les insecticides et les fongicides sont beaucoup moins fréquents dans les échantillons<sup>26</sup>. Quant aux concentrations de ces pesticides, elles étaient de manière générale sous la valeur du critère de vie aquatique chronique. En fait, seulement quatre pesticides ont révélé des dépassements, à l'occasion : l'atrazine, le diazinon et le chlorothalonil, un seul dépassement chacun en six ans, et le chlorpyrifos, 11 dépassements en six ans. Les concentrations maximales observées à l'embouchure des rivières Yamaska et Nicolet, par exemple, sont habituellement plus faibles que celles mesurées dans les rivières Chibouet et Saint-Zéphirin, plus en amont dans les bassins versants<sup>21, 24, 27</sup>. Le débit des cours d'eau augmente vers l'aval dans les bassins versants, contribuant ainsi à diluer la concentration des pesticides<sup>26</sup>. En outre, en s'éloignant de la source d'épandage, les pesticides auraient davantage le temps d'être dégradés<sup>26</sup>.

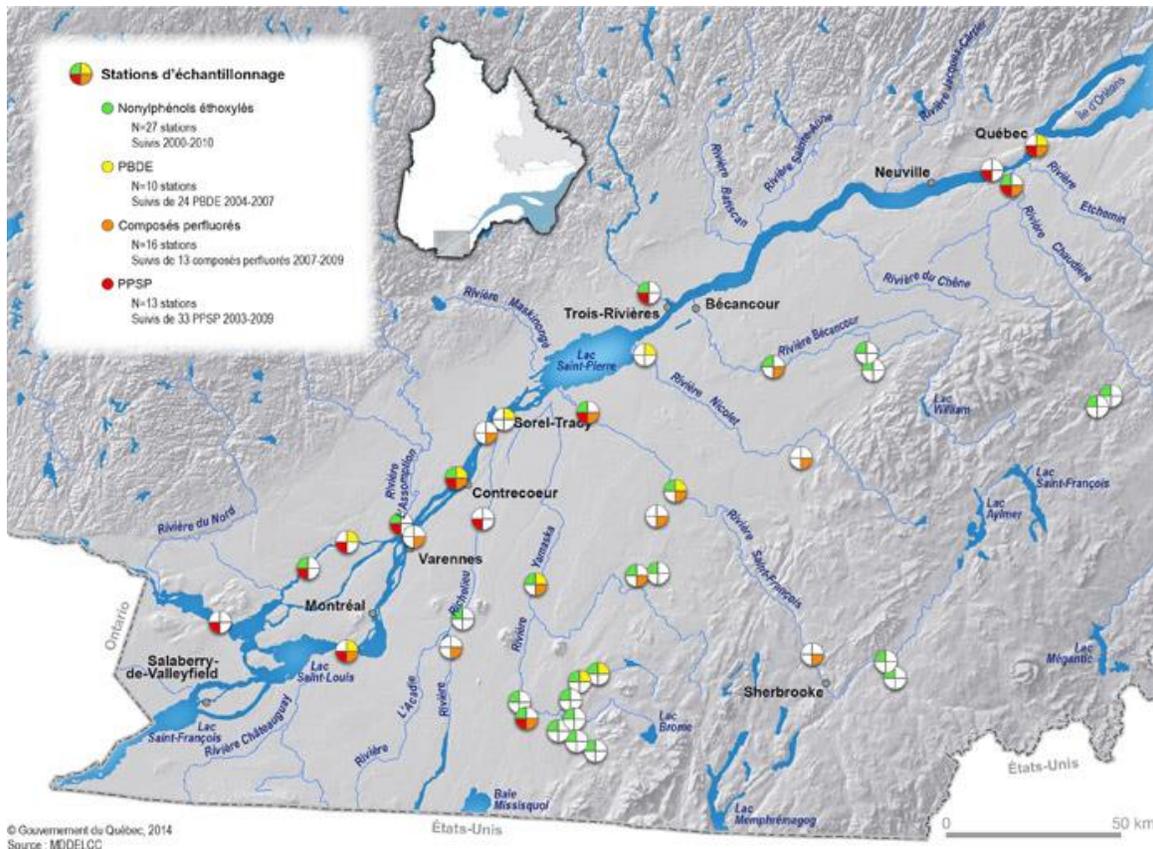
Des études menées dans le fleuve à la hauteur de Québec ont révélé que les tributaires agricoles québécois, notamment ceux se déversant dans le lac Saint-Pierre, contribuent à l'apport de pesticides dans le corridor fluvial central du Saint-Laurent. En effet, en saison estivale, les concentrations d'atrazine, de simazine et de métolachlore augmentent à la hauteur de Québec, vraisemblablement à cause de l'épandage de pesticides sur les cultures situées dans les basses terres du Saint-Laurent. Les valeurs mesurées demeuraient cependant en dessous des critères de protection de la vie aquatique<sup>28</sup>.

#### Les contaminants émergents, des substances nouvellement détectées dans l'eau

Les contaminants émergents ou d'intérêt émergent sont des substances, certaines utilisées depuis longtemps, dont la présence dans l'environnement a été confirmée récemment. En effet, avec le développement des méthodes d'analyse en laboratoire, les experts arrivent à vérifier la présence d'un plus grand nombre de substances dans l'environnement qu'auparavant.

Comme les systèmes de traitement des eaux usées ne permettent pas d'éliminer tous les contaminants qui leur sont acheminés, une fraction de ces produits finit par se retrouver dans les eaux de surface<sup>29</sup>. C'est le cas, par exemple, des produits pharmaceutiques et de soins corporels dont les effets sur les poissons et d'autres organismes aquatiques sont encore mal connus. D'ailleurs, pour la très grande majorité des contaminants émergents, il n'existe pas encore de critères de qualité de l'eau auxquels les concentrations mesurées peuvent être comparées.

Les concentrations de quatre familles de contaminants émergents ont été mesurées entre 2000 et 2010 à l'une ou l'autre des 41 stations de suivi localisées dans les rivières du sud du Québec et dans le fleuve Saint-Laurent : les nonylphénols éthoxylés, les polybromodiphényléthers, les composés perfluorés et les produits pharmaceutiques et de soins corporels ([Carte 29](#) Stations de suivi des contaminants émergents en rivières et dans le fleuve Saint-Laurent entre 2000 et 2010<sup>3</sup>). Le choix de ces quatre familles de contaminants a été fait en tenant compte des méthodes analytiques disponibles, des sources potentielles de ces substances au Québec et des travaux similaires réalisés ailleurs dans le monde.



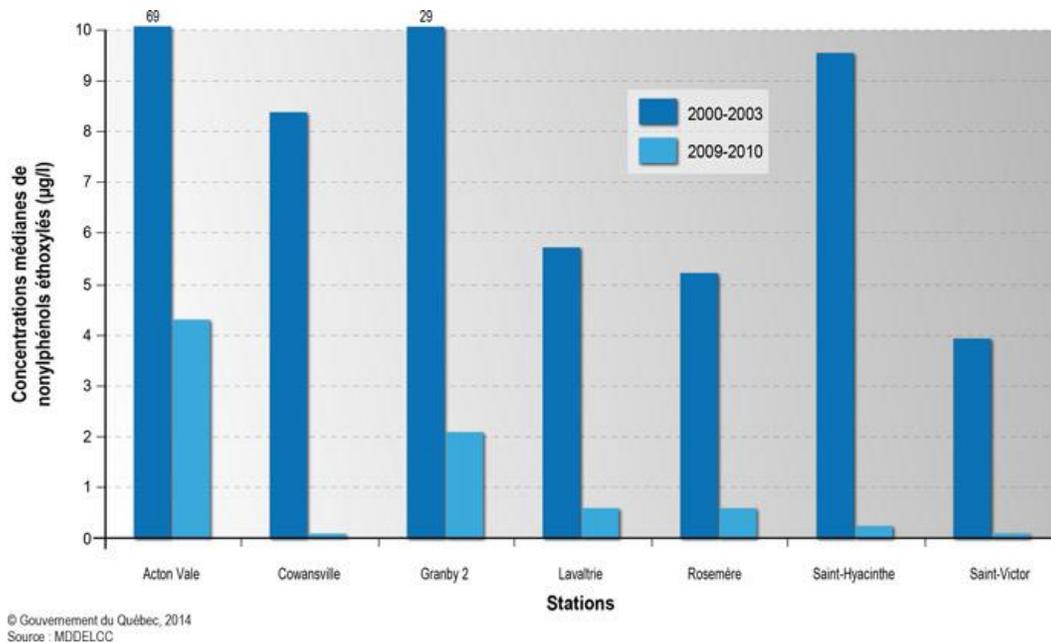
Carte 29 Stations de suivi des contaminants émergents en rivières et dans le fleuve Saint-Laurent entre 2000 et 2010<sup>3</sup>

Les **nonylphénols éthoxylés**, utilisés entre autres comme détergent, constituent l’une des rares familles de contaminants émergents pour lesquelles des critères de qualité de l’eau pour la protection de la vie aquatique ont été établis. Ces substances et les produits intermédiaires découlant de leur dégradation sont des perturbateurs endocriniens reconnus pouvant affecter les organismes aquatiques<sup>30</sup>.

En 2009 et 2010, les concentrations mesurées de nonylphénols éthoxylés ne dépassaient pas les critères de qualité, sauf dans le cas d’un seul échantillon où la concentration était 1,2 fois la valeur du critère<sup>3</sup>. Les concentrations en 2009 et 2010 ont diminué d’au moins 90 % par rapport aux valeurs mesurées au début des années 2000 (figure 17). Effectivement, entre 2000 et 2003, certaines concentrations pouvaient atteindre des valeurs 11 fois supérieures aux critères. Des mesures gouvernementales mises en place en 2004<sup>31</sup> ont conduit à une réduction considérable de l’utilisation des nonylphénols éthoxylés<sup>32</sup>. Un encadrement plus strict de l’utilisation de ces substances a donc mené à une forte diminution de leur présence dans les cours d’eau.

Les **polybromodiphényléthers (PBDE)** sont des produits ajoutés dans la fabrication des plastiques, des mousses de rembourrage, des textiles et d’une foule d’autres produits d’usage courant afin de réduire leur inflammabilité. De 2004 à 2007, les concentrations médianes de **PBDE totaux** variaient, selon les stations, de 14 pg/l à 2 530 pg/l. Cette dernière valeur a été mesurée dans la rivière Yamaska Nord, en aval de Granby. L’importance du secteur des plastiques et des textiles

dans l'activité industrielle de la ville de Granby de même que la faible capacité de dilution de la rivière Yamaska Nord expliquent ces fortes concentrations<sup>33</sup>. Ces substances présentent un risque pour les espèces situées au sommet de la chaîne alimentaire, notamment la faune terrestre piscivore. Une concentration supérieure à 21 µg/l de PBDE totaux dans l'eau compromettrait leur protection<sup>34</sup>. Les niveaux d'exposition actuels des humains aux PBDE seraient toutefois nettement inférieurs à ceux qui causent des effets sur la santé des espèces fauniques<sup>35</sup>.



**Figure 18** Concentrations médianes de nonylphénols éthoxylés dans le sud du Québec en 2000-2003 et 2009-2010<sup>3</sup>

Plusieurs substances de la famille des **composés perfluorés**, qui servent à la fabrication d'enduits protecteurs, et divers **produits pharmaceutiques et de soins corporels**, comme des antibiotiques, d'autres médicaments, des hormones, des cosmétiques ou des shampoings, ont été détectés lors des suivis. Cependant, l'absence de critère de qualité de l'eau permet difficilement d'évaluer si ces composés sont dommageables pour l'environnement.

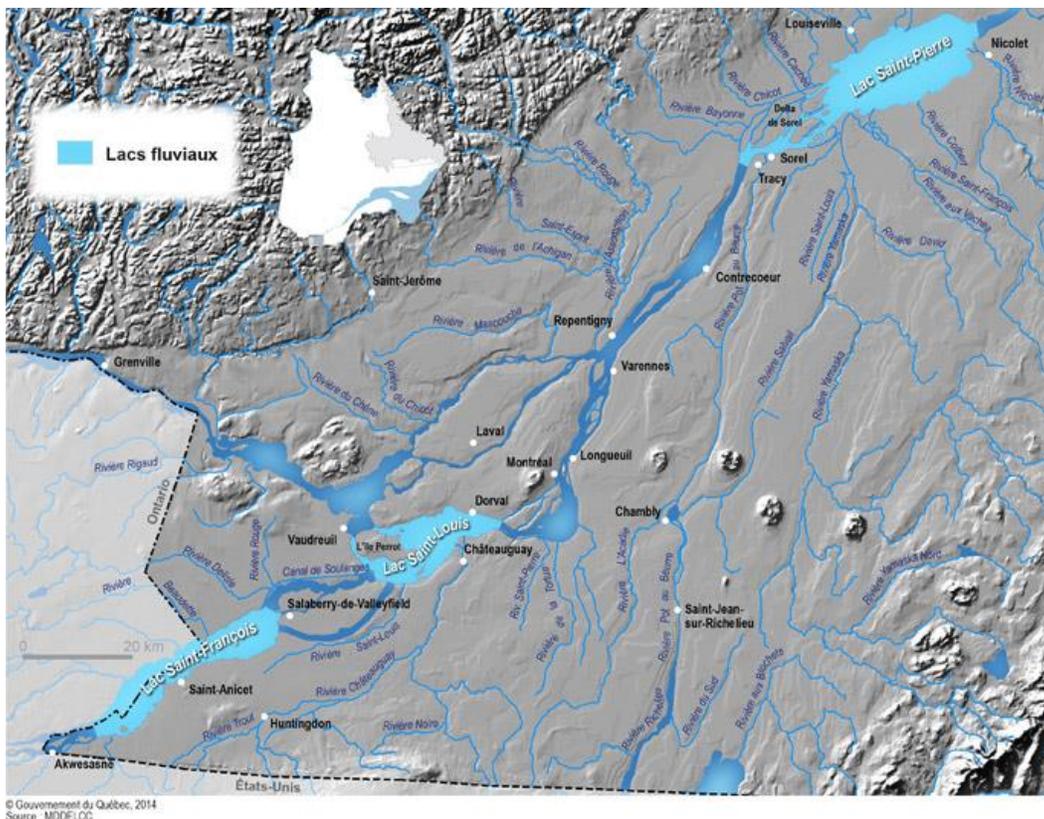
#### La qualité des sédiments dans le fleuve, des améliorations visibles

Entre Cornwall et Québec, le fleuve Saint-Laurent s'élargit et forme trois lacs fluviaux : Saint-François, Saint-Louis et Saint-Pierre ([Carte 30](#) Les trois lacs fluviaux du Saint-Laurent). Les zones longeant les rives de ces lacs sont des endroits propices à la sédimentation des matières en suspension. Divers suivis effectués dans les couches superficielles des sédiments de ces lacs permettent de faire un état de situation de l'évolution de la contamination du Saint-Laurent.

Les concentrations de divers contaminants dans les sédiments des trois lacs fluviaux ont connu une baisse importante entre 1976 et 2008, notamment le mercure et les biphényles polychlorés

(BPC)<sup>36, 37, 38</sup>. Le mercure a montré des diminutions de l'ordre de 56 à 90 % et les BPC, des diminutions de l'ordre de 85 à 95 %.

La concentration de plusieurs métaux, comme le cuivre, le plomb et le zinc, a diminué aussi, mais de façon moins importante<sup>39</sup>. En effet, les diminutions sont de l'ordre de 50 % dans les lacs Saint-François et Saint-Pierre entre les années 1970 et 1980 et le début des années 2000<sup>39</sup>, mais de l'ordre de seulement 30 % dans le lac Saint-Louis pour la même période<sup>36</sup>. Quant aux hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et aux pesticides, ils étaient à peine détectables dans les sédiments du lac Saint-Pierre en 2004<sup>37</sup>.



Carte 30 Les trois lacs fluviaux du Saint-Laurent

Ainsi, de façon générale, la qualité des sédiments de ces trois lacs s'améliore graduellement depuis les années 1980, traduisant plus clairement les efforts d'assainissement réalisés dans le secteur industriel<sup>36, 37, 38, 39</sup>.

Cependant, à certains endroits, les concentrations de ces divers contaminants sont encore supérieures aux concentrations ayant des effets probables sur les organismes aquatiques<sup>36, 37, 38, 39</sup>. Le sud du lac Saint-Louis et la partie amont du lac Saint-François, notamment, affichent encore des concentrations élevées de métaux et de BPC<sup>36, 38</sup>. De plus, d'autres contaminants ajoutés récemment aux suivis sont préoccupants dans certains secteurs de ces lacs, comme les dioxines et furanes, les butylétains et les contaminants émergents<sup>36, 37, 38</sup>.

Les polybromodiphényléthers (PBDE), notamment, constituent un type de contaminant émergent de plus en plus présent dans le système aquatique du Saint-Laurent<sup>40</sup>. Des prélèvements en 2003 et en 2008 dans les sédiments de surface des lacs fluviaux révélèrent que les concentrations de la somme de plusieurs PBDE augmentaient de l'amont vers l'aval. La valeur médiane de la somme de ces PBDE était en effet neuf fois plus élevée au lac Saint-Pierre qu'au lac Saint-François. Des apports importants de PBDE proviendraient des émissaires urbains le long du fleuve Saint-Laurent. Les eaux usées de la ville de Montréal et de sa couronne nord seraient responsables des PBDE trouvés, en particulier dans le secteur des îles de Sorel, au lac Saint-Pierre<sup>40</sup>. L'absence de critères de qualité de l'eau pour les sédiments permet difficilement d'évaluer l'impact des PBDE sur la faune aquatique.

### La qualité de l'eau de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent

L'estuaire et le golfe du Saint-Laurent reçoivent les eaux douces du fleuve Saint-Laurent, de la rivière Saguenay et des nombreuses rivières de la Côte-Nord et de la Basse-Côte-Nord ainsi que, en moindre importance, celles des cours d'eau de la Gaspésie et du Nouveau-Brunswick. Les eaux salées proviennent pour leur part des océans Arctique et Atlantique, par les courants du Labrador et du *Gulf Stream*. La rencontre de ces masses d'eau distinctes contribue au caractère particulier de ce grand écosystème marin. À cela s'ajoutent des facteurs d'origines naturelle et humaine qui transforment l'écosystème et interviennent dans la qualité chimique, physique et biologique des eaux.

Des problèmes de prolifération d'algues rouges ainsi que d'acidification et d'appauvrissement en oxygène dissous des eaux profondes sont des manifestations importantes de la dégradation de la qualité de l'eau dans certains secteurs de l'estuaire et du golfe.

### La prolifération d'algues rouges dans l'estuaire

L'algue toxique microscopique *Alexandrium tamarense*, responsable des marées rouges, est naturellement présente dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent. Cette algue produit une toxine qui s'attaque au système nerveux des poissons, des oiseaux et des mammifères et dont l'action est paralysante<sup>1</sup>.

À l'été 2008, le phénomène de marée rouge a été observé à l'embouchure du fjord du Saguenay et sur la rive sud de l'estuaire, entre Rivière-du-Loup et Rimouski<sup>2</sup> (Photo 33). Cette prolifération massive aurait été favorisée par des pluies abondantes suivies de températures clémentes et de vents faibles<sup>1</sup>. Les pluies et le ruissellement sur les terres ont gonflé les eaux des tributaires du Saint-Laurent, provoquant du même coup une baisse de la salinité des eaux de l'estuaire et une hausse des substances nutritives<sup>1</sup>. Les vents faibles ont pour leur part créé un



**Photo 33** Marée rouge de l'été 2008 dans l'estuaire du Saint-Laurent, au large de Sainte-Flavie (Michel Starr, IML)

milieu plus stable, permettant à l'algue, notamment, de se maintenir à la surface pour profiter de la lumière du jour.

Cette marée rouge de l'été 2008 a engendré un taux de mortalité record pour la faune fréquentant l'estuaire du Saint-Laurent<sup>1</sup>. Ainsi, près d'une centaine de phoques, huit marsouins communs, au moins dix bélugas et plusieurs oiseaux marins ont été retrouvés morts sur les rives de l'estuaire<sup>3</sup>. L'analyse des carcasses appuie l'hypothèse d'une intoxication par l'algue microscopique<sup>1, 4</sup>.

La floraison d'algues *Alexandrium tamarense* n'est pas un phénomène inhabituel. Elle se produit annuellement dans plusieurs endroits de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent, généralement durant les mois d'été<sup>5</sup>. Par contre, la floraison de 2008 s'est démarquée par son étendue spatiale, sa forte concentration et l'importante mortalité d'espèces fauniques qu'elle a entraînée<sup>3</sup>. La fréquence et l'ampleur des marées rouges seraient en hausse partout dans le monde, notamment en raison des changements climatiques<sup>1</sup>.

### **Les eaux profondes de l'estuaire et du golfe s'appauvrissent en oxygène et deviennent plus acides**

Des changements importants sont observés dans les eaux profondes du Saint-Laurent : elles s'appauvrissent en oxygène et deviennent plus acides. Plusieurs facteurs sont avancés pour expliquer ces phénomènes, chacun y contribuant dans des proportions variées; le changement dans la circulation des courants océaniques et les apports en nutriments sont les principaux.

#### L'oxygène est à la baisse dans les eaux profondes

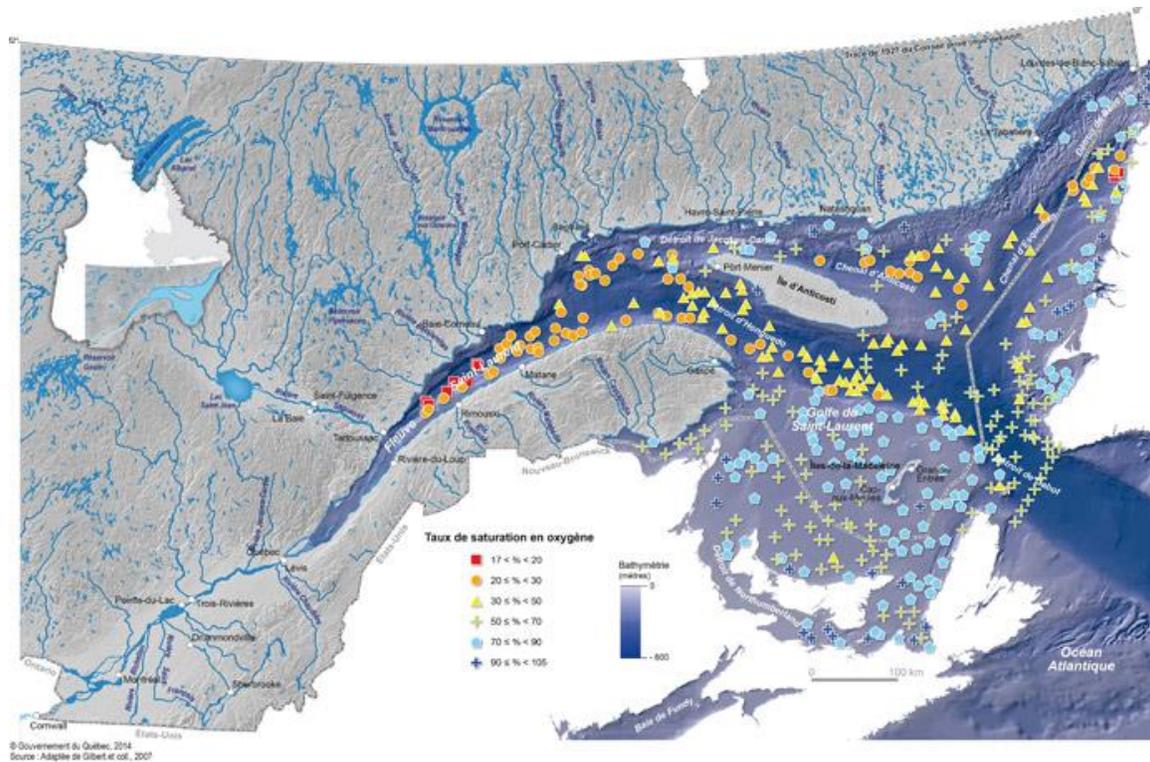
Les eaux très profondes de l'estuaire maritime, entre Matane et Les Escoumins, ont montré une perte de 50 % de leur teneur en oxygène entre 1930 et 2003<sup>6</sup>. En 2003, les teneurs en oxygène dissous étaient inférieures à 2 mg/l, équivalent à 30 % de saturation en oxygène, seuil sous lequel de nombreuses espèces fauniques aquatiques ne peuvent survivre<sup>6</sup> ([Carte 31](#) Pourcentage de saturation d'oxygène dans les eaux profondes de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent au cours des étés 2004 et 2005<sup>adaptée de 8</sup>). À ce rythme, les eaux profondes de l'estuaire maritime pourraient connaître un état d'anoxie d'ici une cinquantaine d'années : cette situation correspondrait à un milieu sans oxygène où toutes les formes de vie pourraient disparaître, excepté quelques microorganismes<sup>7</sup>. Entre 2003 et 2010, aucune dégradation supplémentaire des concentrations d'oxygène n'a cependant été observée dans les eaux profondes de l'estuaire maritime, au large de Rimouski<sup>3</sup>.

La situation dans le golfe est moins grave que dans l'estuaire<sup>7</sup>. Toutefois, certaines zones à 200 m ou plus de profondeur présentaient en 2004-2005 des eaux dont la concentration d'oxygène était inférieure à 3 mg/l, donc proche du seuil de 2 mg/l<sup>6</sup>. Ces zones couvrent environ 10 % de la superficie du golfe, soit 21 500 km<sup>2(6)</sup> ([Carte 31](#) Pourcentage de saturation d'oxygène dans les eaux profondes de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent au cours des étés 2004 et 2005<sup>adaptée de 8</sup>). Elles sont principalement localisées à la tête des chenaux d'Anticosti et d'Esquiman, dans le nord-est du golfe<sup>9</sup>.

Un réchauffement climatique planétaire ou des variations cycliques naturelles du climat<sup>9</sup> pourraient être à l'origine d'un changement dans les apports océaniques pénétrant dans le

Saint-Laurent et, conséquemment, de la baisse d'oxygène observée dans les eaux profondes. En effet, dans les années 1930, les eaux profondes de l'estuaire étaient alimentées à 72 % par les eaux plus froides et plus oxygénées du courant du Labrador, pénétrant dans le golfe par les détroits de Belle-Isle et de Cabot, et à 28 % par les eaux plus chaudes et moins oxygénées du *Gulf Stream*, pénétrant dans le golfe par le détroit de Cabot<sup>8</sup>. Au milieu des années 1980, ces proportions atteignaient respectivement 53 % et 47 %<sup>8</sup>.

Les apports plus importants en eau moins oxygénée et plus chaude venant du *Gulf Stream* seraient responsables d'une large part de la baisse en oxygène dans les eaux profondes du Saint-Laurent et expliqueraient aussi la hausse de la température des eaux profondes de l'estuaire maritime<sup>8, 9</sup>. Entre 1930 et 1990, la température des eaux de fond de l'estuaire maritime a gagné 1,7 °C<sup>10</sup>. Cette augmentation de la température contribue aussi à la baisse en oxygène puisque des eaux plus chaudes favorisent la décomposition bactérienne<sup>11</sup>. Lorsque les bactéries décomposent la matière organique présente dans les sédiments et les eaux profondes, elles consomment l'oxygène et en réduisent alors la concentration<sup>9, 12</sup>. Plus il y a de matières organiques à décomposer, plus le travail des bactéries est important et plus l'impact sur la concentration en oxygène dans l'eau est grand. Or, l'apport de matières organiques dans les eaux profondes du Saint-Laurent semble s'être accéléré depuis les années 1960<sup>13</sup>. Le phénomène pourrait être associé à une plus forte productivité primaire en surface, favorisée par des apports en nitrates dans le bassin versant, qui causerait alors une augmentation du flux de matières organiques de la surface vers le fond marin. Il pourrait aussi découler d'une plus grande quantité de matières organiques transportées par les cours d'eau vers le Saint-Laurent<sup>8</sup>.



**Carte 31** Pourcentage de saturation d'oxygène dans les eaux profondes de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent au cours des étés 2004 et 2005<sup>adaptée de 8</sup>

Les nitrates sont naturellement présents en milieu marin. Dans les eaux de surface du Saint-Laurent, ils proviennent en grande partie de phénomènes naturels, soit la remontée des eaux profondes à la tête du chenal Laurentien, près de Tadoussac, et le mélange vertical intense des eaux qui, sous l'effet des grands vents d'automne, ramène des nitrates en surface. Ces éléments nutritifs sont bénéfiques à la croissance et à la productivité des algues et du phytoplancton. Toutefois, lorsque la concentration en nitrates augmente en raison, par exemple, d'activités humaines, la production de phytoplancton à la surface de l'eau est accélérée. Ce phytoplancton nourrit le zooplancton, lequel nourrit d'autres organismes. Lorsqu'ils meurent, ces organismes coulent vers les eaux profondes et se déposent sur les fonds marins. D'importantes quantités de bactéries s'activent alors pour décomposer ces débris organiques, consommant ainsi l'oxygène dissous dans l'eau<sup>9, 14</sup>.

En été, environ 80 % des nitrates dans les eaux de surface de l'estuaire maritime provient du phénomène naturel se produisant dans la région de Tadoussac. L'autre 20 % proviendrait des eaux enrichies en nitrates du fleuve Saint-Laurent, notamment à la suite du ruissellement de l'eau de pluies sur les terres agricoles et sur les pelouses fertilisées en milieu urbain. En avril, après la fonte des neiges, cette proportion s'avérerait même plus importante, alors que la concentration en nitrates du fleuve est typiquement quatre fois plus élevée qu'en août<sup>8</sup>. Ainsi, selon le mois de l'année, entre 15 % et 50 % des apports de nitrates vers les eaux de surface de l'estuaire maritime et du golfe proviendrait du fleuve Saint-Laurent. Ces apports pourraient contribuer à la productivité primaire dans l'estuaire maritime et même plus en aval, dans le golfe du Saint-Laurent<sup>8</sup>.

La disponibilité de l'oxygène dissous est une condition essentielle pour les organismes qui vivent sous l'eau. Les impacts d'un déficit en oxygène sur la faune marine se manifestent entre autres par un taux de croissance plus faible, une diminution du succès de reproduction et une augmentation de la mortalité<sup>8</sup>. Ils affectent plus particulièrement les espèces de fonds comme les crustacés et les échinodermes, tels que les oursins et les étoiles de mer qui, par leur plus faible mobilité, ne peuvent se soustraire à ces conditions défavorables<sup>3</sup> (Photo 34).



**Photo 34** Fonds marins habités de l'estuaire du Saint-Laurent : étoile de mer polaire, anémone plumeuse et oursin vert (Louis Falardeau)

### Les eaux profondes s'acidifient

En plus de s'appauvrir en oxygène, les eaux profondes de l'estuaire maritime du Saint-Laurent s'acidifient, bien que leur pH demeure au-dessus de 7. Dans les années 1930, le pH mesuré à plus

de 200 m dans les profondeurs de l'estuaire maritime du Saint-Laurent était d'environ 7,9, alors qu'en 2007, il atteignait des valeurs de 7,65 à 7,6<sup>3</sup>. Cette différence d'environ 0,3 point sur l'échelle de pH peut paraître minime, mais elle correspond en fait à une augmentation du double de la concentration en acide puisque le pH est mesuré selon une échelle logarithmique.

Tout comme pour la baisse d'oxygène, l'acidification des eaux profondes de l'estuaire maritime du Saint-Laurent est reliée à une décomposition bactérienne accrue sur les fonds marins. Rappelons que cette accentuation de la décomposition a deux causes. D'une part, elle résulte d'une hausse de la température de l'eau suite à la modification de la circulation des courants océaniques. D'autre part, elle découle de l'augmentation des quantités de matières organiques accumulées sur les fonds marins, laquelle pourrait être associée à une hausse de la production végétale et animale, dans un environnement enrichi par les nutriments, et aux apports de matière organique provenant des rivières du bassin versant du Saint-Laurent. Une augmentation de l'activité bactérienne, qui a un impact sur les concentrations en oxygène dans l'eau, a aussi une incidence sur l'acidité de l'eau. En effet, la décomposition bactérienne des matières organiques dans les eaux profondes et sur les fonds marins exige de l'oxygène et libère du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). Ce CO<sub>2</sub> produit par l'activité des bactéries réagit avec les molécules d'eau pour produire de l'acide carbonique qui, une fois dissocié, libère les ions d'hydrogène responsables de l'acidification des eaux<sup>9</sup>.

D'autres facteurs peuvent contribuer à acidifier les eaux profondes du Saint-Laurent, notamment les eaux océaniques plus acides qu'autrefois. Les masses d'eau océaniques absorbent de façon naturelle le CO<sub>2</sub> présent dans l'air, dont le CO<sub>2</sub> généré par les activités humaines. Depuis la période préindustrielle, les masses d'eau océaniques auraient absorbé environ le tiers du CO<sub>2</sub> émis dans l'air, entraînant leurs eaux vers un état toujours plus acide<sup>15</sup>. En pénétrant dans le Saint-Laurent, ces eaux océaniques plus acides pourraient contribuer, en partie, à acidifier les eaux profondes du Saint-Laurent.

Certains organismes marins qui produisent des coquilles ou des squelettes, notamment les coraux, les mollusques et les crustacés (Photo 35), auraient de la difficulté à former leurs parties calcifiées dans des environnements plus acides, comme ceux observés dans les eaux profondes et pauvres en oxygène du Saint-Laurent<sup>9</sup>.



**Photo 35** Fonds marins habités par le crabe commun, un crustacé de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent (Jean-Guy Béliveau)

## La qualité des nappes d'eau souterraine

L'eau souterraine est généralement de meilleure qualité que l'eau de surface, en raison du pouvoir épurateur du sol<sup>1</sup>. Cette eau présente ainsi un grand intérêt comme source d'approvisionnement en eau potable. D'ailleurs, la qualité de l'eau souterraine est souvent évaluée en fonction de sa conformité aux normes de qualité d'eau potable du Québec et aux recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada. Ces normes et recommandations déterminent dans quelle mesure une eau est propre à la consommation humaine. Des facteurs naturels ou humains viennent néanmoins affecter sa qualité par endroits, voire compromettre son usage.

Les études réalisées sur les eaux souterraines permettent notamment de localiser les sources de contamination et de mieux évaluer la vulnérabilité des aquifères. Certains portraits de la qualité de l'eau souterraine sont réalisés à une échelle régionale et caractérisent principalement la présence d'éléments chimiques d'origine naturelle associés aux formations géologiques. D'autres portraits ciblent des secteurs plus restreints et des paramètres particuliers, dont les pesticides et les microorganismes.

### **La qualité des aquifères : une explication d'abord géologique**

La grande majorité des dépassements des normes de qualité de l'eau potable ou des recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada pour des paramètres chimiques relève d'une contamination naturelle des eaux souterraines. Les formations géologiques en place, le degré de confinement des nappes phréatiques et le temps de séjour de l'eau dans ces formations géologiques représentent les principaux facteurs naturels expliquant la variabilité chimique de l'eau souterraine. En effet, en raison de la dissolution des minéraux contenus dans la roche ou le sol, la composition chimique de la roche ou du sol influence celle de l'eau qui les traverse. Par ailleurs, une nappe d'eau confinée, c'est-à-dire séparée de la surface par une formation géologique imperméable, sera moins exposée à la dilution des minéraux qu'elle contient puisqu'elle est moins fréquemment en contact avec des eaux récentes, en provenance des précipitations. De même, une eau s'écoulant lentement aura plus de temps pour se charger en minéraux qu'une eau circulant rapidement à travers les formations géologiques.

### **Rares dépassements des normes établies pour l'eau potable**

En général, au Québec, la qualité de l'eau souterraine est bonne d'un point de vue physicochimique. Toutefois, des dépassements des normes établies au Québec pour l'eau potable ont été observés de façon sporadique dans l'eau des puits étudiés dans le cadre des caractérisations hydrogéologiques régionales ([Carte 32](#) Localisation des projets PACES terminés en 2013 et des quatre zones de caractérisation régionale des eaux souterraines pré-PACES<sup>4</sup>). La norme la plus souvent dépassée était celle des fluorures. Les dépassements de fluorures, reliés à la composition minéralogique de la roche<sup>2</sup>, étaient aussi les seuls dépassements de normes chimiques établies pour l'eau potable à avoir été constatés dans tous les secteurs dont la caractérisation était

terminée en 2013. Ce constat doit cependant être nuancé par le fait qu'en moyenne, les dépassements en fluorures n'ont concerné qu'environ 7 % des échantillons recueillis. Toute proportion gardée, le territoire étudié au Saguenay–Lac-Saint-Jean a été le plus touché par les dépassements de fluorures. Ces contaminations correspondaient à 16 % des 316 échantillons prélevés<sup>3</sup>. Les plus fortes concentrations se retrouvaient au nord-ouest du lac Saint-Jean<sup>3</sup>. Le deuxième secteur le plus touché a été celui de la Communauté métropolitaine de Québec, avec des dépassements pour 13 % des 140 échantillons<sup>2</sup>.

Après les fluorures, les paramètres dépassant le plus fréquemment les normes établies pour l'eau potable étaient le **baryum** et l'**arsenic**. La présence de ces substances est également reliée à la composition minéralogique de la roche<sup>5</sup>. Ces dépassements ne concernaient qu'environ 2 % de tous les échantillons. Le problème n'est donc pas très répandu. La Montérégie Est constituait le secteur le plus touché par les dépassements de baryum, avec 7 % de ses 237 échantillons<sup>6</sup>, une proportion qui demeure néanmoins modeste. Quant à l'arsenic, le secteur étudié en Abitibi-Témiscamingue comptait la proportion la plus élevée de ce type de dépassement, avec 5 % de ses 311 échantillons<sup>7</sup>, une proportion qui demeure toutefois faible.

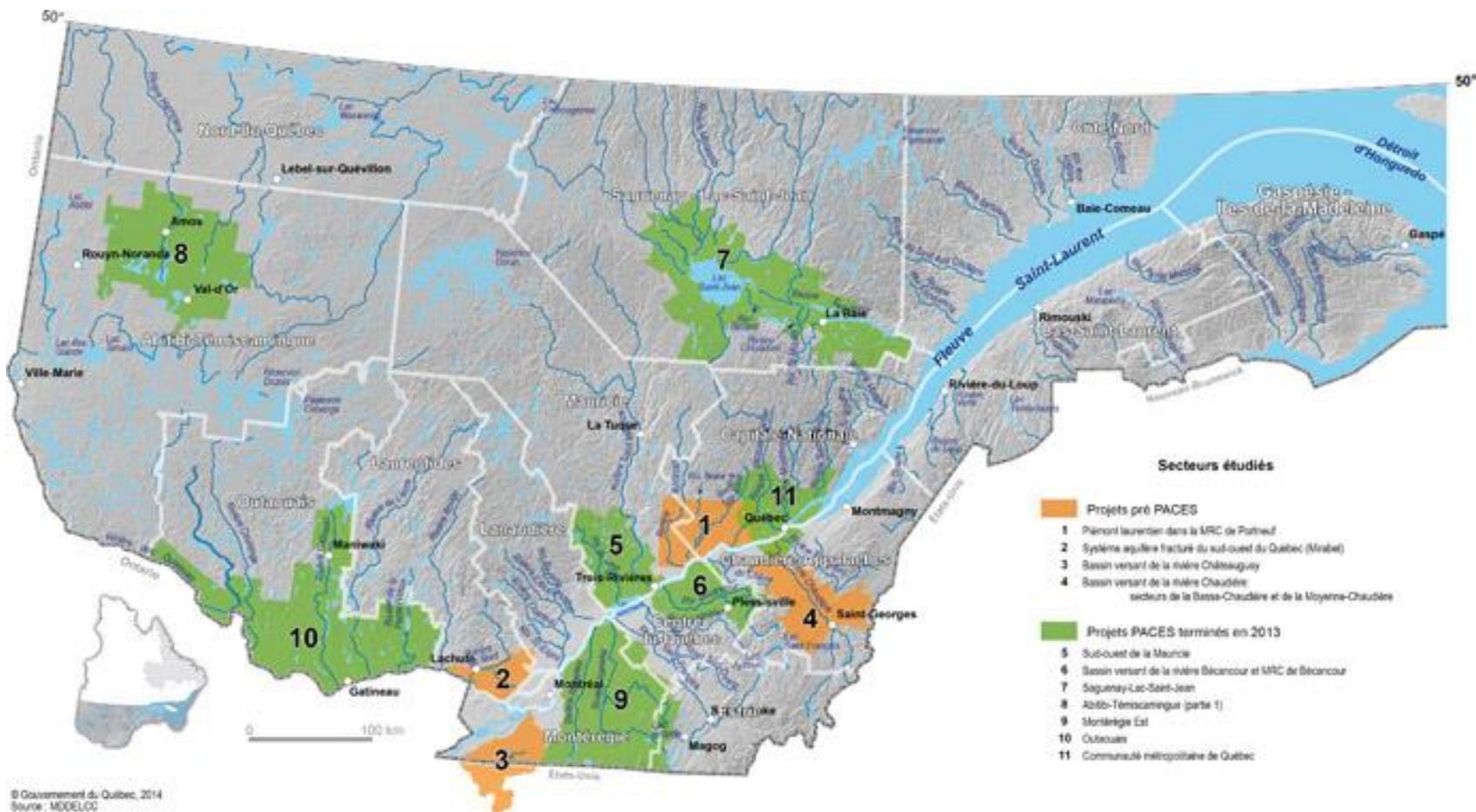
### **Des problèmes fréquents d'ordre esthétique**

Parmi les secteurs étudiés, les recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada étaient fréquemment dépassées pour divers paramètres causant de possibles nuisances, relativement, par exemple, au goût, à l'odeur ou à la couleur de l'eau. Ces paramètres susceptibles d'altérer l'esthétique de l'eau sont sans risque pour la santé. Le **fer** et le **manganèse**, en particulier, ont montré des dépassements dans toutes les régions ([Tableau 4](#) Pourcentage de dépassements des recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada pour le fer et le manganèse dans l'eau souterraine des secteurs étudiés au Québec). Le manganèse est le paramètre aux conséquences d'ordre esthétique ayant le plus souvent dépassé les recommandations. Les données recueillies dans l'ensemble des secteurs montraient que la présence du fer est néanmoins importante et souvent associée à celle du manganèse, deux paramètres pouvant colorer l'eau et lui donner un goût métallique<sup>1</sup>.

Bien qu'elle soit naturelle, la provenance du fer et du manganèse peut toutefois varier. En Montérégie Est, par exemple, elle est associée à la minéralogie du socle rocheux<sup>6</sup> et, dans le sud-ouest de la Mauricie, elle pourrait être reliée à la dégradation de la matière organique en surface<sup>11</sup>. Cette hypothèse est basée sur l'observation de concentrations plus élevées de fer et de manganèse dans les puits à proximité de milieux humides, riches en matière organique, dans le sud-ouest de la Mauricie<sup>11</sup>.

Le **pH** fait aussi l'objet de recommandations. En effet, il est préférable que l'eau ne soit ni trop acide ni trop basique. Les recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada pour le pH n'étaient pas respectées dans beaucoup d'échantillons des régions étudiées. Environ 50 % des échantillons des secteurs de Portneuf et de la Communauté métropolitaine de Québec ne les respectaient pas<sup>2, 8</sup>. Une proportion similaire, quoique légèrement inférieure, s'observait dans le

secteur de Bécancour<sup>12</sup>. La nature des formations géologiques<sup>5</sup> de même que l'acidité des précipitations<sup>1</sup> peuvent influencer le pH de l'eau souterraine.

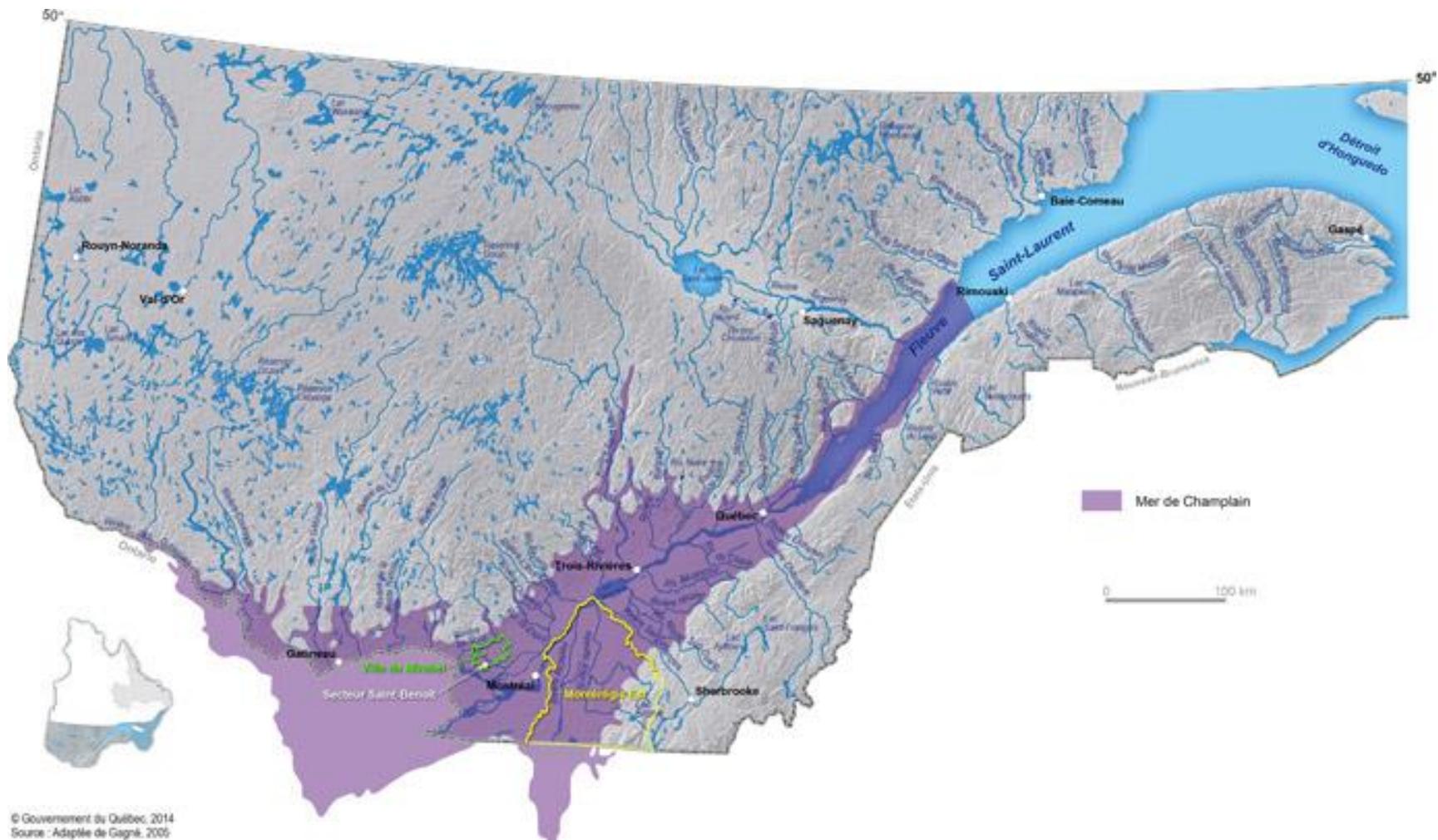


Carte 32 Localisation des projets PACES terminés en 2013 et des quatre zones de caractérisation régionale des eaux souterraines pré-PACES<sup>4</sup>

**Tableau 4** Pourcentage de dépassements des recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada pour le fer et le manganèse dans l'eau souterraine des secteurs étudiés au Québec

Secteurs étudiés	% de dépassements (nombre d'échantillons)	
	Manganèse	Fer
Portneuf <sup>8</sup>	17 (100)	8 (100)
Mirabel <sup>9</sup>	33 (146)	33 (143)
Châteauguay <sup>1</sup>	36 (144)	51 (144)
Chaudière <sup>10</sup>	48 (155)	12 (155)
Sud-ouest de la Mauricie <sup>11</sup>	37 (223)	22 (223)
Bécancour <sup>12</sup>	45 (119)	14 (119)
Saguenay - Lac-Saint-Jean <sup>3</sup>	23 (316)	14 (316)
Abitibi-Témiscamingue - partie 1 <sup>7</sup>	53 (309)	29 (309)
Montérégie Est <sup>13</sup>	42 (237)	23 (237)
Outaouais <sup>14</sup>	20 (139)	13 (139)
Communauté métropolitaine de Québec <sup>2</sup>	17 (140)	12 (140)
<b>Total</b>	<b>35 (2 028)</b>	<b>22 (2 025)</b>

Les dépassements des recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada émises pour le sodium, les matières dissoutes totales et les chlorures, qui affectent principalement le goût de l'eau, n'étaient également pas rares, bien que moins fréquents que pour les autres paramètres. Les vestiges de l'ancienne mer de Champlain, qui couvrait les basses terres du Saint-Laurent il y a environ 11 000 ans, expliquent en effet la présence d'eau **saumâtre** dans les eaux souterraines à divers endroits au Québec<sup>13</sup> ([Carte 33](#) Localisation de l'ancienne mer de Champlain au Québec). Dans la partie nord de la Montérégie Est, l'eau souterraine est saumâtre et impropre à la consommation sur une superficie d'environ 2 200 km<sup>2(6)</sup>. Elle est en outre qualifiée de « passable » au pourtour de cette zone, soit sur plus de la moitié des 9 000 km<sup>2</sup> composant le territoire<sup>6</sup>. La Montérégie Est constitue le seul secteur étudié où la qualité de l'eau souterraine était problématique sur une aussi grande superficie<sup>6</sup>. L'eau saumâtre qui s'y trouve résulterait de vestiges de l'ancienne mer de Champlain restés captifs sous une épaisse couche d'argile<sup>6</sup>.



© Gouvernement du Québec, 2014  
 Source : Adaptée de Gagné, 2005

Carte 33 Localisation de l'ancienne mer de Champlain au Québec

Dans le contexte des changements climatiques, une diminution possible de la recharge, soit les quantités d'eau qui s'infiltrent jusqu'à la nappe, et l'élévation prévue du niveau moyen de la mer pourraient augmenter la salinité de l'eau de certains aquifères de régions côtières<sup>16, 17, 18</sup> (Photo 36). Aux Îles-de-la-Madeleine, des simulations à l'horizon 2040 n'ont pas permis de mettre en évidence une diminution de la recharge<sup>19</sup>. Toutefois, une telle diminution est prévue sur la base du plus pessimiste scénario de changements climatiques, conduisant



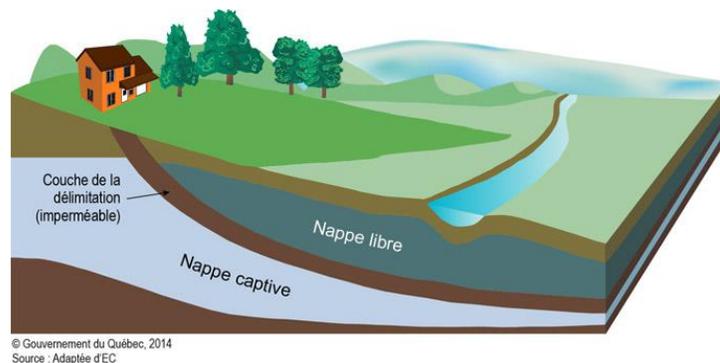
**Photo 36** Les côtes des îles de la Madeleine  
(Sébastien Moore, MDDELCC)

alors à une variation de l'élévation de l'interface entre l'eau douce et l'eau salée de 1,85 m. En ajoutant l'effet des taux prédits d'érosion et d'élévation du niveau de la mer, la remontée maximale de l'interface pourrait atteindre 6 m à une distance de 50 m de la côte<sup>19</sup>.

### Une eau vulnérable aux activités humaines

Bien qu'elles se trouvent sous la surface du sol, les nappes d'eau souterraine ne sont pas nécessairement à l'abri de l'infiltration des contaminants provenant des activités pratiquées en surface. La **vulnérabilité** se définit par « la sensibilité de l'aquifère à toute contamination provenant de la surface du sol »<sup>3, 10</sup>. Le degré de vulnérabilité est basé sur les caractéristiques physiques d'un site, telles que la pente du terrain, le type de sol en surface, la profondeur de la nappe et les formations géologiques.

Une nappe dite captive est moins vulnérable aux sources de contamination provenant de la surface puisqu'elle se trouve sous une couche imperméable. Des dépôts fins argileux, par exemple, peuvent freiner l'infiltration des contaminants dans le sol. À l'inverse, une nappe libre et peu profonde est plus à risque d'être contaminée, car elle ne bénéficie pas d'une telle barrière de protection naturelle (Figure 19). Par ailleurs, les zones de forte recharge, soit les endroits où l'eau s'infiltré davantage, constituent également des zones plus vulnérables<sup>10</sup>.



**Figure 19** Comparaison entre une nappe captive et une nappe libre  
adaptée de 20

Un site où l'eau souterraine est évaluée vulnérable n'est pas nécessairement en danger de contamination s'il n'y a aucune activité à risque en surface.

### **L'évaluation de la vulnérabilité des nappes d'eau souterraines par la méthode DRASTIC**

Afin d'évaluer la vulnérabilité de chaque aquifère, l'utilisation de l'indice « DRASTIC » est souvent prise. Cet indice est basé sur sept paramètres : la profondeur de l'eau, la recharge, la nature géologique de l'aquifère, la texture du sol, la topographie, l'impact de la zone non saturée en eau et la conductivité hydraulique. Chaque paramètre est évalué individuellement et la cote globale de l'indice, variant de 23 à 226, tient compte du degré d'influence de chacun. Plus la valeur est élevée, plus l'aquifère est vulnérable.

En milieu habité, la cartographie de la vulnérabilité aide à prioriser les zones à protéger et celles où il faut proscrire, par exemple, l'implantation d'activités susceptibles de contaminer la nappe<sup>1</sup>. Plusieurs activités humaines sont reconnues dans la littérature pour représenter une menace à la qualité de l'eau souterraine. En présence de nappes d'eau souterraine vulnérables, ces activités induisent donc un risque accru de contamination.

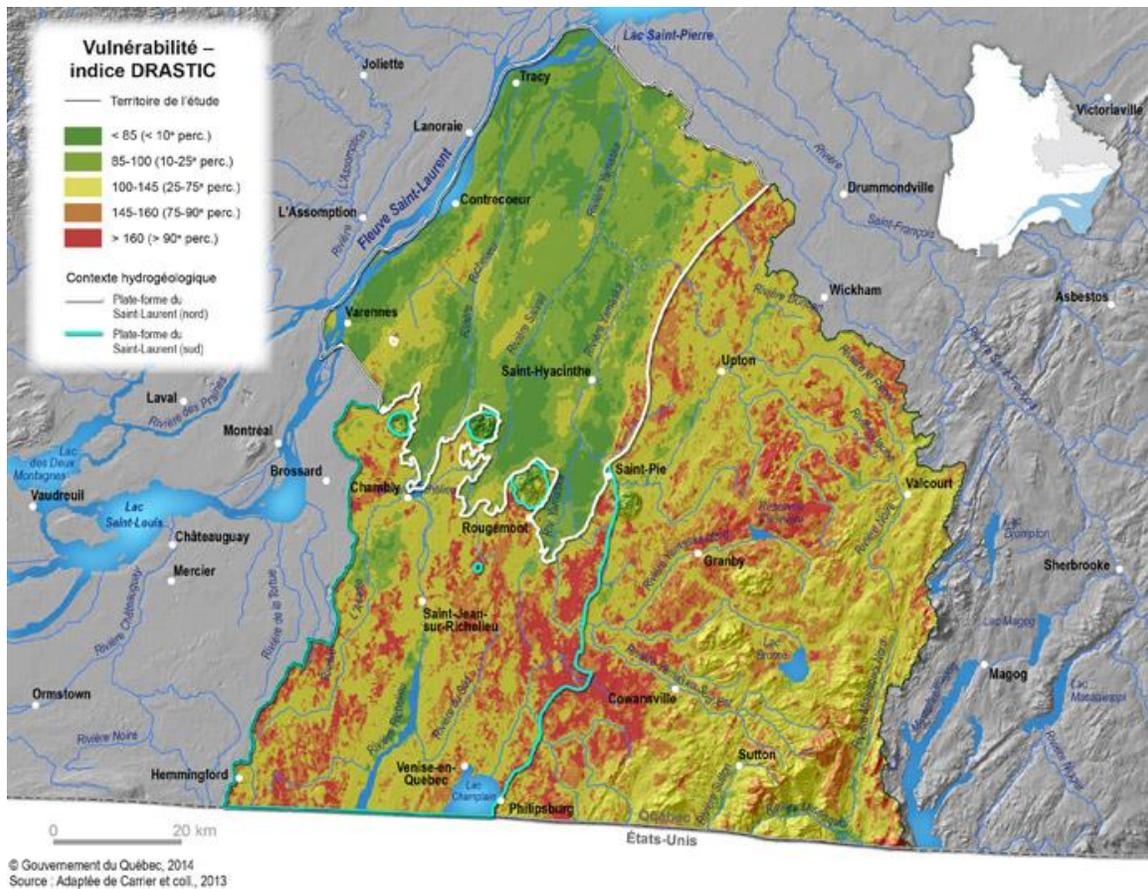
### **Les nitrites et les nitrates**

Les nitrites et les nitrates proviennent principalement de la dégradation de la matière organique d'origine humaine, végétale ou animale et des engrais minéraux utilisés pour fertiliser les cultures<sup>1, 10</sup>. Leur présence dans l'eau souterraine résulte d'activités situées en surface ou près de la surface, telles que le rejet d'eaux usées ou l'épandage de matières fertilisantes<sup>1, 10</sup>. Des problèmes de contamination peuvent donc être observés de façon ponctuelle à l'intérieur d'une région.

Dans le cadre des études réalisées à l'échelle régionale, peu de dépassements de la norme établie pour les nitrites et les nitrates dans l'eau potable ont été relevés. Le secteur de Portneuf en comptait le plus, soit 9 % de ses échantillons<sup>8</sup>. Pour les secteurs du sud-ouest de la Mauricie, de Mirabel, de la Montérégie Est, de Chaudière, de Châteauguay et de l'Outaouais, moins de 1 % de dépassement était observé pour chacun de ces territoires<sup>1, 6, 9, 10, 11, 14</sup>. Des valeurs comprises entre 3 et 10 mg/l, c'est-à-dire entre le seuil maximal de contamination naturelle et la norme pour la qualité de l'eau potable, étaient toutefois observées. Dans le sud-ouest de la Mauricie, par exemple, 19 des 223 puits échantillonnés se situaient dans cet intervalle<sup>11</sup>. La présence de nitrates dans cette région serait reliée à l'épandage de fertilisants en milieu agricole et, dans une moindre mesure, aux installations septiques résidentielles et aux fuites des réseaux d'égout<sup>11</sup>.

La vulnérabilité des aquifères à la contamination par les nitrites et les nitrates est généralement moindre aux endroits où il y a peu d'infiltration d'eau<sup>1</sup>. La présence de dépôts argileux formant une épaisse couche imperméable dans les basses terres du Saint-Laurent, par exemple, favorise le ruissellement de l'eau chargée de nitrates plutôt que son infiltration vers la nappe<sup>6</sup>. Dans le nord du secteur de la Montérégie Est, l'aquifère contient peu de nitrates, malgré la forte vocation agricole du territoire<sup>6</sup> ([Carte 34](#) Vulnérabilité des aquifères de la Montérégie Est, au Québec<sup>adaptée de 6</sup>). À

l'opposé, les aquifères granulaires de la région de Portneuf sont plus vulnérables et favorisent la présence de nitrates dans les nappes des zones en culture<sup>8</sup>.



Carte 34 Vulnérabilité des aquifères de la Montérégie Est, au Québec<sup>adaptée de 6</sup>

La contamination des puits par les nitrites et les nitrates est clairement influencée par les activités agricoles, comme l'a révélé une étude réalisée en 2002 dans sept bassins versants agricoles<sup>21</sup>. En effet, pour six des sept bassins versants, la proportion de puits dépassant le seuil de 3 mg/l était significativement plus élevée dans la zone d'agriculture intensive que dans la zone témoin. Les installations de captage de surface, c'est-à-dire celles situées à moins de huit mètres de profondeur, présentaient des dépassements plus fréquents. Toutefois, sur les 1 260 échantillons prélevés dans les sept bassins versants, seulement 2,6 % dépassaient la norme établie pour les nitrites et les nitrates dans l'eau potable et 11,3 % dépassaient le seuil de 3 mg/l reflétant l'influence des activités humaines sur la qualité de l'eau souterraine<sup>21</sup>.

### Les pesticides

L'application de pesticides sur les champs agricoles peut entraîner une contamination dite diffuse, car elle est dispersée dans le temps et dans l'espace. Dans certaines cultures, les applications répétées de différents pesticides au cours d'une saison pour lutter contre la diversité d'organismes nuisibles augmentent le risque de contamination de l'eau souterraine<sup>22</sup>.

Le portrait de l'évolution des concentrations de pesticides dans les nappes d'eau souterraine est encore partiel puisque le suivi régulier des eaux souterraines est relativement récent. Cependant,

des campagnes d'échantillonnage réalisées à proximité de cultures de pommes de terre, de maïs et de soya, de pommes et de bleuets ainsi que de cultures maraîchères ont révélé que plus d'un pesticide pouvait être détecté dans l'eau des puits<sup>23, 24, 25, 26, 27, 28</sup>. Les concentrations mesurées étaient généralement faibles et inférieures aux normes ou aux valeurs de référence pour l'eau potable<sup>24</sup>. En plus de varier selon les cultures, les principaux pesticides détectés variaient au fil des ans, selon leur utilisation par les producteurs<sup>23</sup>. Dans les années 1980, par exemple, l'insecticide aldicarbe était décelé dans l'eau souterraine des secteurs de culture de pommes de terre. Après le retrait de ce produit en 1990, un autre insecticide est apparu, l'imidaclopride, dès lors fréquemment détecté dans les eaux souterraines<sup>29</sup>.

À l'image des nitrates, la vulnérabilité des aquifères influence grandement la présence des pesticides dans les eaux souterraines. Les suivis démontrent que la fréquence de détection des pesticides dans les eaux souterraines des milieux agricoles dépend en partie du type de sols cultivés<sup>24</sup>. Généralement, les pesticides sont plus souvent détectés, et ce, en concentrations plus élevées, dans les sols sableux, tels que ceux propices aux cultures de pommes de terre et de bleuets, que dans, par exemple, les sols à texture fine, comme les sols argileux<sup>24</sup>. La faible profondeur des aquifères présents sous les sols sableux et la forte perméabilité de ces types de sols expliquent ce constat.

De plus, le problème de résidus d'herbicides dans l'eau d'irrigation, pouvant nuire à la croissance des plantes cultivées, n'était pas fréquent dans les régions étudiées. Dans les plus récents échantillonnages de 2008 et 2009, quelques dépassements des recommandations établies par le Conseil canadien des ministres de l'environnement ont été relevés pour un herbicide dans les nappes d'eau souterraine près de cultures de pommes de terre dans les régions de la Capitale-Nationale et de Lanaudière<sup>30</sup>.

### Les microorganismes

Selon les résultats d'échantillonnage, réalisés en puits privés principalement et pour certains secteurs du Québec municipalisé, les proportions de puits contaminés par des microorganismes d'origine fécale étaient relativement faibles. À titre d'exemple, en 2002, une étude de l'eau souterraine de sept bassins versants agricoles situés en Chaudière-Appalaches, dans Lanaudière, en Montérégie et au Centre-du-Québec a rapporté une contamination microbiologique dans 6,5 % des 1 260 puits échantillonnés<sup>21</sup>. Cette étude a analysé les bactéries *E. coli*, les bactéries entérocoques et les virus coliphages F-spécifiques, trois indicateurs de contamination fécale. Par contre, une étude réalisée en 2010 dans le sud-ouest de la Mauricie a détecté un ou plusieurs contaminants microbiologiques en concentration dépassant les normes dans près de 40 % des 120 puits échantillonnés<sup>11</sup>. Cependant, deux des cinq paramètres microbiologiques analysés par cette étude ne sont pas des indicateurs de contamination fécale.

La majorité des détections de microorganismes observées dans les secteurs étudiés était associée à des puits peu profonds<sup>21</sup> ou à des nappes libres de dépôts meubles, tels des dépôts sableux perméables<sup>31, 32</sup>. Les risques de contamination sont accrus dans les puits de faible profondeur puisque l'eau y est filtrée sur une plus faible épaisseur<sup>21</sup>. De plus, une nappe d'eau libre est plus

vulnérable à la contamination bactériologique, car les formations géologiques au-dessus d'elle sont perméables et facilitent l'infiltration des eaux contaminées provenant de la surface. Toutefois, des problèmes liés aux puits, tels que l'absence d'une collerette étanche ou l'accumulation d'eau en périphérie, ont aussi été mis en cause<sup>11</sup>. Ainsi, la présence de microorganismes dans l'eau souterraine peut s'expliquer par la vulnérabilité des aquifères, mais la non-étanchéité d'un puits ou son mauvais entretien peut également favoriser ce type de contamination<sup>33</sup>.

## En savoir plus

Acidité des lacs : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/flrivlac/lacs.htm>

Algues bleu-vert : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/flrivlac/algues.htm>

Atlas interactif de la qualité des eaux de surface et des écosystèmes aquatiques : [http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/Atlas\\_interactif/donnees\\_recentes/donnees\\_iqbp6.asp](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/Atlas_interactif/donnees_recentes/donnees_iqbp6.asp)

Portrait de la qualité des eaux de surface au Québec 1999-2008 : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/portrait/eaux-surface1999-2008/index.htm>

Réseau de surveillance volontaire des lacs : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rsvl/index.asp>

Atlas interactif de la qualité des eaux de surface et des écosystèmes aquatiques : [http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/Atlas\\_interactif/donnees\\_recentes/donnees\\_iqbp6.asp](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/Atlas_interactif/donnees_recentes/donnees_iqbp6.asp)

Critères de qualité de l'eau de surface : [http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/criteres\\_eau/index.asp](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.asp)

Eaux usées domestiques, communautaires et municipales : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/domest-communautaire-municipal.htm>

Eaux usées industrielles : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/industrielles.htm#bilans>

Impacts des pesticides sur la qualité de l'eau : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/flrivlac/pesticides.htm>

Indice de qualité bactériologique et physicochimique : [http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco\\_aqua/rivieres/indice/](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/rivieres/indice/)

Le fleuve Saint-Laurent : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/bassinversant/bassins/stlaurent/>

Phosphore : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/flrivlac/phosphore.htm>

Portrait de la qualité des eaux de surface au Québec 1999-2008 : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/portrait/eaux-surface1999-2008/index.htm>

Répercussions des nouveaux enjeux climatiques : <http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/oceanography-oceanographie/impacts/index-fra.html>

Sédiments : [http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/criteres\\_sediments/index.htm](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/criteres_sediments/index.htm)

Suivi de l'état du Saint-Laurent :

[http://planstlaurent.qc.ca/fr/suivi\\_de\\_letat/fiches\\_de\\_suivi.html](http://planstlaurent.qc.ca/fr/suivi_de_letat/fiches_de_suivi.html)

Suivi des grandes masses d'eau – Fleuve Saint-Laurent :

[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco\\_aqua/suivi\\_mil-aqua/eau\\_stlaurent.htm](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/suivi_mil-aqua/eau_stlaurent.htm)

Le groupe interinstitutionnel de recherches océanographiques du Québec (Québec OCÉAN) :

<http://www.quebec-ocean.ulaval.ca/fiches.php>

Répercussions des nouveaux enjeux climatiques : [http://www.dfo-](http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/oceanography-oceanographie/impacts/index-fra.html)

[mpo.gc.ca/science/oceanography-oceanographie/impacts/index-fra.html](http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/oceanography-oceanographie/impacts/index-fra.html)

Diffusion de la cartographie hydrogéologique :

<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/souterraines/diffusion-carto-hydrogeologique.htm>

Eaux usées industrielles : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/industrielles.htm#bilans>

Étude sur la qualité de l'eau potable dans sept bassins versants en surplus de fumier et impacts potentiels sur la santé : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/bassinversant/sept-bassins/index.htm>

Guides méthodologiques pour la caractérisation des aquifères :

<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/souterraines/aquiferes/index.htm>

Impacts des pesticides sur la qualité de l'eau :

<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/flrivlac/pesticides.htm>

Les pesticides : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/pesticides/inter.htm>

Principales obligations du Règlement sur la qualité de l'eau potable :

<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/potable/brochure/>

Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines :

<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/souterraines/programmes/acquisition-connaissance.htm>

Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : [http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt\\_formats/pdf/pubs/water-eau/2012-sum\\_guide-res\\_recom/2012-sum\\_guide-res\\_recom-fra.pdf](http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/pdf/pubs/water-eau/2012-sum_guide-res_recom/2012-sum_guide-res_recom-fra.pdf)

Réseau québécois sur les eaux souterraines : <http://rqes-gries.ca/>

## Quels sont les effets sur vous?

- L'eau disponible pour la population est de très bonne qualité, sauf exception
- À certains endroits, la mauvaise qualité de l'eau affecte les activités récréatives et la villégiature
- La contamination de sites coquilliers compromet la cueillette commerciale et récréative
- **En savoir plus**
- Références

De l'eau de qualité et des écosystèmes aquatiques en santé sont essentiels au maintien de certaines activités telles que l'approvisionnement en eau, la villégiature ou la cueillette de mollusques. Une eau de mauvaise qualité nécessite un traitement plus coûteux avant sa consommation ou oblige à restreindre la pratique de certaines activités. Des problèmes de qualité de l'eau sont constatés à certains endroits, causant parfois des impacts sur la santé et la sécurité des populations touchées ainsi que des effets socioéconomiques.

### L'eau disponible pour la population est de très bonne qualité, sauf exception

L'eau des lacs et des cours d'eau est de bonne qualité dans plusieurs régions du Québec. Quant à l'eau souterraine, sa qualité surpasse généralement celle des eaux de surface. Mais pour la boire ou pour s'en servir pour l'irrigation des terres, l'eau de surface ou souterraine ne respecte pas toujours les normes ou les recommandations de qualité exigées. La production d'eau potable, en particulier, demande des contrôles réguliers et des étapes de traitement pour réduire les concentrations de plusieurs substances et éliminer les microorganismes nuisibles.

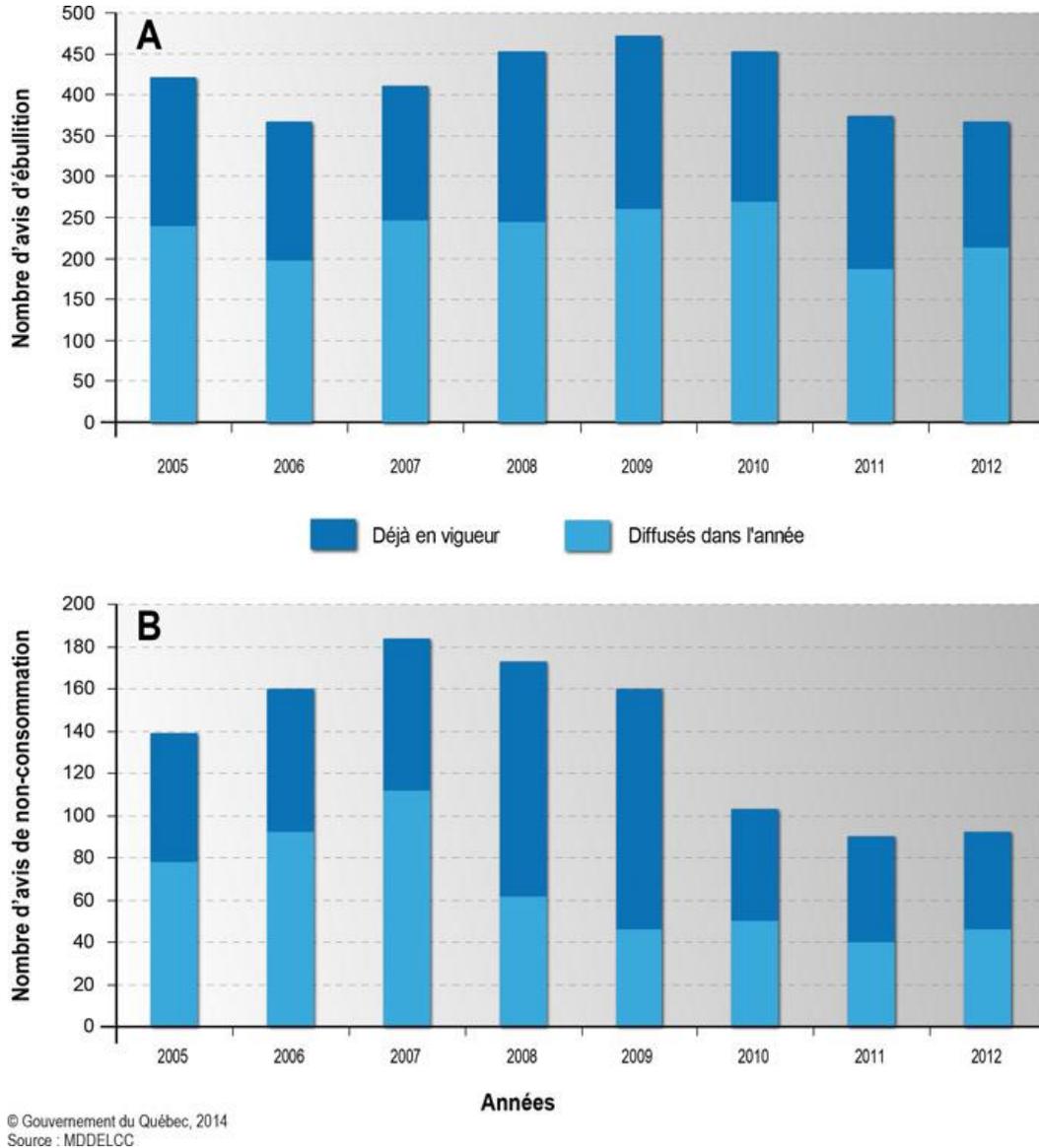
### L'eau distribuée à la population est généralement sans risque pour la santé

Les réseaux de distribution municipaux ou privés desservant plus de 20 personnes alimentent 86 % de la population québécoise<sup>1</sup>, soit environ 6,8 millions de personnes. Une fois traitée adéquatement, l'eau de ces réseaux assure un approvisionnement en eau potable de bonne qualité. En effet, d'année en année depuis 2001, plus de 99 % des résultats d'analyses respectent les quelque 80 normes de qualité de l'eau potable inscrites au Règlement sur la qualité de l'eau potable du gouvernement du Québec<sup>2</sup>.

Bien que très peu de dépassements des normes soient observés dans les analyses, les plus fréquents sont d'ordre microbiologique et liés aux bactéries *Escherichia coli*, appelées communément *E. coli*. Plus rarement surviennent des contaminations physicochimiques liées, par exemple, aux nitrites-nitrates, au plomb et aux fluorures<sup>1</sup>.

Afin de protéger la santé de la population, des avis de faire bouillir l'eau avant de la consommer peuvent être émis par les responsables de réseaux de distribution lorsqu'il y a présence dans l'eau de coliformes fécaux, dont *E. coli*, ou à titre préventif lorsque des travaux sont effectués sur un réseau de distribution. Pour les années 2005 à 2012, le nombre d'avis en vigueur par année a varié entre 368 et 472 (Figure 20 Nombre d'avis diffusés dans l'année et déjà en vigueur entre 2005 et 2012 au Québec : A) avis d'ébullition; B) avis de non-consommation<sup>3A</sup>). Des avis de non-consommation peuvent aussi être

diffusés dans les cas de contaminations microbiologiques ou physicochimiques, incluant les algues bleu-vert. Pour les années 2005 à 2012, le nombre annuel de tels avis a fluctué entre 90 et 184 (Figure 20 Nombre d'avis diffusés dans l'année et déjà en vigueur entre 2005 et 2012 au Québec : A) avis d'ébullition; B) avis de non-consommation<sup>3</sup>B).



**Figure 20** Nombre d'avis diffusés dans l'année et déjà en vigueur entre 2005 et 2012 au Québec : A) avis d'ébullition; B) avis de non-consommation<sup>3</sup>

Bien que la majorité des avis soient de courte durée, certains peuvent se prolonger plusieurs mois, voire plusieurs années. Souvent, les réseaux de petite taille aux prises avec des difficultés d'approvisionnement en eau de qualité arrivent difficilement à corriger les problèmes par manque de ressources techniques ou financières<sup>2</sup>. En tout temps, le respect des avis demeure important puisque l'ingestion d'une eau contaminée ou son utilisation dans la préparation

d'aliments ou de boissons peuvent causer des risques pour la santé. Entre 2005 et 2012, 62 éclosions de maladies associées à la consommation d'eau ont été signalées et auraient touché au moins 423 personnes<sup>4</sup>.

Certaines personnes qui ingèrent une eau contaminée par des **microorganismes d'origine fécale**, tels que les *E. coli*, risquent de souffrir de troubles gastro-intestinaux, principaux symptômes associés à ces microorganismes<sup>5</sup>. La présence de **nitrate**s dépassant la norme dans l'eau potable affecte particulièrement les jeunes enfants et les femmes enceintes, qui sont plus vulnérables au développement de maladies telle la méthémoglobinémie<sup>6, 7</sup>. Cette maladie affecte le transport de l'oxygène dans le sang. Par ailleurs, même à de faibles concentrations, le **plomb** peut affecter le système nerveux et avoir des effets mineurs sur le développement intellectuel des enfants et des fœtus<sup>8</sup>. Cette contamination provient habituellement de la canalisation reliant un bâtiment aux conduites municipales, ou encore de la tuyauterie pouvant contenir ce métal, plutôt que d'une contamination de la source d'approvisionnement. Pour leur part, les **fluorures** ont la particularité d'avoir des effets bénéfiques sur la prévention de la carie dentaire à de faibles concentrations, mais au-delà de la norme établie pour la qualité de l'eau potable, ils peuvent entraîner des problèmes de fluorose dentaire et osseuse<sup>9</sup>.

Outre les problèmes de santé, des nuisances pour les utilisateurs peuvent survenir lorsque certains éléments dans l'eau se retrouvent en concentration supérieure aux recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada<sup>10</sup>. Un **pH** acide entraîne la corrosion et l'entartrage de la tuyauterie, une source possible de contamination de l'eau, tandis qu'une concentration trop élevée de minéraux peut rendre l'eau dure, lui donner un mauvais goût et engendrer des dépôts et de la corrosion dans les tuyaux. Le **manganèse** et le **fer**, par exemple, peuvent altérer le goût de l'eau et tacher les tissus. Les **sulfures** peuvent donner un goût et une odeur désagréable à l'eau, alors que le **sodium** et les **chlorures** lui confèrent un goût salé.

Plus la qualité de l'eau brute servant de source d'approvisionnement est dégradée, plus son traitement est complexe et dispendieux. Le traitement de l'eau et le contrôle des substances pouvant être nuisibles à la santé représentent un coût important pour la société. En considérant un coût moyen de 1,51 \$/m<sup>3</sup> d'eau potable produit<sup>11</sup> et une production journalière équivalant à 626 litres, ou 0,626 m<sup>3</sup>, par personne en 2012<sup>12</sup>, environ 2,3 milliards de dollars par année sont dépensés au Québec pour offrir de l'eau potable aux 6,8 millions de personnes alimentées par un réseau de distribution. Ces coûts de production d'eau potable pourraient augmenter dans le futur, dans la mesure où les changements climatiques affecteraient la qualité de l'eau des milieux aquatiques. En effet, un changement dans le régime des eaux pourrait, à certains endroits, réduire l'effet de dilution des contaminants, modifier la zone d'influence des rejets d'eaux usées ou créer une remontée du front salin dans le Saint-Laurent<sup>13, 14, 15</sup>. Ces situations, de même que le ruissellement ou les débordements d'égout lors de précipitations intenses<sup>15</sup>, pourraient perturber la qualité de l'eau brute à certaines prises d'eau. Par ailleurs, le réchauffement de l'eau liée à une hausse des températures pourrait favoriser la prolifération de fleurs d'eau d'algues bleu-vert<sup>16</sup>. Si des prises d'eau sont localisées dans les secteurs touchés, les usines de production d'eau potable devront s'assurer que le traitement effectué soit adéquat.

La qualité de l'eau des installations individuelles de captage des eaux est peu connue

De nombreuses personnes s'approvisionnent en eau à partir d'une **installation individuelle de captage** des eaux. En fait, environ 14 % de la population québécoise, soit un peu plus d'un million de personnes, possède sa propre installation de captage d'eau à sa résidence ou reçoit son eau d'un très petit réseau<sup>1</sup>. Les propriétaires puisant leur eau souterraine à partir d'un puits ou directement d'un lac ou d'un cours d'eau doivent s'assurer que cette eau respecte les normes de qualité et effectuer les traitements nécessaires avant consommation. En effet, comme dans les réseaux de distribution, la présence de contaminants dans l'eau pourrait occasionner des risques pour la santé. Puisque la responsabilité de la qualité de l'eau puisée aux installations individuelles de captage relève de chaque propriétaire, il est difficile d'en dresser un portrait représentatif.

Il est aussi difficile d'obtenir un portrait de la qualité de l'eau destinée aux usages agricoles puisque les besoins en irrigation sont comblés à plus de 90 % par des installations individuelles<sup>17</sup>. Les producteurs doivent se référer aux Recommandations pour la qualité des eaux au Canada, publiées par le Conseil canadien des ministres de l'environnement, pour savoir si l'eau qu'ils utilisent convient à l'irrigation et à l'abreuvement du bétail.

### À certains endroits, la mauvaise qualité de l'eau affecte les activités récréatives et la villégiature

Les nombreux milieux aquatiques présents sur le territoire offrent la possibilité de pratiquer diverses activités récréatives telles que la baignade, la pêche et le nautisme, en plus de présenter un potentiel pour la villégiature. Des activités impliquant des contacts avec l'eau requièrent cependant une eau de bonne qualité. Une contamination bactériologique de l'eau ou la présence de cercaires ou de fleurs d'eau d'algues bleu-vert peuvent causer des risques pour la santé et, dans certains cas, restreindre de façon temporaire ou prolongée à la pratique d'activités récréatives liées à l'eau.

### La contamination bactériologique de l'eau ou la présence de cercaires compromettent les activités récréatives à certains endroits et à certains moments

Afin d'assurer la protection de la population lors de la pratique d'activités récréatives, le Québec s'appuie sur des critères de qualité de l'eau de surface<sup>18</sup> basés sur les concentrations de coliformes fécaux ou, en milieu marin, sur la concentration d'entérocoques. En eau douce, les coliformes fécaux sont utilisés comme indicateur de la présence potentielle de microorganismes pathogènes, regroupant diverses bactéries ou divers virus susceptibles de causer des maladies. Les critères établis dépendent du degré de contact avec l'eau. Le critère de 200 coliformes fécaux/100 ml s'applique aux activités de contact direct et régulier, comme la baignade et la planche à voile ([Photo 37](#) Activités aquatiques de contact avec l'eau : A) contact direct (Elena Elisseeva/Shutterstock.com); B) contact indirect (Sylvain Jalbert, MDDELCC)[A](#)). Le critère de 1 000 coliformes fécaux/100 ml s'applique aux activités de contact indirect et moins fréquent, comme le canotage et la pêche sportive ([Photo 37](#) Activités aquatiques de contact avec l'eau : A) contact direct (Elena Elisseeva/Shutterstock.com); B) contact indirect (Sylvain Jalbert, MDDELCC)[B](#)). Ces valeurs de 200 et 1 000 coliformes fécaux/100 ml correspondent aux

unités formatrices de colonies (UFC) de coliformes fécaux/100 ml, terme plus technique utilisé dans les critères de qualité de l'eau<sup>18</sup>.



**Photo 37** Activités aquatiques de contact avec l'eau : A) contact direct (Elena Elisseeva/Shutterstock.com); B) contact indirect (Sylvain Jalbert, MDDELCC)

Sur la base des critères de qualité de l'eau de surface et d'un protocole particulier d'échantillonnage, le programme Environnement-Plage permet de classer la qualité de l'eau des sites où se pratique la baignade (Tableau 5 Classification des plages selon le programme Environnement-Plage<sup>20</sup>). Situées principalement sur des lacs, les plages suivies au Québec pour le contrôle de la salubrité montrent habituellement des concentrations en coliformes fécaux respectant le critère de qualité établi pour permettre la baignade, c'est-à-dire inférieures à 200 coliformes fécaux/100 ml. De 2007 à 2012, plus de 96 % des plages inscrites au programme Environnement-Plage ont affiché et maintenu durant la période estivale une eau de qualité bonne à excellente<sup>19</sup>. Peu de plages se sont vu assigner une cote D durant l'été, soit un dépassement du critère de qualité pour la protection des activités récréatives de contact direct. L'attribution d'une cote D entraîne l'interdiction d'accès à la plage à des fins de baignade, et ce, tant que la qualité de l'eau ne s'améliore pas. Ces constats ne sont cependant pas applicables à l'ensemble des plages du Québec. En effet, ce ne sont pas toutes les plages admissibles qui s'inscrivent à ce programme puisque la participation se fait sur une base volontaire.

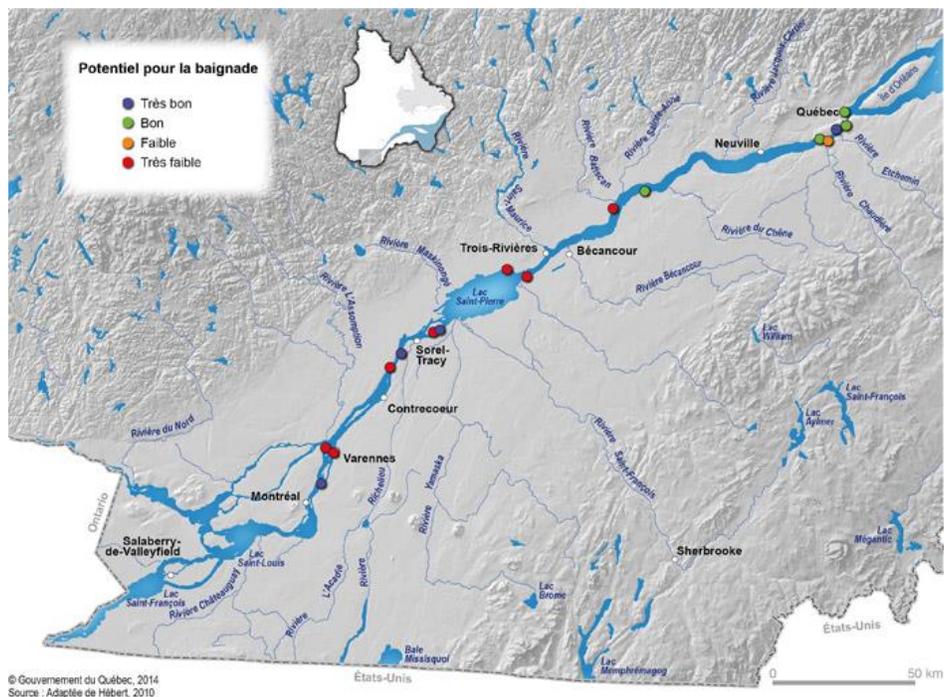
Les lieux de baignade autres que les plages inscrites au programme Environnement-Plage ne font pas l'objet de surveillance au Québec. Toutefois, un suivi de 16 sites potentiels de baignade dans le fleuve entre Montréal et Québec a été réalisé entre 2003 et 2009. Ce suivi a démontré que plusieurs enclaves présentaient une eau de qualité bactériologique bonne, voire excellente. En 2009, par exemple, 8 des 16 sites offraient un bon ou un très bon potentiel de baignade, c'est-à-dire que l'activité aurait pu y être pratiquée de façon sécuritaire plus de 70 % du temps (Carte 35 Potentiel pour la baignade de 16 sites situés en bordure du fleuve, entre Montréal et Québec, en 2009<sup>21</sup>). Aux plages de l'île Charon, du parc Maisouna à Tracy, de l'île des Barques et de l'anse au Foulon, la baignade y aurait été sécuritaire plus de 80 % du temps<sup>21</sup>. Cependant, la qualité bactériologique rendait la baignade non sécuritaire plus de 30 % du temps aux huit autres sites suivis en 2009, ce qui en faisait des sites à faible potentiel pour la baignade.

Les effluents municipaux non désinfectés des stations d'épuration de Montréal, de Longueuil et de Repentigny contribuent à réduire la qualité bactériologique de l'eau à différents endroits en aval de Montréal. En outre, les débordements des réseaux d'égout par temps de pluie nuisent aussi à la qualité de l'eau. La qualité bactériologique des sites potentiels de baignade dans le fleuve demeure ainsi dépendante de la fréquence et de l'intensité des précipitations et des

débordements des réseaux d'égout qui s'ensuivent. Le suivi des sites potentiels de baignade entre 2003 et 2009 a en effet permis de constater que la qualité bactériologique variait beaucoup d'une année à l'autre en fonction du régime des précipitations.

**Tableau 5** Classification des plages selon le programme Environnement-Plage<sup>20</sup>

Cote	Plages en eau douce (moyenne de coliformes fécaux/100 ml)	Plages en eau salée (moyenne des entérocoques/100 ml)
A : excellente	0 à 20	0 à 5
B : bonne	21 à 100	6 à 20
C : passable	101 à 200	21 à 35
D : polluée	200 et plus ou > 400 pour 10% des échantillons prélevés ou > 400 pour 2 échantillons si le nombre prélevés est inférieur à 10	36 et plus

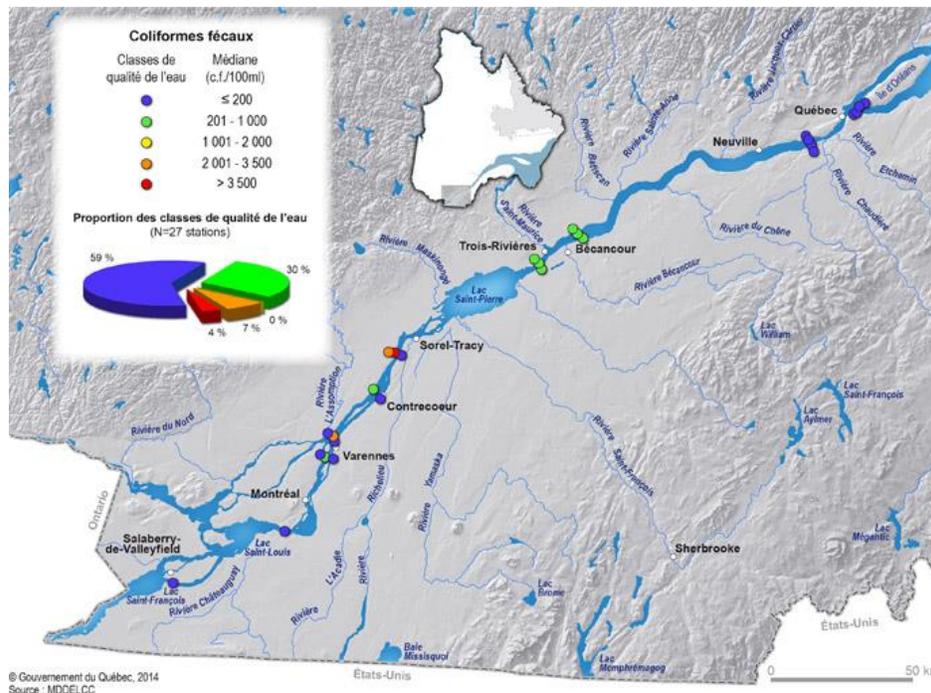


**Carte 35** Potentiel pour la baignade de 16 sites situés en bordure du fleuve, entre Montréal et Québec, en 2009<sup>21</sup>

La situation risque peu d'évoluer d'ici à ce que des travaux supplémentaires d'assainissement soient réalisés, notamment la mise en place d'équipements de désinfection aux stations d'épuration qui en sont dépourvues. D'ailleurs, le suivi des concentrations de coliformes fécaux effectué dans le fleuve entre 2009 et 2011 révélait encore la mauvaise qualité bactériologique de l'eau en aval de Montréal.

Le suivi des coliformes fécaux entre 2009 et 2011 a en effet permis d'évaluer la qualité bactériologique de l'eau à divers endroits dans le fleuve et dans les rivières du sud du Québec. Même si le protocole utilisé n'est pas celui du programme Environnement-Plage, les données obtenues ont permis de dégager un portrait général de la qualité bactériologique de l'eau. Globalement, la baignade aurait pu être pratiquée de façon sécuritaire au moins 50 % du temps à plus de la moitié des stations dans le fleuve et à plus des deux tiers des stations en rivières (Cartes 36 et Carte 37 Coliformes fécaux dans les rivières du sud du Québec entre 2009 et 2011<sup>3</sup>). En effet, les concentrations médianes en coliformes fécaux affichaient à ces stations des valeurs sous le critère de 200 coliformes fécaux/100 ml. Quant aux activités de contact indirect, comme le canotage ou la pêche à gué, elles auraient pu être pratiquées sans risque pour la santé au moins 50 % du temps à la très forte majorité des stations, soit à celles affichant une concentration médiane sous le critère de 1 000 coliformes fécaux/100 ml.

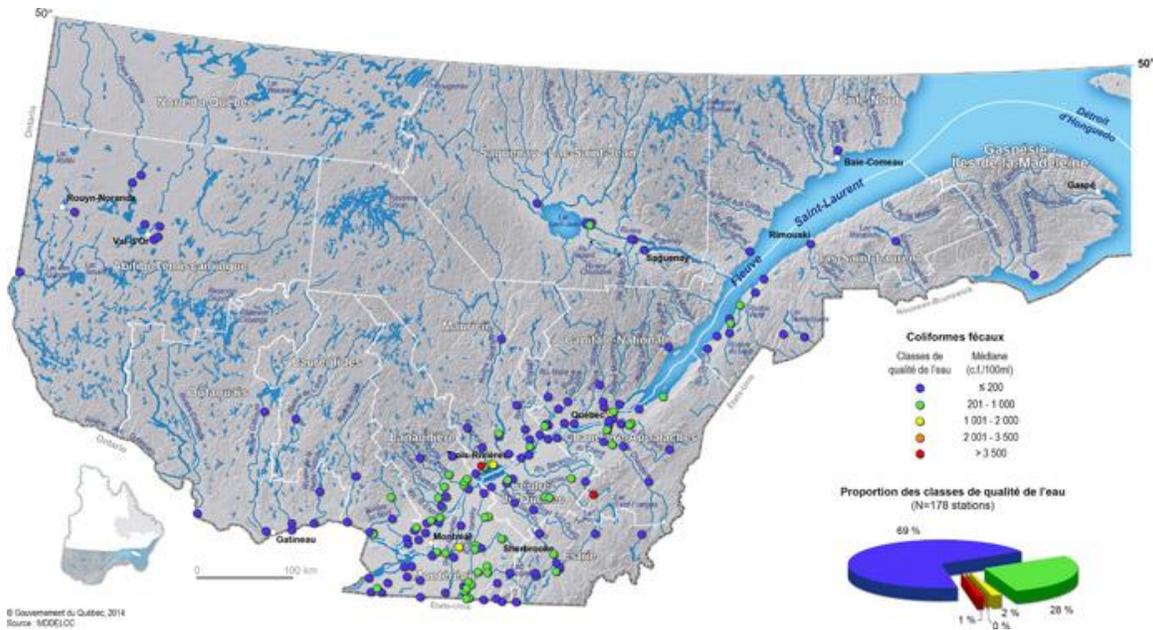
Les amateurs d'activités aquatiques, s'ils sont en contact avec une eau de mauvaise qualité bactériologique, s'exposent à des risques pour la santé, tels que des infections et des troubles gastro-intestinaux. Ils peuvent aussi contracter la dermatite du baigneur si des larves de cercaires sont présentes dans l'eau. Les cercaires sont des microorganismes parasites dont les oiseaux et les escargots aquatiques sont parfois porteurs<sup>22</sup>.



**Carte 36**  
Coliformes fécaux dans le fleuve Saint-Laurent entre 2009 et 2011<sup>3</sup>

Les dermatites provoquent généralement des rougeurs et des démangeaisons, sans autres séquelles. Les cas de dermatite du baigneur peuvent survenir même en présence d'une eau respectant les critères de qualité pour la protection des activités récréatives de contact direct.

Les problèmes de santé associés aux contaminants dans les eaux récréatives sont peu documentés, car les cas sont rarement signalés aux responsables de la santé publique. Au total,



**Carte 37** Coliformes fécaux dans les rivières du sud du Québec entre 2009 et 2011<sup>3</sup>

16 cas d'éclosion de maladies liées aux eaux récréatives en milieu naturel ont été recensés de 2005 à 2012 au Québec et auraient touché 133 personnes<sup>4</sup>. Pour trois de ces cas d'éclosion, le microorganisme infectieux en cause n'est pas connu et aurait affecté au moins neuf personnes. Pour 10 des 16 cas d'éclosion, les agents soupçonnés sont les cercaires et auraient touché au moins 111 personnes. Les algues bleu-vert, abordées plus loin, sont les agents soupçonnés dans les autres épisodes recensés.

Pour des raisons de risques pour la santé, la mauvaise qualité de l'eau oblige parfois la fermeture temporaire de plages. Une plage fermée peut limiter l'accès aux plans d'eau pour les loisirs, en particulier la baignade, une activité familiale toujours très populaire. Elle prive également la population d'un lieu privilégié de rencontres sociales<sup>23</sup>. De telles fermetures de plages pour cause d'insalubrité peuvent avoir des effets directs sur les revenus des exploitants, particulièrement lorsque la contamination survient lors de périodes de beau temps ou en période de fort achalandage. Dans le cas de fermetures prolongées, le potentiel récréatif ou touristique peut diminuer dans les secteurs affectés, en plus de provoquer une baisse de la clientèle et donc des retombées économiques connexes<sup>24</sup>.

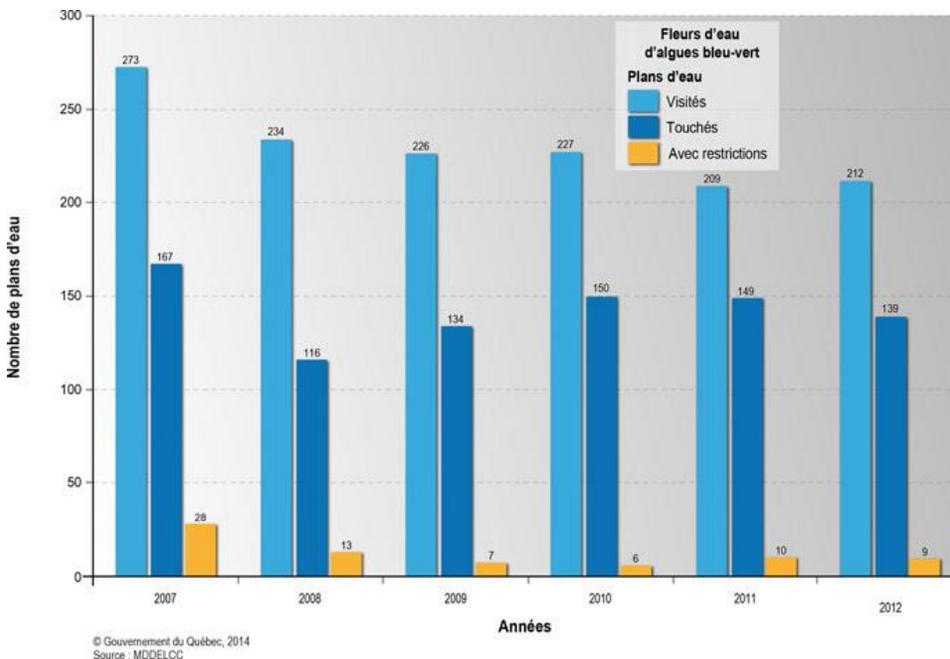
Dans un contexte de changements climatiques, une modification possible du régime des eaux pourrait réduire l'effet de dilution des contaminants à certains endroits. De plus, une augmentation de la fréquence d'événements de pluies intenses pourrait provoquer plus de ruissellement et influencer les débordements d'égouts<sup>15</sup>. Une diminution possible de la qualité bactériologique de l'eau liée à ces phénomènes pourrait donc avoir des conséquences sur les activités de contact avec l'eau, dans la mesure où de telles activités sont pratiquées dans les secteurs affectés.

## La présence de fleurs d'eau d'algues bleu-vert affecte les activités récréatives et la villégiature à certains endroits

Au cours des dernières années, des avis de restriction d'usages étaient émis par les directions de santé publique lorsque la présence de fleurs d'eau d'algues bleu-vert dans un plan d'eau pouvait causer un risque pour la santé (Photo 38). Ainsi, entre 2007 et 2012, même si plus d'une centaine de plans d'eau ont été touchés chaque année, peu d'avis de restriction d'usages ont été émis (Figure 21). Leur nombre était de 28 en 2007, mais variait entre 6 et 13 pour les années 2008 à 2012. En 2007, les restrictions d'usages étaient émises plus rapidement et à plus grande échelle que pour les années subséquentes où une évaluation plus précise du risque était réalisée avant l'émission des avis. En 2014, les avis de restriction ont été remplacés par des recommandations générales pour la protection de la santé publique. Ainsi, en présence d'algues bleu-vert, la population est invitée à consulter ces recommandations<sup>25</sup> et à prendre les précautions nécessaires avant, notamment, de pratiquer des activités aquatiques dans le plan d'eau.



**Photo 38** Plage publique touchée par des fleurs d'eau d'algues bleu-vert au lac Saint-Tropez dans la région de Lanaudière (MDDELCC)



**Figure 21** Plans d'eau visités, touchés et à usages restreints au Québec en lien avec la présence de fleurs d'eau d'algues bleu-vert entre 2007 et 2012<sup>3</sup>

Certaines algues bleu-vert sécrètent des toxines pouvant entraîner une irritation de la peau, du nez, de la gorge ou des yeux<sup>26</sup>. Une ingestion d'eau contaminée pourrait mener à des maux de ventre, des diarrhées, des vomissements ou des maux de tête<sup>27</sup>. Les toxines contenues ou libérées par certaines espèces d'algues bleu-vert peuvent même affecter le foie et le système nerveux. La population doit donc éviter la pratique d'activités récréatives de contact direct avec l'eau dans les secteurs où des fleurs d'eau ou de l'écume sont présentes<sup>28</sup>. Entre 2005 et 2012, les algues bleu-vert sont l'agent soupçonné dans 3 des 16 cas recensés d'éclosion de maladies liées aux eaux récréatives en milieu naturel au Québec<sup>4</sup>. Ces trois cas auraient touché au moins 13 personnes.

En plus des risques pour la santé, les fleurs d'eau réduisent l'attrait esthétique du plan d'eau et peuvent diminuer l'intérêt du site pour la pratique d'activités récréatives<sup>29</sup>, comme la baignade, le canotage ou la pêche. De plus, des habitations riveraines peuvent perdre de la valeur<sup>24</sup>, en particulier lorsque le phénomène est observé de façon répétitive. Le bien-être personnel et communautaire peut diminuer et des tensions sociales peuvent s'installer. Également, un sentiment de crainte risque d'apparaître<sup>30</sup>, sachant que des fleurs d'eau algues bleu-vert peuvent provoquer des effets sur la santé par contact ou par ingestion.

Les exploitants de plages publiques ont pour leur part la responsabilité d'assurer un suivi visuel de la qualité de l'eau aux sites de baignade et d'interdire l'accès aux secteurs touchés par des fleurs d'eau. La présence d'algues bleu-vert a des impacts négatifs pour les exploitants, comparables à ceux associés à une mauvaise qualité bactériologique de l'eau des plages : baisse d'achalandage, perte de revenus directe et indirecte, mauvaise réputation, etc. Plus l'événement perdure dans le temps et affecte une grande superficie de la plage, plus les pertes risquent d'être importantes.

Dans un contexte de changements climatiques, un réchauffement de l'eau liée à une hausse des températures et un apport supplémentaire de phosphore par ruissellement après de fortes pluies pourraient favoriser la prolifération de fleurs d'eau d'algues bleu-vert<sup>16</sup>. Si de telles proliférations surviennent dans des secteurs de villégiature ou près des plages, la pratique d'activités récréatives liées à l'eau pourrait alors être affectée.

### **La contamination de sites coquilliers compromet la cueillette commerciale et récréative**

En 2009, sur les 277 secteurs coquilliers évalués, 148 étaient fermés de façon permanente à la cueillette<sup>31</sup>. La plus forte proportion de secteurs fermés se trouvait dans les secteurs coquilliers de la Gaspésie et du Bas-Saint-Laurent, puisque 79 % d'entre eux ne répondaient pas aux exigences de qualité permettant la récolte de mollusques. Ces exigences sont sévères<sup>31</sup> : au cours des 15 dernières tournées d'échantillonnage, la valeur médiane à chaque station ne doit pas dépasser 14 coliformes fécaux/100 ml d'eau et les valeurs de plus de 43 coliformes fécaux/100 ml ne doivent pas constituer plus de 10 % des valeurs obtenues à chaque station. Les coliformes fécaux dans l'eau peuvent en effet constituer un risque pour la santé des gens qui consomment les mollusques ayant absorbé et concentré ce contaminant dans leur chair. De plus, les coliformes fécaux indiquent souvent la présence dans l'eau de virus et d'autres organismes pathogènes. Une

mauvaise qualité bactériologique de l'eau force donc la fermeture de secteurs coquilliers en raison des risques pour la santé.

Dans la région de la Côte-Nord, 47 % des sites coquilliers étaient fermés pour les mêmes raisons<sup>31</sup>. En revanche, la région des Îles-de-la-Madeleine affichait une qualité bactériologique de l'eau nettement supérieure. Seulement 23 % des secteurs coquilliers y étaient fermés<sup>31</sup> (Photo 39).



**Photo 39** Secteur coquillier de la Baie de Ha ! Ha !  
(Jean-François Pilon, Agence canadienne  
d'inspection des aliments)

D'autres microorganismes, comme l'algue *Alexandrium tamarens* responsable des marées rouges, peuvent être une source de danger pour la santé et conduire à une interdiction de récolte. L'algue *Alexandrium tamarens* produit des toxines pouvant persister de plusieurs semaines à plusieurs mois dans les organes internes des mollusques contaminés<sup>32</sup>. Lors de la marée rouge de 2008, par exemple, plusieurs secteurs coquilliers ont dû être fermés, principalement à l'embouchure du fjord du Saguenay et sur la rive sud de l'estuaire, entre Rivière-du-Loup et Rimouski<sup>33</sup>.

La fermeture de secteurs coquilliers limite la cueillette commerciale et récréative de mollusques. La cueillette commerciale de mollusques, comme la mye commune, la mactre de l'Atlantique, le buccin, la moule bleue et le couteau de l'Atlantique, est une activité importante. Environ 550 permis ont été délivrés en 2011 pour cette activité<sup>34</sup> qui a généré des valeurs aux débarquements dans les régions côtières de l'ordre de 4,5 millions de dollars<sup>35</sup>.

La cueillette récréative est aussi très populaire au Québec. Aux Îles-de-la-Madeleine, le savoir-faire traditionnel lié aux techniques de récolte, aux meilleurs sites de cueillette et à la manière de préparer et d'apprêter les mollusques se perpétue depuis des siècles<sup>36</sup>. Les habitants, mais aussi les visiteurs, apprécient cette activité qui figure au nombre des attraits touristiques de la région.

## En savoir plus

Atlas interactif de la qualité des eaux de surface et des écosystèmes aquatiques :

[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/Atlas\\_interactif/donnees\\_recentes/donnees\\_cf.asp#onglets](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/Atlas_interactif/donnees_recentes/donnees_cf.asp#onglets)

Critères de qualité de l'eau de surface :

[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/criteres\\_eau/index.asp](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.asp)

Eau potable : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/potable/index.htm>

Eaux récréatives :

[http://www.msss.gouv.qc.ca/sujets/santepub/environnement/index.php?eaux\\_recreatives](http://www.msss.gouv.qc.ca/sujets/santepub/environnement/index.php?eaux_recreatives)

Guide de conception des installations de production d'eau potable :

<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/potable/guide/documents/volume1.pdf>

Le Programme canadien de contrôle de la salubrité des mollusques :

[http://www.mollusca.gc.ca/pccsm\\_f.asp](http://www.mollusca.gc.ca/pccsm_f.asp)

Mon climat, ma santé : <http://www.monclimatmasante.qc.ca/>

Programme Environnement-Plage : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/programmes/env-plage/>

Recommandations pour la qualité des eaux au Canada :

[http://www.ccme.ca/assets/pdf/rqec\\_pn\\_1041.pdf](http://www.ccme.ca/assets/pdf/rqec_pn_1041.pdf)

Règlement sur la qualité de l'eau potable :

[http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=//Q\\_2/Q2R40.htm](http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=//Q_2/Q2R40.htm)

Suivi de la qualité de l'eau des rivières – Réseau-rivières :

[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco\\_aqua/suivi\\_mil-aqua/qual\\_eau-rivieres.htm](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/suivi_mil-aqua/qual_eau-rivieres.htm)

## Que fait-on pour y remédier?

- Acquérir de nouvelles connaissances sur l'eau souterraine
- Suivre la qualité de l'eau des écosystèmes aquatiques
- Prévenir la pollution de l'eau
- Maintenir ou améliorer la qualité de l'eau potable
- Assurer des activités aquatiques sécuritaires
- Informer et sensibiliser la population
- En savoir plus
- Références

La qualité de l'eau des lacs, des rivières, du fleuve Saint-Laurent et des nappes d'eau souterraine est généralement bonne au Québec. Toutefois, l'eau ne respecte pas toujours les critères permettant de l'utiliser, en particulier, comme source d'approvisionnement. L'ingestion d'une eau contaminée peut causer des problèmes de santé, comme le fait d'être en contact avec une eau de mauvaise qualité lors de la pratique d'activités aquatiques telles que la baignade.

À l'instar de plusieurs États, le Québec a convenu de gérer l'eau et les écosystèmes aquatiques de façon intégrée. Pour ce faire, différentes mesures sont mises en place au Québec afin de protéger la qualité de l'eau des lacs et des cours d'eau et celle des nappes d'eau souterraine, en plus de garantir à la population de l'eau de qualité, sans risque pour la santé. Des efforts sont d'ailleurs déployés pour acquérir de nouvelles connaissances, suivre la qualité de l'eau, prévenir la pollution de l'eau, maintenir ou améliorer la qualité de l'eau potable, assurer des activités aquatiques sécuritaires et informer et sensibiliser la population.

## Acquérir de nouvelles connaissances sur l'eau souterraine

L'eau souterraine approvisionne en eau potable plus de 20 % de la population québécoise répartie sur environ 90 % du territoire habité<sup>1</sup>. Malgré l'importance de l'eau souterraine comme source d'eau potable, la connaissance de cette ressource était, jusqu'en 2013, assez limitée. Seules quelques cartographies hydrogéologiques avaient été réalisées.

Afin de mieux connaître cette ressource, le gouvernement du Québec a lancé en 2008 le Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines. Les efforts de caractérisation, réalisés par des établissements universitaires membres du Groupe de recherche interuniversitaire sur les eaux souterraines, visent notamment à localiser et à décrire, tant d'un point de vue quantitatif que qualitatif, les aquifères régionaux de la portion municipalisée du Québec. Au cours de l'année 2013, sept projets ont été complétés dans les régions du sud-ouest de la Mauricie, de Bécancour, du Saguenay–Lac-Saint-Jean, de l'Abitibi-Témiscamingue, de la Montérégie-Est, de l'Outaouais et de la Communauté urbaine de Québec. Grâce aux projets réalisés antérieurement, à ceux achevés en 2013 et à ceux en cours en 2014, près de 80 % du Québec méridional municipalisé sera couvert d'ici 2015 par ces portraits régionaux de l'eau souterraine. Sur la base d'une meilleure compréhension de la disponibilité, de la qualité, de la vulnérabilité et de l'utilisation de la ressource, il sera plus facile de la protéger et d'en assurer la pérennité.

## Suivre la qualité de l'eau des écosystèmes aquatiques

Les activités de suivi de la qualité de l'eau se concentrent généralement aux endroits les plus à risque de contamination. Elles peuvent prendre la forme d'études ponctuelles visant à évaluer la qualité de l'eau à un site ou à un moment précis. D'autres activités prennent la forme de réseaux de suivis à l'intérieur desquels des stations sont échantillonnées de façon régulière. Ces réseaux de suivi, dont il sera surtout question ici, permettent de déterminer et de suivre dans le temps la concentration dans l'eau de différentes substances pouvant avoir un impact sur l'état général de la ressource et, en particulier, sur la vie aquatique des écosystèmes. Dans certains suivis, les données permettent également d'évaluer la qualité de l'eau pour différents usages, tels que la baignade, le canot, la pêche ou le nautisme.

### Les lacs

Afin de déterminer l'étendue du problème des précipitations acides sur le Québec, un total de 1 239 lacs a été échantillonné entre 1986 et 1990 pour y mesurer divers paramètres physicochimiques reliés à l'acidification, tels que le pH, les sulfates ou l'alcalinité. Le Réseau spatial de surveillance de l'acidité des lacs du gouvernement du Québec, qui a cessé ses activités en 1990, a permis de constituer un volume important de données sur l'état d'acidité d'un grand nombre de lacs sur le territoire. En 2010, le gouvernement fédéral, dans le cadre du Programme de réglementation de la qualité de l'air, a revisité 101 des 1 239 lacs en 2010 pour évaluer l'effet des mesures de réduction des émissions polluantes acides<sup>2</sup>.

Un suivi a par ailleurs été relancé en 2002 par le gouvernement du Québec pour évaluer l'état trophique des lacs. Depuis 2004, ce suivi est effectué principalement par l'intermédiaire du Réseau de surveillance volontaire des lacs qui comptait 707 lacs en 2013<sup>3</sup>. Des données sur la transparence de l'eau, le phosphore total, le carbone organique dissous et la chlorophylle a sont récoltées et analysées dans le cadre de ce réseau de surveillance (Photo 40). Les données permettent d'obtenir une évaluation générale de l'état trophique d'un grand nombre de lacs habités au Québec, et ce, grâce à la forte participation des riverains et des partenaires locaux et régionaux.



**Photo 40** Mesure de la transparence de l'eau à l'aide d'un disque de Secchi au lac Guindon dans la région des Laurentides (Agence des bassins versants de Sainte-Anne-des-Lacs)

De plus, le gouvernement du Québec applique depuis 2004 un plan de gestion des épisodes de fleurs d'eau d'algues bleu-vert qui repose sur les signalements de la population. Lorsqu'une personne soupçonne la présence d'une fleur d'eau d'algues bleu-vert, elle le signale et, selon la situation, des représentants du gouvernement du Québec se rendent sur place pour prélever des échantillons, les faire analyser et confirmer ensuite si le plan d'eau est touché par une fleur d'eau d'algues bleu-vert. Un bilan de la gestion de ces épisodes est produit chaque année depuis 2008 et donne un aperçu de la problématique des fleurs d'eau d'algues bleu-vert au Québec. Ces bilans font état de la situation au moment de la prise d'échantillons et ne permettent pas de renseigner sur la durée ni l'étendue des épisodes de fleurs d'eau. Ils servent toutefois à donner un signal pour inciter la population à adopter de bonnes pratiques et des mesures de prévention à l'intérieur de leur bassin versant.

### Les rivières

Principalement par l'entremise du Réseau-rivières, le gouvernement du Québec effectue depuis 1967 un suivi de la qualité de l'eau des principales rivières situées dans la partie méridionale du Québec, là où les activités humaines sont importantes (Photo 41). Le réseau comptait en 2013 un total de 260 stations d'échantillonnage réparties dans une centaine de bassins versants<sup>3</sup>. Les données du réseau fournissent un portrait de la qualité de l'eau des rivières sur la base des concentrations de divers paramètres tels que le phosphore total, les coliformes fécaux, les



**Photo 41** Échantillonnage de l'eau de la rivière Sainte-Anne à Beauré dans la région de la Capitale-Nationale (Stéphanie Locas, MDDELCC)

matières en suspension, l'azote ammoniacal, les nitrites/nitrates et la chlorophylle a. Une vingtaine de métaux sont aussi suivis depuis 2004 et des données sont disponibles pour une soixantaine de rivières<sup>3</sup>. Parmi les différentes stations, neuf sont permanentes et échantillonnées chaque année depuis 2010.

En outre, divers contaminants utilisés depuis longtemps, mais détectés depuis peu dans l'environnement grâce aux nouvelles méthodes d'analyse en laboratoire, font l'objet d'études particulières par le gouvernement du Québec depuis 2000 dans le cadre du Suivi des substances toxiques. Des données sur ces contaminants, dits émergents, ont été amassées à 35 sites d'échantillonnage situés dans 18 cours d'eau du sud du Québec<sup>3</sup>.

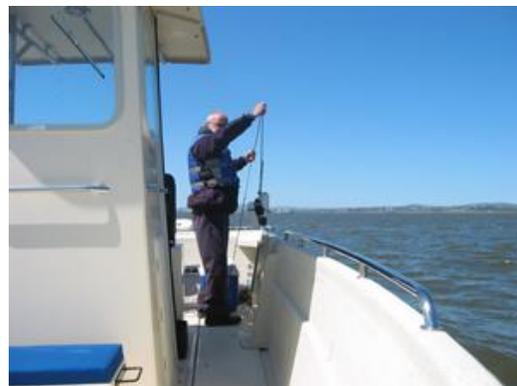
Des données sont aussi recueillies sur la présence de pesticides dans des cours d'eau situés en milieu agricole : plus d'une soixantaine de cours d'eau ont ainsi été échantillonnés depuis 1992<sup>3</sup>. Toutefois, le réseau de base actuel du Suivi des pesticides à long terme compte dix stations d'échantillonnage réparties dans dix cours d'eau. Sur ces dix stations du réseau de base, quatre sont situées dans des zones de culture de maïs et de soya et sont suivies depuis 1992. Les six autres sont localisées près de cultures maraîchères, de cultures de pommes de terre et dans des zones de vergers et sont suivies depuis 2012. La couverture spatiale du réseau de base s'élargit depuis 2012 par l'ajout d'échantillonnages effectués en rotation dans des stations du Réseau-rivières situées en milieu agricole. D'ici 2017, la présence de pesticides dans une trentaine de nouveaux cours d'eau sera ainsi documentée<sup>3</sup>.

### Le Saint-Laurent

Dans le cadre du Plan d'action Saint-Laurent 2011-2026 et du Programme de suivi de l'état du Saint-Laurent qui en découle, les gouvernements du Québec et du Canada travaillent de concert sur le suivi de l'état du Saint-Laurent. Ils recueillent et mettent en commun leurs données et leurs connaissances pour rendre compte de l'état du Saint-Laurent et de son évolution, à partir de divers indicateurs.

Le gouvernement du Québec effectue un suivi de la qualité de l'eau dans le tronçon fluvial du Saint-Laurent depuis 1990. L'objectif de ce suivi est de caractériser la qualité de l'eau du fleuve à l'aide de paramètres physicochimiques et bactériologiques et de suivre l'évolution de cette qualité dans le temps. En 2013, le Réseau de suivi de la qualité de l'eau du fleuve Saint-Laurent comprenait 27 stations d'échantillonnage réparties entre le lac Saint-François et l'île d'Orléans<sup>3</sup> (Photo 42).

Le suivi d'une vingtaine de métaux a aussi été effectué dans le fleuve Saint-Laurent entre 2009 et 2013. Des données ont été récoltées à 15 stations d'échantillonnage situées entre Montréal et Québec<sup>3</sup>. Des suivis de divers contaminants



**Photo 42** Échantillonnage de l'eau du fleuve Saint-Laurent (Francine Rochette)

émergents sont également menés dans le fleuve depuis 2000. Des données sont amassées à six sites d'échantillonnages situés entre Montréal et Québec<sup>3</sup>.

Par l'entremise de son programme Monitoring et surveillance de la qualité de l'eau, le gouvernement fédéral évalue l'état de la contamination de l'eau à dix stations d'échantillonnage, dont l'une est suivie depuis 1995 dans le fleuve, à la hauteur de Québec<sup>4</sup>. Les neuf autres stations du programme sont situées dans les principales masses d'eau du Saint-Laurent ou à l'embouchure de certains de ses tributaires et elles sont suivies depuis le milieu des années 2000. La concentration d'une grande diversité de substances est mesurée : paramètres conventionnels, métaux, pesticides, contaminants émergents, etc. La qualité des sédiments dans les trois lacs fluviaux est également suivie tous les dix ans par ce programme, et ce, depuis la fin des années 1970<sup>4</sup>.

Par son programme Surveillance de la qualité des eaux marines, le gouvernement du Canada évalue notamment les concentrations de coliformes fécaux dans les secteurs de cueillette et d'élevage de mollusques bivalves. Le nombre de secteurs évalué est passé de 10 en 1987 à 283 en 2013<sup>4</sup>. Le Programme de monitoring de la zone Atlantique, implanté par le fédéral en 1998, récolte pour sa part un ensemble de données sur la qualité de l'eau dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent, telles que la température, la salinité, l'oxygène dissous et les sels nutritifs.

## **Prévenir la pollution de l'eau**

L'interdiction générale d'émettre des contaminants dans l'environnement est la pierre d'assise au Québec de la Loi sur la qualité de l'environnement. Cette loi et ses règlements afférents, de même que la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables, concourent à prévenir la pollution de l'eau et des milieux aquatiques. Par ailleurs, avec la Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à renforcer leur protection, adoptée en 2009, le gouvernement du Québec dispose de plus de pouvoirs et peut exiger que des actions en réparation soient entreprises par quiconque altère les propriétés physiques, chimiques ou biologiques de l'eau, ses fonctions écologiques ou sa quantité.

Au fil des années, les efforts entrepris au Québec pour prévenir la pollution de l'eau ont mené à plusieurs travaux d'assainissement des eaux usées municipales et industrielles et à un contrôle accru des eaux usées de bâtiments ou d'habitations non raccordés à un réseau d'égout autorisé. Alors que ces travaux étaient en cours, le contrôle des eaux usées industrielles et de la pollution d'origine agricole ont pris de plus en plus d'importance.

## **Assainir les eaux usées municipales provenant des réseaux d'égout**

Avant l'adoption de la Loi sur la qualité de l'environnement, très peu de municipalités au Québec étaient dotées de systèmes de traitement des eaux usées rejetées par leurs réseaux d'égout. Face à la détérioration accélérée de la qualité de plusieurs cours d'eau, le gouvernement du Québec a lancé, en 1978, le Programme d'assainissement des eaux du Québec. En 2012, un total de 806 stations d'épuration des eaux, construites dans une large part avec l'aide financière du

programme, interceptent et traitent les eaux usées municipales avant leur rejet dans un cours d'eau<sup>5</sup> (Photo 43).



**Photo 43** Station d'épuration des eaux de la Ville de Sorel-Tracy (Ville de Sorel Tracy)

Ainsi, les eaux usées d'environ 99 % de la population desservie par un réseau d'égout sont dirigées vers une station d'épuration<sup>6</sup>. Sur le territoire, environ 66 réseaux d'égout domestiques dans 65 petites municipalités rejettent leurs eaux usées dans l'environnement, sans traitement, et 25 autres réseaux sont munis uniquement d'un dégrilleur. Ces municipalités devront se doter d'une station d'épuration d'ici la fin de l'année 2020<sup>6</sup>.

Afin de contrôler la qualité des effluents rejetés en milieu aquatique, chaque station d'épuration fait l'objet d'un suivi périodique et d'un contrôle de la qualité. Le gouvernement du Québec a adopté, depuis les années 1980, une approche basée sur les objectifs environnementaux de rejet. Ces objectifs permettent d'évaluer l'acceptabilité environnementale de rejets existants ou de rejets prévus et de justifier, si nécessaire, des interventions supplémentaires ou des modifications de projets afin d'améliorer la qualité des rejets. Ils sont calculés, pour chaque source de contamination, en fonction des critères de qualité de l'eau de surface, des caractéristiques du milieu récepteur et des usages du milieu. L'approche des objectifs environnementaux de rejet tient compte ainsi de l'emplacement des rejets et des vulnérabilités du milieu, contrairement à l'approche technologique. Cette dernière prévoit des normes habituellement basées sur la performance des technologies d'assainissement usuelles. En utilisant les deux approches en parallèle, le milieu aquatique bénéficie d'une meilleure protection.

Par ailleurs, le Conseil canadien des ministres de l'environnement a adopté, en 2009, la Stratégie pancanadienne pour la gestion des effluents d'eaux usées municipales. Cette stratégie, qui exige aussi l'établissement d'objectifs environnementaux de rejet à chaque site de rejets, définit des normes minimales de performance que doivent respecter les stations d'épuration municipales canadiennes. La stratégie pancanadienne vise aussi le contrôle des débordements d'eaux usées non traitées et la production de plans à long terme pour la réduction des débordements par rapport aux fréquences actuelles.

Bien qu'il n'ait pas entériné la stratégie pancanadienne, le Québec adhère à ses objectifs. Ainsi, depuis 2009, tous les nouveaux projets de traitement des eaux usées d'origine domestique au Québec et tous les projets de modernisation ou d'augmentation de la capacité des stations d'épuration existantes sont conçus de manière à respecter ces normes minimales de performance<sup>7</sup>. Par ailleurs, depuis le 1<sup>er</sup> avril 2014, tout projet d'extension de réseau d'égout susceptible de faire augmenter la fréquence des débordements d'égout doit prévoir l'application de mesures compensatoires permettant d'éviter cette augmentation de la fréquence<sup>8</sup>.

Le gouvernement du Québec a aussi adopté le Règlement sur les ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées. En vigueur depuis janvier 2014, ce règlement poursuit des objectifs similaires à ceux de la stratégie pancanadienne. Le Québec maintient ainsi les efforts d'assainissement des eaux usées municipales entrepris depuis 1978 afin de redonner à la population québécoise des cours d'eau en santé. Le Règlement sur les ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées ouvre la voie à la réalisation d'importants travaux de modernisation des installations d'épuration des eaux usées sur l'ensemble du territoire québécois. Il définit, entre autres, le contenu des attestations d'assainissement qui seront délivrées aux municipalités pour chacun de leurs ouvrages d'assainissement des eaux usées.

De plus, le Plan d'intervention sur les algues bleu-vert 2007-2017 énonce une série d'actions que différents ministères du gouvernement du Québec s'engagent à prendre afin, notamment, de limiter les apports de phosphore aux plans d'eau. En lien avec ce plan d'intervention, le gouvernement du Québec a adopté, en juillet 2009, une position sur la réduction du phosphore dans les rejets d'eaux usées d'origine domestique qui tient compte des particularités des différents milieux récepteurs sensibles aux rejets en phosphore. L'objectif de cette position est de définir une action structurée afin de favoriser la mise en place de technologies de déphosphatation appropriées aux endroits où elles sont requises.

### **Assainir les eaux usées domestiques de bâtiments non raccordés à un réseau d'égout**

Un bâtiment peut ne pas être raccordé à un réseau d'égout autorisé en vertu de l'article 32 de la Loi sur la qualité de l'environnement. Le propriétaire du bâtiment sera alors responsable de construire, d'utiliser et d'entretenir un ouvrage individuel d'assainissement des eaux usées domestiques situé à l'intérieur des limites de son lot<sup>9</sup> (Figure 22). S'il rejette des eaux usées d'origine domestique et que le volume des eaux rejetées est inférieur à 3 240 litres par jour, le bâtiment sera considéré comme une résidence isolée et soumis au Règlement sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées. Ce règlement interdit le rejet dans l'environnement d'eaux de cabinets d'aisance, d'eaux usées ou d'eaux ménagères sans que ces



eaux aient reçu un traitement approprié et prescrit les normes acceptables encadrant ces rejets. Il vise les habitations unifamiliales ou multifamiliales de six chambres à coucher ou moins et d'autres bâtiments dont les caractéristiques des eaux usées et les quantités rejetées sont comparables.

**Figure 22** Bâtiments ou habitations non raccordés à un réseau d'égout autorisé

Édicté en 1981, le Règlement sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées est révisé régulièrement afin de répondre aux problématiques particulières à ce secteur. Le gouvernement du Québec a d'ailleurs publié un projet de modification de ce règlement le 12 février 2014 afin, entre autres, de réduire le fardeau de la preuve de contamination que les municipalités doivent établir pour exiger le remplacement de certaines installations construites avant le 12 août 1981<sup>10</sup>.

Le Règlement sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées ne s'applique toutefois pas aux bâtiments non raccordés à un réseau d'égout autorisé qui rejettent plus de 3 240 litres d'eaux usées domestiques par jour ni aux bâtiments non raccordés qui rejettent des eaux usées d'origine non domestique. Le dispositif de traitement de ces types de bâtiments doit faire l'objet d'un certificat d'autorisation délivré en vertu de l'article 32 de la Loi sur la qualité de l'environnement.

### **Gérer les eaux de ruissellement en milieu municipalisé**

Le gouvernement du Québec a émis en 2012 de nouvelles exigences relatives à la gestion des eaux pluviales applicables lors de l'autorisation des projets. En effet, le développement du territoire municipal contribue à accroître les surfaces imperméables qui augmentent le volume des eaux de ruissellement, source de nombreux impacts dans les cours d'eau. Les orientations privilégiées par le gouvernement du Québec encouragent la mise en œuvre de pratiques de gestion optimales des eaux de ruissellement afin de limiter l'érosion des rives ainsi que la contamination des cours d'eau par les matières en suspension et le phosphore. L'objectif ultime de ces exigences est de maintenir les conditions d'écoulement à un niveau similaire à ce qui existait avant la réalisation d'un projet.

Par ailleurs, depuis l'entrée en vigueur, en 2006, du Règlement sur l'enfouissement et l'incinération des matières résiduelles, l'élimination des matières résiduelles par enfouissement, sauf pour de rares exceptions en territoire éloigné, doit se faire au Québec dans des lieux étanches comportant un système de drainage des eaux de lixiviation. Les eaux de lixiviation sont les liquides produits par le passage des eaux de pluie à travers la masse de matériaux enfouis. En 2011, 87 % des matières résiduelles du Québec, excluant les boues municipales, ont été éliminées dans des lieux d'enfouissement technique<sup>11</sup>. À ces endroits, les eaux de lixiviation sont captées et traitées avant leur rejet dans l'environnement, assurant ainsi la protection des écosystèmes aquatiques et des nappes d'eau souterraine. Le 13 % de matières résiduelles restantes est soit incinéré, soit enfoui dans des lieux d'enfouissement de débris de construction et de démolition soumis également à diverses exigences du Règlement sur l'enfouissement et l'incinération des matières résiduelles. La majorité des boues municipales sont quant à elles incinérées.

### **Assainir les eaux usées industrielles**

Depuis le début des années 1970, et en parallèle à l'assainissement urbain, diverses mesures ont été mises en place pour assainir les eaux usées des industries et réduire leur impact sur l'environnement, dont les écosystèmes aquatiques. En 1978, le Programme d'assainissement des eaux du Québec a permis une évolution importante en matière d'assainissement industriel dans

les secteurs non réglementés. Ce programme visait les établissements industriels situés à l'extérieur de la Communauté urbaine de Montréal (CUM) générant des rejets problématiques d'eaux usées et n'appartenant ni aux deux secteurs réglementés (pâtes et papiers et raffinage du pétrole) ni au secteur minier. Dix ans plus tard, un programme conjoint fédéral-provincial, le Plan d'action Saint-Laurent, permettait de poursuivre les objectifs du programme d'assainissement auprès de certains établissements industriels majeurs en s'intéressant particulièrement aux substances toxiques persistantes présentes dans les effluents. Le programme a continué ensuite sous le nom de Saint-Laurent Vision 2000. En 2014, l'assainissement des eaux usées industrielles se poursuit toujours par l'entremise de lois, de règlements, de lignes directrices et de programmes gouvernementaux.

La Loi sur la qualité de l'environnement, adoptée en 1972, oblige l'exploitant d'un établissement industriel à obtenir un certificat d'autorisation avant d'installer, de modifier ou d'augmenter ses activités et à obtenir une autorisation avant d'installer des équipements de traitement d'eaux usées. Les établissements industriels qui déversent la totalité ou une partie de leurs eaux usées dans un réseau d'égout municipal, pour un traitement avec le reste des eaux usées domestiques, sont aussi visés par ces obligations. Quant aux établissements industriels hors réseau, ils possèdent leur propre système de traitement et rejettent leurs eaux usées traitées dans l'environnement.

Les eaux usées de deux secteurs industriels majeurs sont pour leur part régies par des règlements adoptés à la fin des années 1970 en vertu de la Loi sur la qualité de l'environnement : le Règlement sur les fabriques de pâtes et papiers et le Règlement sur les effluents liquides des raffineries de pétrole. Une directive sur l'industrie minière, appelée Directive 019, a également été adoptée en 1989. Ces deux règlements et cette directive édictent des normes ou énoncent des exigences liées, entre autres, à la qualité des effluents, à l'aménagement des aires d'entreposage, à la qualité des émissions atmosphériques et à la gestion des matières résiduelles afin de prévenir la dégradation de l'environnement. Dans le secteur des mines, la Loi sur les mines oblige pour sa part la restauration des sites miniers après exploitation. Des garanties financières doivent être déposées par les responsables à cet effet. Certains sites ont cependant été abandonnés par le passé et sont sans propriétaires connus ou solvables. Un programme de restauration de ces sites, sous la responsabilité du ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, est en cours et permettra d'ici 2027 la restauration des 698 sites miniers abandonnés sur le territoire québécois.

Le Programme de réduction des rejets industriels, lancé en 1988 par le gouvernement du Québec, vise pour sa part à accélérer la réduction des rejets industriels dans l'eau de surface et dans l'eau souterraine, dans l'air et sur les sols et à minimiser leurs impacts sur ces milieux. Ce programme cible les usines les plus à risque parmi les établissements de la grande industrie. Au début de 2014, deux secteurs industriels, représentant quelque 120 établissements, ont été assujettis au programme : celui des pâtes et papiers et celui de l'industrie minérale et de la première transformation des métaux. L'exploitant industriel visé par le programme doit, en vertu de la Loi sur la qualité de l'environnement, obtenir une attestation d'assainissement, soit un permis d'exploitation renouvelable qui fixe les conditions que l'usine doit respecter en ce qui a trait aux

normes de rejet, aux exigences de suivi de ces rejets ou aux obligations d'études et de travaux. Le caractère renouvelable de l'attestation permet de resserrer progressivement, au besoin, les exigences selon l'évolution des connaissances et des technologies et d'imposer des normes de rejet compatibles avec la sensibilité du milieu récepteur. Aussi, l'établissement industriel titulaire d'une attestation d'assainissement délivrée en application du Règlement sur les attestations d'assainissement en milieu industriel est soumis au principe du pollueur-payeur. Une tarification en fonction des rejets de contaminants est imposée.

Depuis quelques années, des lignes directrices ont été élaborées pour des secteurs industriels non visés par une réglementation précise, tel le secteur de l'agroalimentaire, et sont utilisées pour formuler des exigences en matière de rejets dans l'environnement au moment de la délivrance ou de la modification d'un certificat d'autorisation. Toutefois, à ce jour, aucun bilan ne permet de quantifier et de comparer les effluents des industries de ces secteurs.

#### **Une approche de protection du milieu aquatique**

Comme dans le secteur municipal, l'évaluation des projets du secteur industriel fait notamment appel à une approche basée sur les objectifs environnementaux de rejet. Cette approche de protection du milieu aquatique est utilisée en parallèle avec l'approche technologique. Employées en complémentarité, ces deux approches permettent de déterminer des normes ou des exigences de rejet qui assurent la protection des usages du milieu aquatique tout en tenant compte des technologies disponibles et économiquement réalisables pour les établissements industriels.

Par ailleurs, certains règlements permettent de protéger spécifiquement l'eau souterraine des contaminants émis par certaines activités industrielles : le Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains contaminés et la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés encadrent les secteurs industriels dans l'optique de prévenir la contamination des nappes découlant de leurs activités. La politique comprend également un volet de réhabilitation de sites dégradés susceptibles d'avoir un impact sur l'environnement, y compris sur les eaux souterraines. Les sols contaminés par un entreposage inadéquat de matières premières, tels des pesticides, des solvants et des produits pétroliers, sont notamment ciblés par cette mesure. Aussi, le Règlement sur l'enfouissement et l'incinération des matières résiduelles s'applique à certains établissements industriels au même titre qu'aux municipalités. À cet effet, l'élimination des matières résiduelles par enfouissement doit se faire dans des lieux étanches et comportant un système de drainage des eaux de lixiviation.

Pour sa part, le Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection, en vigueur depuis 2014, énonce diverses mesures visant à protéger les eaux souterraines dans le contexte de l'exploration et de l'exploitation gazière et pétrolière au Québec. Ces mesures ont pour objectif de minimiser les risques de contamination des sources d'eau potable lors des forages de recherche ou d'exploitation du pétrole et du gaz naturel. Elles introduisent des normes pour notamment encadrer la réalisation des sondages stratigraphiques, des travaux de forage et des opérations de fracturation ainsi que le suivi de la qualité des eaux souterraines pendant ces activités. Avec ce

nouveau règlement, certaines interdictions seront par ailleurs applicables à proximité des sites de prélèvement d'eau destinée à la consommation humaine ou à la transformation alimentaire.

### **Favoriser de bonnes pratiques agricoles**

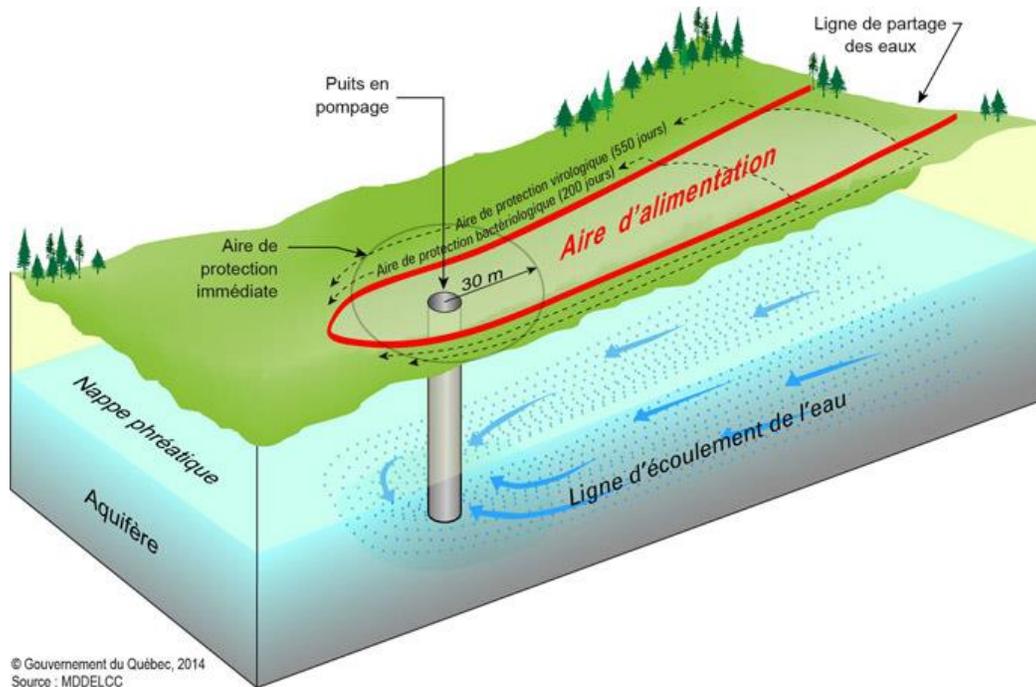
Au Québec, le Règlement sur les exploitations agricoles vise à réduire les risques de pollution de l'eau et du sol associés aux activités agricoles. Ce règlement édicte entre autres des normes concernant l'aménagement des installations d'élevage et des installations de stockage des déjections animales ainsi que des normes relatives à l'épandage et au traitement de ces matières fertilisantes. En vertu de ce règlement, et selon leur production annuelle de phosphore ou leur superficie en culture, certains exploitants doivent produire un bilan de phosphore, ou encore un plan agroenvironnemental de fertilisation pour encadrer l'épandage des matières fertilisantes sur leurs terres. Certains doivent aussi produire, par exemple, un avis de projet ou un certificat d'autorisation afin d'implanter ou de modifier un lieu d'élevage.

Le Règlement sur les exploitations agricoles amène également des mesures propres aux bassins versants en surplus de phosphore, c'est-à-dire affichant à leur embouchure une concentration en phosphore supérieure au critère d'eutrophisation de 0,03 mg/l. Le Règlement limite l'augmentation des superficies en culture dans les municipalités situées à l'intérieur des bassins versants désignés, et ce, afin de contrôler les pertes en phosphore associées à la culture des végétaux.

En ce qui a trait aux pesticides, la Loi sur les produits antiparasitaires du gouvernement fédéral encadre les produits importés, vendus ou utilisés au Canada, notamment par l'intermédiaire d'un processus d'évaluation et d'homologation. La Loi sur les pesticides du gouvernement du Québec complète l'encadrement fédéral en ce qui a trait à la vente et à l'usage des pesticides sur le territoire québécois. L'application de cette loi se fait par l'entremise de deux règlements : le Règlement sur les permis et les certificats pour la vente et l'utilisation des pesticides et le Code de gestion des pesticides. Ces outils réglementaires visent principalement à réduire et rationaliser l'usage des pesticides ainsi qu'à éviter et à atténuer les atteintes à l'environnement et à la santé. Ils comprennent entre autres des distances d'éloignement lors de l'application, de la préparation ou de l'entreposage de pesticides par rapport aux cours d'eau ou aux plans d'eau de même que par rapport aux installations de captage d'eau. De bonnes pratiques agroenvironnementales pour rationaliser, réduire et remplacer l'emploi des pesticides en agriculture sont également encouragées par la Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture 2011-2021 afin de diminuer les risques que présentent ces produits pour la santé et l'environnement.

Le Règlement sur le captage des eaux souterraines impose de son côté certaines restrictions aux activités agricoles qui se déroulent près des ouvrages de captage d'eau souterraine destinée à la consommation humaine, principalement les activités présentant des risques microbiologiques. À l'intérieur de l'aire de protection bactériologique d'un prélèvement d'eau souterraine destinée à alimenter une collectivité, par exemple (Figure 23 Aires d'alimentation et de protection autour d'une installation de prélèvement d'eau souterraine adaptée de 12), l'aménagement d'ouvrages de stockage de déjections animales ou de bâtiments d'élevage, ou encore l'épandage de lisier pourrait être

interdit, selon le niveau de vulnérabilité des eaux souterraines à cet endroit. Le Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection, qui remplace depuis 2014 le Règlement sur le captage des eaux souterraines, reconduit certaines des exigences s'appliquant aux aires de protection des prélèvements d'eau souterraine et ajoute certaines exigences dans les aires de protection des prélèvements d'eau de surface.



**Figure 23** Aires d'alimentation et de protection autour d'une installation de prélèvement d'eau souterraine <sup>adaptée de 12</sup>

Afin d'aider les exploitations agricoles à prévenir la pollution diffuse et ponctuelle d'origine agricole, le gouvernement du Québec leur offre un appui par le programme Prime-Vert 2013-2018. Ce programme soutient les projets en lien avec la diminution des risques associés à l'usage de pesticides, l'adoption de pratiques efficaces de conservation des sols et la conservation de la biodiversité. Il appuie les approches individuelles, mais valorise les projets collectifs, notamment ceux issus de regroupements d'exploitations agricoles engagées dans une gestion par bassin versant. Des mesures de certains volets du programme Prime-Vert sont cofinancées par les gouvernements fédéral et provincial en vertu de l'accord Cultivons l'avenir 2.

Le programme Aquableu du gouvernement du Québec, qui se terminait le 31 mars 2014, offrait pour sa part un appui financier aux entreprises piscicoles pour la réalisation d'activités de protection de l'environnement. Ce programme visait à appuyer la Stratégie de développement durable de l'aquaculture en eau douce au Québec mise en œuvre en 2004, laquelle a pour objectif la réduction au 31 décembre 2015 de 40 % des rejets de phosphore des entreprises piscicoles. La gestion environnementale du secteur piscicole est encadrée par la Loi sur la qualité de l'environnement et la Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune.

## Maintenir ou améliorer la qualité de l'eau potable

### **De la source...**

L'eau de surface et l'eau souterraine servant de source d'approvisionnement en eau potable bénéficieront d'une plus grande protection grâce aux mesures proposées dans le projet de Stratégie de protection et de conservation des sources destinées à l'alimentation en eau potable.

Ce projet de stratégie du gouvernement du Québec veut mettre en évidence l'importance d'intégrer aux activités d'aménagement et de développement du territoire des mesures de protection et de conservation des sources d'eau potable pour garantir leur pérennité. En effet, la première barrière de protection de l'eau potable est celle visant à s'assurer que la qualité de l'eau brute prélevée dans l'environnement ne se détériore pas au fil des ans.

Dans une approche intégrée, les municipalités régionales de comté (MRC), les municipalités et les organismes de bassin versant auront à joindre leurs efforts pour assurer une protection adéquate des sources d'eau potable. La première étape à mettre de l'avant dans le cadre du projet de stratégie sera une analyse de la vulnérabilité des sources d'approvisionnement, encadrée par le Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection. De cette analyse de vulnérabilité découleront le développement de mesures d'urgence en matière d'approvisionnement et l'élaboration d'un plan de protection qui regroupera un ensemble de mesures permettant de mieux protéger chaque source.

### **...au robinet**

Le Règlement sur la qualité de l'eau potable du gouvernement du Québec prescrit près de 80 normes de qualité de l'eau potable relatives à la qualité bactériologique et physicochimique de l'eau. Il précise aussi les exigences en matière de traitement et de contrôle de la qualité de l'eau, selon les particularités des réseaux. De plus, le Règlement exige que les opérateurs des installations de captage, de traitement et de distribution d'eau potable de réseaux desservant plus de 20 personnes détiennent des compétences reconnues. Ces différentes barrières de protection sont essentielles pour assurer à la population québécoise un approvisionnement en eau potable de surface ou souterraine de qualité.

En outre, le Règlement sur la qualité de l'eau potable oblige quiconque mettant à la disposition d'un utilisateur de l'eau destinée à la consommation humaine à s'assurer que cette dernière satisfait aux normes de qualité de l'eau potable définies par ce même règlement. Cette obligation vise donc aussi les propriétaires de puits privés individuels.

En complément des exigences réglementaires, le gouvernement du Québec réalise aussi depuis 1985 des analyses de qualité de l'eau. Son Programme de surveillance de la qualité de l'eau potable lui permet d'évaluer l'impact de modifications envisagées au cadre réglementaire et de documenter la présence des contaminants d'intérêt émergent<sup>13</sup>. D'autres initiatives telles que le Programme d'excellence en eau potable contribuent à inciter les responsables de systèmes de distribution à s'inscrire dans un processus d'amélioration continue afin de produire une eau potable de qualité supérieure. Ce programme américain à l'origine, appelé Partnership for Safe

Water, est géré au Québec par Réseau Environnement, pour le compte de la section québécoise de l'American Water Works Association.

### Assurer des activités aquatiques sécuritaires

La qualité bactériologique de diverses plages publiques du Québec est suivie depuis 1987 par le programme Environnement-Plage du gouvernement du Québec. Le gouvernement et les exploitants de plages qui participent au programme informent ainsi la population sur la qualité des eaux de baignade pour lui permettre d'en jouir en toute quiétude (Photo 24). L'adhésion au programme est volontaire et toutes les plages publiques reconnues comme sécuritaires par la Régie du bâtiment peuvent s'inscrire. En 2012, 268 des 358 plages publiques du Québec étaient inscrites au programme<sup>14</sup>.



**Figure 24** Plage publique de Saint Adolphe d'Howard dans la région des Laurentides (MDDELCC)

Par ailleurs, en appliquant depuis 2004 un plan de gestion des épisodes de fleurs d'eau d'algues bleu-vert, le gouvernement du Québec veut répondre aux préoccupations de la population à l'égard de cette problématique. Lorsqu'un plan d'eau est confirmé touché par une fleur d'eau d'algues bleu-vert, celui-ci est inscrit au bilan annuel des plans d'eau touchés par une fleur d'eau d'algues bleu-vert produit par le gouvernement depuis 2008. Les municipalités sont aussi avisées.

Dans le cadre du Plan d'intervention sur les algues bleu-vert 2007-2017, différents ministères du gouvernement du Québec s'engagent entre autres à sensibiliser la population à la protection des plans d'eau et de la santé publique.

### Informé et sensibiliser la population

Le gouvernement du Québec a le mandat de communiquer divers renseignements utiles à la population. Ces informations prennent la forme de rapports, de bilans, de guides, de conférences ou de relations avec les médias. Parmi les documents produits par le gouvernement du Québec, certains sont techniques et s'adressent davantage à une clientèle spécialisée, mais d'autres abordent des sujets plus généraux et sont destinés à la population en général.

Essentiellement, ces outils de communication, dont l'actuel Rapport sur l'état de l'eau et des écosystèmes aquatiques au Québec, visent à tenir la population informée sur l'état et l'évolution de la qualité de l'eau au Québec, sur les moyens mis en œuvre pour mieux conserver et protéger l'eau, sur les exigences réglementaires en vigueur et sur tous les aspects de qualité de vie, de santé et de sécurité des citoyens en lien avec la qualité de l'eau.

Par ailleurs, plusieurs organismes non gouvernementaux, en partenariat avec le gouvernement, informent et sensibilisent le public sur la préservation de la ressource. Les organismes de bassin versant, les comités de zone d'intervention prioritaire du Saint-Laurent, les

conseils régionaux de l'environnement et les tables de concertation régionales associées à la gestion intégrée du Saint-Laurent comptent parmi ces organismes.

## En savoir plus

Atlas interactif de la qualité des eaux de surface et des écosystèmes aquatiques :

[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/Atlas\\_interactif/stations/stations\\_rivieres.asp](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/Atlas_interactif/stations/stations_rivieres.asp)

Critères de qualité de l'eau de surface :

[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/criteres\\_eau/index.asp](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.asp)

Cultivons l'avenir 2 : <http://www4.agr.gc.ca/AAFC-AAC/display-afficher.do?id=1294780620963&lang=fra>

De la source au robinet : guide d'application de l'approche à barrières multiples pour une eau potable saine : [http://www.ccme.ca/assets/pdf/mba\\_guidance\\_doc\\_f.pdf](http://www.ccme.ca/assets/pdf/mba_guidance_doc_f.pdf)

Diffusion de la cartographie hydrogéologique :

<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/souterraines/diffusion-carto-hydrogeologique.htm>

Directive 019 : [http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/milieu\\_ind/directive019/directive019.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/milieu_ind/directive019/directive019.pdf)

Exigences relatives à la gestion des eaux pluviales applicables lors de l'autorisation des projets :

<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/pluviales/exigences-autorisation-projet.pdf>

Gestion des eaux pluviales : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/EAU/pluviales/index.htm>

Gestion des épisodes de fleurs d'eau d'algues bleu-vert :

<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/algues-bv/gestion/index.htm>

Lois et règlements du Canada : <http://laws-lois.justice.gc.ca/fra/>

Lois et règlements du Québec :

[http://www3.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/loisreglements.fr.html?liens\\_fr](http://www3.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/loisreglements.fr.html?liens_fr)

Monitoring et surveillance de la qualité de l'eau : <http://www.ec.gc.ca/eaudouce-freshwater/default.asp?lang=Fr&n=6F77A064-1>

Objectifs environnementaux de rejet : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/oer/>

Plan d'action Saint-Laurent 2011-2026 : <http://planstlaurent.qc.ca/fr/accueil.html>

Plan d'intervention sur les algues bleu-vert 2007-2017 :

[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/algues-bv/plan\\_intervention\\_2007-2017.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/algues-bv/plan_intervention_2007-2017.pdf)

Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables :

[http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/Q\\_2/Q2R35.htm](http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/Q_2/Q2R35.htm)

Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés :

<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/sol/terrains/politique/>

Position sur l'application des normes pancanadiennes de débordement des réseaux d'égout

municipaux : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/ouvrages-municipaux/position-ministere.htm>

Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines :

<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/souterraines/programmes/acquisition-connaissance.htm>

Programme d'assainissement des eaux du Québec : [http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/industrielles/chapitre1\\_b.htm#14\\_paeq](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/industrielles/chapitre1_b.htm#14_paeq)

Programme d'excellence en eau potable : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/potable/excellence.htm>

Programme de monitoring de la zone Atlantique : <http://www.meds-sdmm.dfo-mpo.gc.ca/isdm-gdsi/azmp-pmza/index-fra.html>

Programme de réduction des rejets industriels et l'attestation d'assainissement : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/programmes/prri/>

Programme de suivi de l'état du Saint-Laurent : [http://planstlaurent.qc.ca/fr/suivi\\_de\\_letat.html](http://planstlaurent.qc.ca/fr/suivi_de_letat.html)

Programme de surveillance de la qualité des précipitations : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/climat/qualite-precipitation/index.asp>

Programme Environnement-Plage : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/programmes/env-plage/>

Programme Prime-Vert : <http://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Productions/md/programmesliste/agroenvironnement/Pages/primevert.aspx>

Projet de stratégie de protection et de conservation des sources destinées à l'alimentation en eau potable : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/potable/strategie/strategie.pdf>

Réseau de suivi de la qualité de l'eau du fleuve Saint-Laurent : [http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco\\_aqua/suivi\\_mil-aqua/eau\\_stlaurent.htm](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/suivi_mil-aqua/eau_stlaurent.htm)

Réseau de surveillance volontaire des lacs : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rsvl/index.htm>

Réseau-rivières : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/bassinversant/reseau-riv/Reseau-rivieres.pdf>

Stratégie de développement durable de l'aquaculture en eau douce au Québec : <http://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/md/Publications/Pages/Details-Publication.aspx?guid=%7B7dbdc609-93bf-41b5-adc6-0c6582f8fb01%7D>

Stratégie pancanadienne pour la gestion des effluents d'eaux usées municipales : [http://www.ccme.ca/assets/pdf/cda\\_wide\\_strategy\\_mwwe\\_final\\_f.pdf](http://www.ccme.ca/assets/pdf/cda_wide_strategy_mwwe_final_f.pdf)

Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture 2011-2021 : [http://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Publications/Strategie\\_phytosanitaire.pdf](http://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Publications/Strategie_phytosanitaire.pdf)

Suivi des pesticides dans les rivières : [http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco\\_aqua/suivi\\_mil-aqua/pesti\\_rivieres.htm](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/suivi_mil-aqua/pesti_rivieres.htm)

Suivi des substances toxiques : [http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco\\_aqua/suivi\\_mil-aqua/toxique\\_eaux-surface.htm](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/suivi_mil-aqua/toxique_eaux-surface.htm)

Surveillance de la qualité des eaux marines : <http://www.ec.gc.ca/marine/Default.asp?lang=Fr>

## Les rives et les côtes

Les rives et les côtes constituent un milieu très dynamique dont la forme est en constante évolution. L'eau érode, transporte et dépose de grandes quantités de sédiments, dont la taille varie de fine à très grossière : argiles, limons, sables, graviers, cailloux, pierres et blocs. L'érosion, le transport et l'accumulation de ces sédiments transforment les cours d'eau et façonnent les paysages riverains et côtiers au fil du temps.



Rodolph Balej, MDDELCC

L'érosion des rives et des côtes est donc un phénomène naturel qui œuvre en continu depuis toujours. Cependant, l'occupation de territoire situé à proximité des cours d'eau modifie ou restreint cette dynamique naturelle, notamment en provoquant une accélération du recul des rives et des côtes et l'abaissement des plages. La succession d'aménagements et d'interventions réalisés sur les rives et dans les cours d'eau a transformé une grande partie des cours d'eau du Québec. Ainsi, depuis les dernières décennies, l'érosion semble gagner en importance et risque même de s'accroître en raison des changements climatiques.

Cette situation a des répercussions sur les écosystèmes aquatiques et sur les communautés riveraines et côtières, tant sur le plan de la santé et de la sécurité que sur le plan socioéconomique. En effet, le développement démographique et économique du Québec s'est fait à proximité des cours d'eau, ce qui a rendu les communautés riveraines et côtières davantage vulnérables au processus d'érosion.

Devant ce constat, diverses mesures sont mises en œuvre au Québec afin de diminuer la vulnérabilité des communautés riveraines et côtières à l'égard de l'érosion et de préserver les infrastructures, les activités socioéconomiques et les écosystèmes.

## Quelle est la situation et quelles sont les causes?

- Les rivières et le fleuve Saint-Laurent
  - Des sites d'érosion sur les tributaires du Saint-Laurent
  - Les rives et les îles du fleuve s'effritent
- Les côtes de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent
  - Le recul des côtes s'accélère
  - Certaines plages côtières s'abaissent
- **En savoir plus**
- [Références](#)

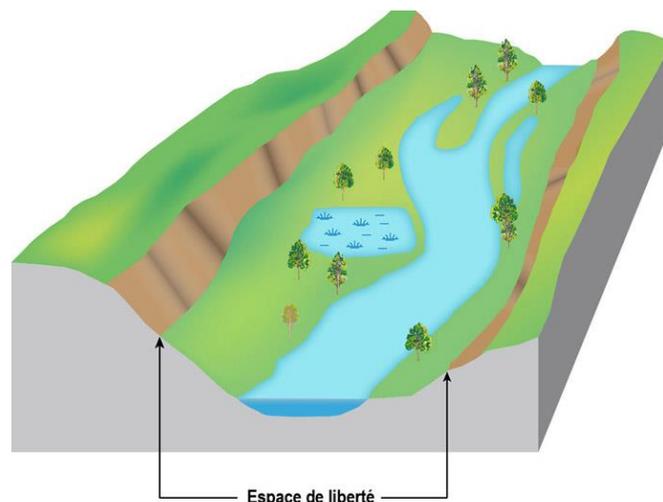
## Les rivières et le fleuve Saint-Laurent

Une grande partie des cours d'eau du Québec, incluant le fleuve Saint-Laurent, a subi et subit encore des transformations majeures. Qu'elles soient réalisées pour améliorer le drainage des terres, pour ériger des infrastructures, pour se protéger des inondations et de l'érosion, pour assurer un approvisionnement en eau ou pour produire de l'électricité, ces transformations affectent souvent la dynamique naturelle des cours d'eau et altèrent ainsi leurs fonctions écologiques.

### Des sites d'érosion sur les tributaires du Saint-Laurent

Peu de données permettent à ce jour de dresser un portrait exhaustif des sites d'érosion des affluents du Saint-Laurent. Toutefois, l'érosion des berges apparaît comme l'une des principales préoccupations mises en évidence par plusieurs organismes de bassins versants tributaires du Saint-Laurent. Par ailleurs, une étude menée sur cinq tributaires du Saint-Laurent a révélé la présence de processus actifs d'érosion, notamment sur certains tronçons des rivières Batiscan en Mauricie et Saint-François en Estrie où de 50 % à 60 % des berges en sont affectées<sup>1</sup>.

Bien que les données sur l'état des rives des tributaires soient insuffisantes pour en faire un portrait, des problèmes sont bien visibles. En effet, plusieurs municipalités doivent de plus en plus gérer les débordements de cours d'eau et réaliser des travaux de stabilisation de rives près d'infrastructures. La plupart des cas problématiques d'érosion connus résultent d'interventions ayant contraint les cours d'eau à évoluer dans un corridor façonné par les activités humaines plutôt que dans leur espace de liberté (Figure 25). **L'espace de liberté** correspond à l'espace d'inondabilité et



© Gouvernement du Québec, 2014  
Source : Syndicat Mixte d'Études et de Travaux pour l'Aménagement et la Protection de la rivière Dordogne.

**Figure 25** Espace de liberté d'un cours d'eau adaptée de 3

de mobilité du cours d'eau<sup>2</sup>. Il réfère ainsi à l'espace susceptible d'être inondé lors des crues de différentes magnitudes et à l'espace nécessaire au déplacement latéral du lit du cours d'eau en fonction de la dynamique naturelle d'érosion et de sédimentation. L'espace de liberté comprend également les milieux humides riverains<sup>2</sup>.

### Les rives et les îles du fleuve s'effritent

Entre Cornwall et Montmagny, 680 km de rives sur les 1600 km que compte ce tronçon du Saint-Laurent, incluant les milieux insulaires, ont été artificialisées au fil des années<sup>4</sup>. Dès lors, 920 km de rives sont encore naturelles. Toutefois, seulement 480 km seraient encore stables alors que 440 km subiraient de l'érosion<sup>4</sup>.

Les îles du tronçon fluvial sont particulièrement exposées à l'érosion (Photo 44). Une étude a notamment porté sur les îles comprises entre Montréal et le lac Saint-Pierre, incluant les îles de la Paix (Carte 38 Localisation des îles du secteur fluvial du Saint-Laurent). L'analyse de données historiques a révélé que sur les 412 km de ces rives insulaires, 250 km subissaient de l'érosion entre



1964 et 1983<sup>5</sup>. Selon le recul annuel maximum des rives mesuré entre 1998 et 2002, quelque 15,5 km de ces rives insulaires, de grande valeur écologique, étaient particulièrement menacées par l'érosion<sup>5</sup>. La Grande île (île des Faubert) aux îles de la Paix, l'île des Barques dans l'archipel de Berthier-Sorel et l'île Duval dans l'archipel de Contrecoeur affichaient des taux de recul maximum moyen de 3 m/an et même près de 5 m/an entre 1998 et 2002.

2005 et 2007 ont même révélé un recul moyen des berges de 15 m/an, dans la partie nord-est de

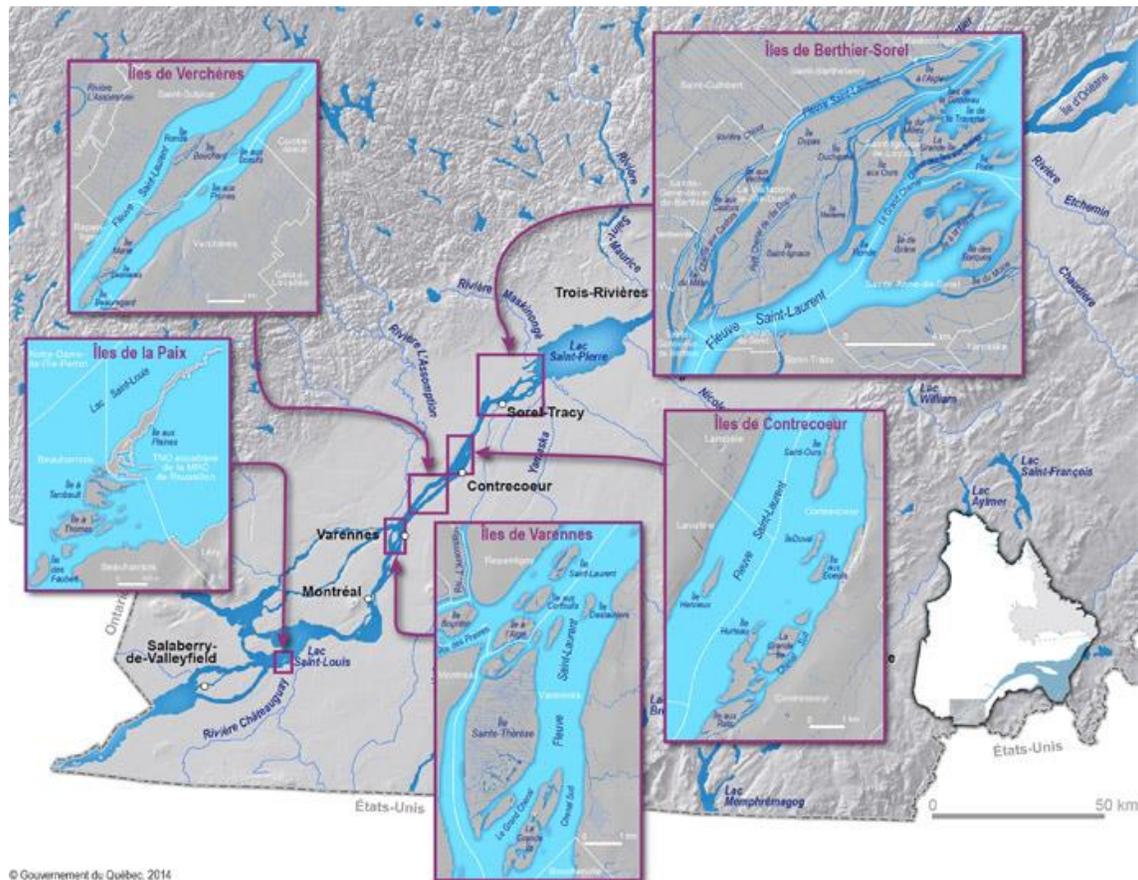
**Photo 44** Érosion des rives des îles de la Paix (Richard Boursier, Société d'aménagement du Parc des îles-de-la-Paix)

Pour l'île des Barques, des suivis entre l'île<sup>4</sup>. Les vagues produites par les vents seraient en grande partie responsables de cette situation. Le passage des navires serait

aussi une cause importante. Des études montrent que la vitesse des courants à proximité des rives grimpe de 20 cm/s à près de 100 cm/s à la suite du passage de navires<sup>4</sup>. En plus de causer une augmentation de la vitesse du courant, les navires génèrent des vagues dont l'effet est particulièrement marqué en amont du lac Saint-Pierre en raison de la proximité du chenal de navigation. L'île des Barques en particulier est située à seulement 280 m de celui-ci<sup>4</sup>.

De manière générale, l'érosion des berges de la partie d'eau douce du Saint-Laurent est naturelle, associée surtout aux variations des niveaux d'eau, mais accentuée par l'action humaine, comme le passage des navires commerciaux ou le déboisement des rives<sup>4</sup>. Avec les changements climatiques, d'importantes variations des niveaux d'eau pourraient survenir. La fluctuation des niveaux d'eau, principale cause naturelle de l'érosion des berges, créera une alternance entre

périodes de faible et de fort taux d'érosion pouvant avoir des effets marqués dans le Saint-Laurent<sup>4</sup>.



Carte 38 Localisation des îles du secteur fluvial du Saint-Laurent

### Les côtes de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent

Tout comme les rives du fleuve, les côtes de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent subissent des changements importants. En effet, plus de 50 % des quelque 4 500 km de côtes subissent de l'érosion<sup>1</sup>. Le recul de la ligne de côte ainsi que l'abaissement et la réduction de la largeur des plages sont des signes visibles de l'érosion des côtes.

### Le recul des côtes s'accélère

Une forte proportion des côtes de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent s'érode. Les côtes des régions de la Gaspésie, des Îles-de-la-Madeleine et de la Côte-Nord sont particulièrement touchées, avec une proportion de côtes en érosion dépassant 60 % en 2006 (Tableau 6 Proportion des côtes en érosion et taux de recul moyen, par région, mesurés pour les côtes actives de l'estuaire maritime et du golfe du Saint-Laurent<sup>2</sup>). Quant au taux moyen du recul des côtes suivies, il atteignait plusieurs dizaines de centimètres par années par région, selon des données recueillies entre 2000 et 2012. Les moyennes des taux de recul affichent des différences entre les régions, mais aussi une grande variabilité locale, selon la géomorphologie côtière. À certains endroits, tels les marais maritimes

de la région de la Chaudière-Appalaches, le recul moyen atteint plus de 1 m/an. En Gaspésie, malgré une moyenne d'érosion relativement faible, des reculs moyens de plus de 3 m/an ont été mesurés sur le barachois de Paspébiac, entre 2009 et 2012<sup>2</sup>. Les analyses des reculs côtiers historiques révèlent par ailleurs qu'une proportion du littoral dans les formations meubles des côtes de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent s'érode à un rythme accéléré depuis le milieu des années 1990<sup>3,4</sup>.

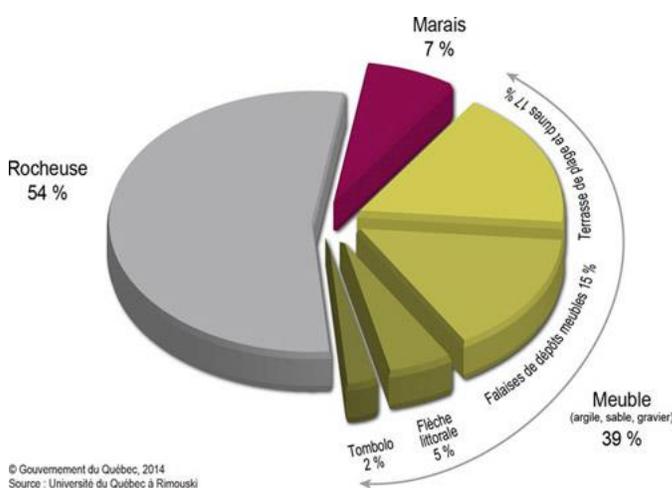
**Tableau 6** Proportion des côtes en érosion et taux de recul moyen, par région, mesurés pour les côtes actives de l'estuaire maritime et du golfe du Saint-Laurent<sup>2</sup>

Régions	Proportion des côtes en érosion (2006)	Taux de recul moyen des côtes suivies
Gaspésie	69 %	34 cm/an (2003-2012)
Îles-de-la-Madeleine	65 %	73 cm/an (2005-2012)
Côte-Nord*	63 %	64 cm/an (2000-2012)
Chaudière-Appalaches	35 %	108 cm/an (2003-2012)
Bas-Saint-Laurent	32 %	63 cm/an (2002-2012)
Capitale-Nationale	N/D	80 cm/an (2007-2012)

\*Les côtes rocheuses ignées sont exclues du calcul, puisqu'elles sont très stables.

### Les côtes ne s'érodent pas toutes à la même vitesse

Le type de côte ainsi que son orientation et son exposition aux vagues, entre autres, déterminent la sensibilité du littoral à l'érosion<sup>5</sup>. Les côtes rocheuses sont moins sensibles que les côtes de matériaux meubles.



Dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent, plus de la moitié des côtes sont rocheuses (Figure 26). Les falaises rocheuses sédimentaires, composées de schiste, de calcaire, de grès ou de conglomérat, sont un peu friables. Elles se retrouvent principalement sur la rive sud de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent<sup>2</sup>. Les côtes de la partie sud de la péninsule gaspésienne, soit de la baie de Gaspé à la baie des Chaleurs,

**Figure 26** Proportion des types de côtes du Québec maritime<sup>2</sup>

ainsi que les côtes des îles de la Madeleine présentent des grès et des conglomérats rouges de nature très friable<sup>6</sup>.

Sur la rive nord de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent, à l'exception du secteur entre Baie-Saint-Paul et La Malbaie et du secteur de Havre-St-Pierre, l'ensemble des côtes est constitué de roches très résistantes, comme le granite et le gneiss<sup>7</sup>. L'érosion y est imperceptible à l'échelle humaine. Malgré le fait que ces côtes rocheuses soient plus résistantes à l'érosion, les terrasses de plage, les dunes, les tombolos, les falaises sableuses et les flèches littorales, parfois situés en bordure de ces dernières, sont très sensibles à l'érosion par l'action répétée des vagues<sup>7</sup>. Par ailleurs, l'érosion côtière, parmi d'autres facteurs, peut favoriser le déclenchement de glissements de terrain en déstabilisant la base des falaises. L'augmentation de l'érosion aura donc une incidence sur la stabilité des falaises situées en bordure du Saint-Laurent.

Les marais maritimes, qui représentent 7 % des grands types de côtes du Québec (Figure 26 Proportion des types de côtes du Québec maritime<sup>2</sup>), sont parmi les plus sensibles au phénomène d'érosion<sup>4</sup> (Photo 45). Sur les rives du Saint-Laurent, et plus particulièrement dans l'estuaire moyen, le recul moyen des marais maritimes a été évalué à 1,4 m/an depuis les années 1990<sup>4</sup>, alors qu'il a été de 0,1 à 1,4 m/an dans la baie des Chaleurs<sup>2</sup>. Mentionnons toutefois que, dans quelques secteurs, les marais peuvent présenter un gain en superficie<sup>2</sup>.



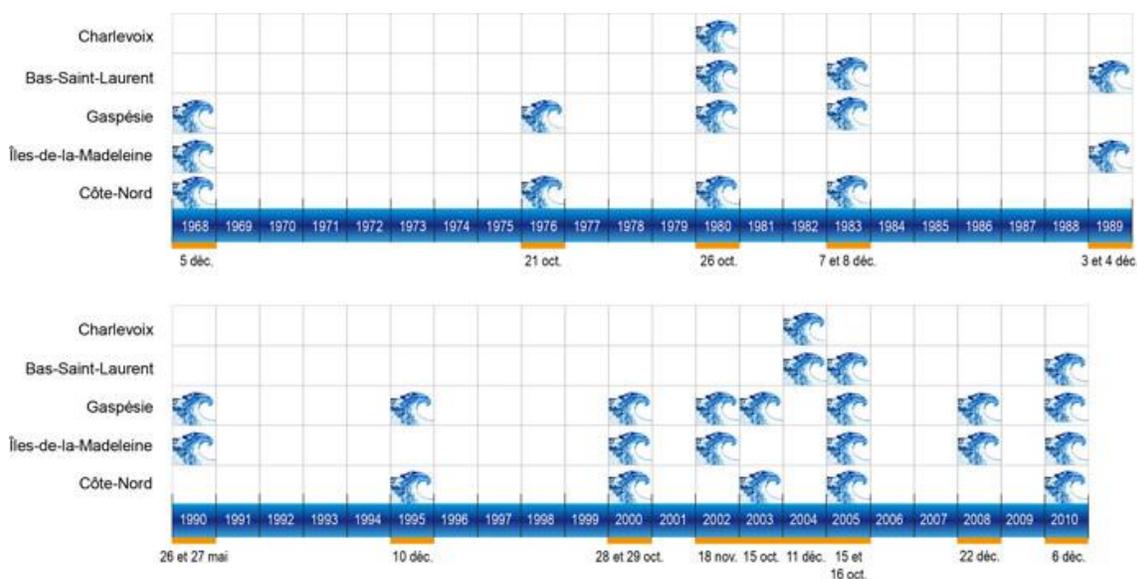
**Photo 45** Érosion du marais maritime de l'île aux Grues, près de Québec (Line Couillard, MDDELCC)

### **Les tempêtes, la disparition de la glace et le gel-dégel accélèrent l'érosion**

Bien que la composition et l'exposition aux vagues déterminent la sensibilité des côtes à l'érosion, les fortes tempêtes, la réduction du couvert de glace et les processus de gel-dégel sont responsables de l'accélération de l'érosion.

Lors de **fortes tempêtes** dans l'estuaire et le golfe, l'énergie des vagues accentue substantiellement l'érosion sur les côtes de matériaux meubles<sup>5</sup>, alors que les hauts niveaux d'eau augmentent la submersion sur les côtes basses<sup>3</sup>. Or, selon des données d'archives, le nombre de fortes tempêtes a été beaucoup plus élevé dans la décennie 2001-2010<sup>5</sup>. Depuis 1968, 14 tempêtes d'envergure ayant touché plus d'une région ont causé l'érosion des côtes de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent (Figure 27 Principales tempêtes ayant touché plus d'une région et ayant provoqué un impact important sur les côtes de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent d'après 5 et 10). La moitié de ces événements sont survenus entre 2000 et 2010, période marquée par les taux de recul côtier les plus élevés depuis 1930, et ce, pour plusieurs régions de l'estuaire maritime et du golfe<sup>8</sup>. À la suite de la tempête du 6 décembre 2010, par exemple, des reculs maximums supérieurs à 10 m

ont été enregistrés à plusieurs endroits dans le Bas-Saint-Laurent et en Gaspésie<sup>9</sup>. Toutefois, cette tempête du 6 décembre 2010 s’est déroulée alors que les niveaux d’eau étaient très élevés. La combinaison de conditions de tempête à de hauts niveaux d’eau est exceptionnelle et a engendré un déferlement de vagues projetant parfois de gros débris.



© Gouvernement du Québec, 2014  
 Source : Bernatchez et coll., 2012a; Bernatchez et coll., 2012b

**Figure 27** Principales tempêtes ayant touché plus d’une région et ayant provoqué un impact important sur les côtes de l’estuaire et du golfe du Saint-Laurent d’après 5 et 10

Les vagues de tempête pourraient affecter les côtes davantage que par le passé. En fait, depuis 1996, l’étendue du **couvert de glace** et la **période d’englacement** hivernal diminuent<sup>3</sup>. Ces deux conditions ont des implications très importantes sur l’érosion côtière puisqu’elles exposent les côtes aux vagues de tempêtes hivernales et aux glaces flottantes, et ce, sur une plus longue période<sup>11</sup>. D’ailleurs, selon une étude récente, le nombre de jours où la glace côtière est suffisamment développée pour assurer une protection de la côte contre les vagues de tempête pourrait diminuer en moyenne de 38 à 53 jours pour l’horizon 2040-2070<sup>12</sup>.

Par ailleurs, les processus de **gel-dégel** sont généralement à l’origine du mécanisme d’érosion hivernal le plus actif pour les falaises argileuses et les falaises composées de roches sédimentaires<sup>3, 13, 14</sup>. L’intensité des divers processus liés au gel-dégel est déterminée par l’exposition des falaises aux rayonnements solaires directs, au nombre de redoux hivernaux, à la fréquence des pluies hivernales et aux cycles de gel-dégel<sup>3</sup>. Or, avec la hausse des températures moyennes hivernales, le nombre de jours de redoux hivernaux ainsi que le nombre de millimètres de pluies hivernales reçues sont en augmentation, selon l’analyse de données météorologiques des stations à Sept-Îles, à Gaspé et aux Îles-de-la-Madeleine<sup>3</sup>.

Enfin, des projections de reculs moyens des côtes jusqu’en 2060 montrent une accélération de l’érosion anticipée sous l’effet des changements climatiques futurs. À titre d’exemple, selon des projections 2001-2050, les côtes basses sablonneuses de Sept-Îles et de Percé connaîtraient des

reculs côtiers moyens respectifs de 58 et 24 m<sup>(3)</sup>. Le cordon littoral dunifié des îles de la Madeleine, pour une projection 2008-2060, connaîtrait un recul moyen de 51 m<sup>(2)</sup>. Les falaises rocheuses aussi subiraient des reculs. Celles de Percé connaîtraient entre 2001 et 2050 un recul moyen de 17 m<sup>(3)</sup>, alors que celles des îles de la Madeleine, pour la période 2008-2060, connaîtraient un recul de 22 m<sup>(2)</sup>. Selon les scénarios les plus probables, les côtes du Québec seront soumises à une hausse du niveau des océans, à une diminution de la couverture de glace, à une augmentation de l'exposition aux vagues de tempête atteignant la côte et à un accroissement des épisodes de pluies hivernales lors de redoux, favorisant ainsi une accélération de l'érosion par rapport aux taux historiques<sup>3</sup>.

### **Certaines plages côtières s'abaissent**

Une très grande proportion des plages situées devant les structures de protection ou de stabilisation mécanique ont subi d'importants rétrécissements ou ont disparu au cours des dernières décennies. À Percé, les terrasses de plage ayant été stabilisées par ces structures sont passées d'une moyenne de 34 m de largeur en 1934 à 11 m en 2001, alors qu'à Sept-Îles, les plages sont passées en moyenne d'une largeur de 59 m en 1931 à 8 m en 2006<sup>3, 15</sup>. De manière générale, dans les secteurs artificialisés de Sept-Îles, de Percé et des Îles-de-la-Madeleine, les plages accusaient une réduction moyenne variant entre 49 % et 98 %<sup>3, 15</sup>.

En 2006, déjà plus de 8 % des côtes de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent étaient artificialisées par des structures de protection ou de stabilisation mécanique<sup>16</sup>. Bien que relativement efficaces pour empêcher la progression de l'érosion vers les terres en un endroit précis, ces structures entraînent la disparition graduelle de la plage et la perte du caractère naturel de la côte<sup>17</sup>. Contrairement aux plages naturelles qui dissipent l'énergie des vagues, ces structures amplifient l'effet des vagues lorsqu'elles sont frappées directement. De fait, lorsque les vagues frappent les structures rigides avec beaucoup de force, leur énergie est réorientée notamment vers la plage, ce qui crée un abaissement de celle-ci et une érosion accrue aux extrémités de l'ouvrage, appelée « effet de bout »<sup>18</sup> (Photo 46). Ces structures bloquent également l'apport sédimentaire, contribuant ainsi à abaisser et à rétrécir les plages. L'abaissement de la surface de la plage et la diminution de sa largeur favorisent la submersion lors des tempêtes<sup>19</sup>.



**Photo 46** Aggravation de l'érosion de la côte à l'extrémité d'un enrochement (effet de bout) à Sept-Îles dans la région de la Côte Nord (UQAR-LDGIZC)

Lors des tempêtes, il arrive que les vagues franchissent et détruisent ces structures, causant davantage d'érosion en atteignant la portion de terrain retenue à l'arrière<sup>20</sup> qui, de surcroît, est souvent dépourvue de végétation et donc très vulnérable.

La réduction des plages altère la dynamique sédimentaire naturelle. En effet, une plage retient une partie des matériaux meubles, tels les sables, les graviers et les galets, qui circulent par le cours d'eau ou le long de la côte, assurant ainsi un renouvellement continu en sédiments. En s'amaigrissant en raison des processus érosifs, la plage ne fait plus obstacle aux sédiments en circulation, qui se déposent alors ailleurs<sup>15</sup>.

Les marais maritimes, qui représentent 7 % des grands types de côtes du Québec (Figure 26 Proportion des types de côtes du Québec maritime<sup>2</sup>), sont parmi les plus sensibles au phénomène d'érosion<sup>4</sup> (Photo 47B). Sur les rives du Saint-Laurent, et plus particulièrement dans l'estuaire moyen, le recul moyen des marais maritimes a été évalué à 1,4 m/an depuis les années 1990<sup>4</sup>, alors qu'il a été de 0,1 à 1,4 m/an dans la baie des Chaleurs<sup>2</sup>. Mentionnons toutefois que, dans quelques secteurs, les marais peuvent présenter un gain en superficie<sup>2</sup>.



**Photo 47** Effets du resserrement côtier : A) abaissement d'une plage en présence d'un mur de soutènement (MSP); B) resserrement d'un marais côtier en érosion au Bas-Saint-Laurent (UQAR – LDGIZC)

En plus de ce phénomène, les plages et les autres milieux naturels, tels les marais maritimes, peuvent aussi être soumis au processus de resserrement côtier communément appelé *coastal squeeze*. Ce dernier se produit lorsque ces milieux se retrouvent coincés entre l'eau et une barrière physique, telles une falaise rocheuse ou une infrastructure rigide (Photo 47A).

Bien que peu d'études portent spécifiquement sur le *coastal squeeze* au Québec, la problématique est bel et bien présente. Des travaux réalisés dans la baie des Chaleurs<sup>15</sup> et aux îles de la Madeleine<sup>21</sup> mentionnent que la présence d'infrastructures humaines est la cause de la perte de superficie d'habitats côtiers tels que les plages et les milieux dunaires. Dans la baie de Kamouraska, la construction d'aboteaux entre 1937 et 1980, convertissant une grande partie des marais en terres agricoles, a pour effet de coincer l'espace intertidal<sup>22</sup>.

Enfin, dans un contexte de changements climatiques, les phénomènes érosifs responsables de l'abaissement des plages seront accentués et l'effet du resserrement côtier sera amplifié<sup>15</sup>.

### En savoir plus

Érosion des berges du Saint-Laurent : <http://www.strategiessl.qc.ca/dossiers-et-projets/erosion-cotiere>

Érosion des berges au Québec maritime : [http://www.zipcng.org/fr/erosion-des-berges\\_43/](http://www.zipcng.org/fr/erosion-des-berges_43/)

L'érosion des berges : <http://www.securitepublique.gouv.qc.ca/securite-civile/surveillance-territoriale/erosion-berges.html>

L'érosion côtière :

[http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/ministere/ministere/environnement/changements\\_climatiques/adapter\\_transports\\_impacts\\_changements\\_climatiques/erosion\\_cotiere](http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/ministere/ministere/environnement/changements_climatiques/adapter_transports_impacts_changements_climatiques/erosion_cotiere)

Les risques côtiers : <http://cotesacotes.org/>

## Quels sont les effets sur vous ?

- Des communautés vulnérables à l'érosion
- **En savoir plus**
- [Références](#)

Le développement démographique et économique du territoire québécois s'est déployé à proximité des cours d'eau pour les multiples avantages qu'ils apportent. Le transport, le développement de l'agriculture et de la pêche, l'accès aux ressources alimentaires et l'accès à l'eau pour les activités de loisirs en sont des exemples. Nul ne peut nier les atouts du Saint-Laurent, de ses tributaires et de leurs rives à cet égard.

Paradoxalement, cette proximité engendre son lot de complications. Les crues liées à la fonte des neiges, aux embâcles ou aux précipitations abondantes engendrent une hausse du débit et du niveau des cours d'eau et, par conséquent, créent des foyers d'érosion sur les rives et les côtes. Lorsqu'elles surviennent, ces situations d'érosion ont des répercussions sur les communautés riveraines et côtières tant sur le plan de la santé et de la sécurité que sur le plan socioéconomique.

## Des communautés vulnérables à l'érosion

L'érosion des rives et des côtes, bien que naturelle, gagne du terrain de plus en plus rapidement. Les communautés concernées doivent faire face à des situations pouvant comporter des risques pour la santé et la sécurité, auxquels s'ajoutent divers impacts économiques. Dans les régions maritimes du Québec, 110 des 234 municipalités sont situées sur la côte. Plus du tiers de la population<sup>1</sup> et près de 60 % des routes nationales<sup>2</sup> de ces régions sont situées à moins de 500 m du Saint-Laurent. La quasi-totalité de cette population, soit 90 %, demeure à moins de 5 km des côtes<sup>1</sup>.

Le recul côtier s'accélère depuis le milieu des années 1990 dans certains secteurs de l'estuaire et du golfe<sup>3, 4</sup>. De plus, la proportion de côtes qui



**Photo 48** Érosion des côtes des îles de la Madeleine (UQAR-LG1ZC)

subissent de l'érosion dans les régions maritimes ne cesse de croître<sup>5</sup>. Le secteur des îles de la Madeleine est d'ailleurs l'un des endroits où cette proportion est la plus forte<sup>6</sup> (Photo 48).

Plusieurs municipalités de la Côte-Nord sont aussi touchées par le recul côtier, ce qui a entraîné plusieurs interventions pour protéger des résidences et des infrastructures publiques<sup>7</sup>. Cette situation a conduit les municipalités régionales de comté (MRC) de la Côte-Nord à agir sur leur territoire. La MRC de la Haute-Côte-Nord, par exemple, a adopté un règlement de contrôle intérimaire qui restreint l'aménagement et le développement sur les zones soumises à un risque d'érosion ou de glissement de terrain<sup>8</sup>.

Les tempêtes peuvent jouer un rôle dans l'érosion des côtes. En effet, le déferlement des vagues lors de tempêtes côtières peut provoquer une submersion des terres et accélérer l'érosion des côtes<sup>9</sup>. Aux îles de la Madeleine et dans la baie des Chaleurs, des reculs maximaux d'environ 17 m ont été enregistrés en un seul événement de tempête pour les portions de côtes les plus sensibles à l'érosion<sup>10</sup>. Un tel recul a d'ailleurs été observé à l'embouchure de la rivière Nouvelle, dans la baie des Chaleurs, lors de la tempête de décembre 2010<sup>10</sup>. Cette dernière est l'une des quatre tempêtes survenues entre 2000 et 2010 qui ont eu un impact marquant sur les côtes de plus d'une région à la fois<sup>11</sup>.

#### Principales tempêtes côtières récentes

**6 décembre 2010** : la conjugaison de marées hautes, de basses pressions atmosphériques et de forts vents<sup>12</sup> a causé d'importants dommages sur les côtes de la baie des Chaleurs, du Bas-Saint-Laurent, du nord de la Gaspésie et de la Côte-Nord<sup>11, 13</sup>. Le déferlement des vagues a transporté de nombreux débris sur les routes et les terrains en plus d'endommager plusieurs dizaines de résidences<sup>14</sup> (Photo 49). Les impacts ont été particulièrement importants dans les municipalités de Sainte-Luce et de Sainte-Flavie, dans la MRC de La Mitis, où respectivement 72 % et 76 % des propriétés en bordure de mer ont été touchées<sup>13</sup>. De plus, environ 40 % des ouvrages de protection des rives de Sainte-Flavie ont été très endommagés ou complètement détruits<sup>13</sup>. À Sept-Îles, dans le secteur de Val-Marguerite, la falaise a reculé de cinq mètres, obligeant la démolition de deux résidences et le déménagement préventif de sept autres<sup>14</sup>.



**Photo 49** Résidences endommagées à la suite de la tempête du 6 décembre 2010 à Sainte-Luce dans le Bas-Saint-Laurent (UQAR-DGIZC)

**15 et 16 octobre 2005** : des dommages dans les régions de la Côte-Nord, de la baie des Chaleurs, des îles de la Madeleine, du Bas-Saint-Laurent et du nord de la Gaspésie ont été causés par une tempête automnale<sup>12</sup>. À Sept-Îles, des terrains résidentiels, situés à l'extrémité d'un secteur enroché, ont subi une forte érosion, ce qui a requis la mise en place d'un enrochement d'urgence par les autorités pour protéger les résidences menacées<sup>4</sup>. Aux îles de la Madeleine, 7 m de terrain ont été emportés par endroits<sup>4</sup>.

**18 novembre 2002** : les intempéries ont touché les régions de la baie des Chaleurs et des îles de la Madeleine<sup>11</sup>. Les vagues provoquées par des vents de plus de 80 km/h ont endommagé des routes et les enrochements visant à les protéger<sup>4</sup>.

**28 et 29 octobre 2000** : la Côte-Nord, la baie des Chaleurs, les îles de la Madeleine, le Bas-Saint-Laurent et le nord de la Gaspésie<sup>11</sup> ont été frappés par une tempête ayant perduré entre 7 et 27 heures, selon les régions. Aux îles de la Madeleine, l'érosion a érodé la route 199 en plusieurs endroits. La réparation et le nettoyage des ports de pêche ont nécessité une aide gouvernementale de 1,4 million de dollars<sup>4</sup>. Les terrasses de plage et les flèches littorales de la Côte-Nord ont reculé de 1 à 11 m par endroits<sup>4</sup>.

Les populations côtières perçoivent généralement l'érosion comme une source importante de stress<sup>15</sup>. Risques, menaces et aléas sont effectivement des termes inquiétants pour ces dernières. Sur la Côte-Nord, la progression de l'érosion de terrains résidentiels peut provoquer des sentiments de panique et d'angoisse chez certains riverains. Au-delà des préoccupations pour leur sécurité physique, les citoyens ont surtout peur de perdre leur foyer, un symbole de bien-être et d'identité communautaire<sup>15</sup>.

Le recul côtier génère aussi un impact économique pour le Québec. Au cours des dernières années, plusieurs millions de dollars ont été investis dans le déplacement de tronçons de route ou dans l'entretien et la réparation des ouvrages de stabilisation. Ainsi, des tronçons de la route 138 et d'autres routes du littoral de la Côte-Nord ont dû être déplacés, parfois à plusieurs reprises, à la suite de glissements de terrain ou à cause de leur proximité de la côte après son recul<sup>7</sup>. Cela a été le cas dans les municipalités de Longue-Rive, Forestville, Pointe-aux-Outardes et Rivière-Saint-Jean, et entre Mingan et Havre-Saint-Pierre<sup>7</sup>. Les tempêtes sur les côtes peuvent aussi causer des dommages importants et coûteux. En Gaspésie, plus d'un kilomètre de la route 132, près de La Martre, a été emporté par la mer lors d'une tempête en décembre 2000<sup>16</sup>.



**Photo 50** Occupation des côtes du Bas-Saint-Laurent (Cédric Villeneuve, MDDELCC)

Le nombre d'infrastructures à risque est d'autant plus important au Bas-Saint-Laurent où la côte, dont la morphologie a permis une plus grande proximité de l'eau, présente une plus forte densité

urbaine<sup>5</sup> (Photo 50). La Côte-Nord, pour sa part, compte moins de superficies côtières urbanisées et davantage de milieux naturels préservés que la rive sud du Saint-Laurent.

En considérant les valeurs des terrains affectés par l'érosion côtière et le coût de remplacement des infrastructures, les coûts attribuables à l'érosion d'ici 2050 pour les 188 kilomètres de côtes à Sept-Îles, à Percé et dans l'archipel des îles de la Madeleine, sont estimés à plus de 71 millions de dollars si aucune mesure d'adaptation n'est mise en place<sup>4</sup>. Pour l'ensemble du golfe et de l'estuaire du Saint-Laurent, l'estimation des pertes potentielles s'élève à plusieurs centaines de millions de dollars<sup>1</sup>.

Outre les coûts associés au recul des côtes, la perte graduelle des plages et des marais diminue les possibilités de pratique d'activités récréotouristiques et traditionnelles sur le littoral, comme la baignade, les promenades, la pêche au capelan, la récolte de myes ou la chasse à la sauvagine. Des attraits touristiques tels que des infrastructures ou des paysages sont également menacés de disparaître, alors qu'ils sont importants pour le développement économique régional<sup>18</sup>. Par ailleurs, l'érosion représente une menace au patrimoine archéologique côtier de plusieurs sites, notamment de la péninsule gaspésienne<sup>18, 22</sup> et de la Côte-Nord<sup>23</sup>. Plusieurs activités traditionnelles et lieux culturels d'importance des Innus de la Côte-Nord sont affectés par les aléas et les changements environnementaux récents<sup>24, 25, 26, 27</sup>. Les plages et les marais assurent la pérennité du cadre bâti et de plusieurs infrastructures essentielles pour les municipalités, telles que les routes municipales et nationales et l'aqueduc, en constituant des zones tampons qui atténuent les phénomènes naturels côtiers.

L'adaptation de l'aménagement et du développement territorial en fonction des préoccupations relatives aux changements climatiques et à l'érosion sera un des défis des prochaines années afin de limiter les conséquences socioéconomiques vécues par les communautés à risque<sup>28</sup>.

### **Ouvrages de protection : des interventions coûteuses**

Pour se prémunir contre l'érosion, les résidents côtiers privilégient généralement les structures rigides (Photo 51), même s'ils sont conscients des impacts sur le milieu<sup>17</sup>. À long terme, les travaux de stabilisation mécanique des rives et des côtes puis la protection d'infrastructures pourraient être dispendieux, considérant l'ampleur des ouvrages, leur entretien récurrent et leur remplacement à la fin de leur durée de vie utile<sup>18</sup>. De plus, les foyers d'érosion se déplacent sur les berges non protégées situées aux extrémités de ces structures par un effet de bout<sup>4</sup>. Cela engendre un effet domino : les berges voisines doivent être stabilisées à leur tour, ce qui occasionne des coûts et des pertes de plages supplémentaires<sup>19</sup>.



**Photo 51** Ouvrages de protection sur les côtes de Percé en Gaspésie (Christian Fraser)

Ainsi, en raison des coûts élevés et des répercussions négatives sur l'environnement côtier, telles l'artificialisation et la perte d'habitats fauniques et floristiques, la stabilisation mécanique des berges (enrochement, mur de soutènement, etc.) n'est pas toujours la meilleure approche<sup>20</sup>. Les autres solutions d'adaptation à l'érosion concernent notamment l'adoption de règles de zonage pour le développement du territoire ou encore le retrait d'infrastructures et de bâtiments lorsque le risque est élevé et nécessite une intervention d'urgence<sup>18, 21</sup>. Toutefois, ces solutions ne sont pas sans effets sur les populations locales et, à cet égard, l'approche de gestion des risques est un facteur primordial<sup>15</sup>.

### En savoir plus

Érosion des berges : <http://www.securitepublique.gouv.qc.ca/securite-civile/surveillance-territoriale/erosion-berges.html>

Les solutions d'adaptation aux changements climatiques :

<http://adaptation.ouranos.ca/fr/adaptation/vulnerabilites-impacts/environnement/zone-cotiere/solutions-adaptation/>

### Que fait-on pour y remédier?

- Acquérir des connaissances sur la dynamique fluviale et côtière
- Prévenir les risques d'érosion pour assurer la sécurité de la population et préserver les biens
- S'adapter aux changements climatiques
- Informer et sensibiliser la population
- En savoir plus
- [Références](#)

Le maintien des fonctions et des services écologiques des cours d'eau ainsi que la préservation de l'intégrité des processus hydriques, tels que l'érosion, le transport des sédiments et la sédimentation, représentent de véritables enjeux pour les communautés riveraines et côtières en ce qui a trait à la sécurité, à l'économie et à l'environnement. Les actions mises en place sont orientées sur l'acquisition des connaissances. D'ailleurs, plusieurs groupes de recherche

universitaires, gouvernementaux ou municipaux ont entrepris des travaux pour qualifier les dynamiques des cours d'eau et leurs rives et proposer des solutions.

D'autres actions visent la prévention, la planification de l'aménagement du territoire, la sensibilisation ou l'adaptation. Ces mesures visent à diminuer la vulnérabilité des communautés riveraines et côtières et à préserver les infrastructures, les activités socioéconomiques et les écosystèmes.

### Acquérir des connaissances sur la dynamique fluviale et côtière

L'importance des enjeux liés à l'érosion, aux inondations et à la submersion a rendu urgent le besoin de mieux documenter la dynamique fluviale et côtière afin d'atténuer les impacts de ces phénomènes naturels, en particulier sur les communautés qui occupent les rives et les côtes.

Le Laboratoire de recherche en géomorphologie et dynamique fluviale de l'Université du Québec à Rimouski (UQAR) coordonne plusieurs projets de recherche universitaire dans le domaine de la dynamique fluviale. Ces projets rejoignent les thématiques suivantes :

- les glaces fluviales;
- le transport des sédiments et des bois morts;
- la réponse hydrologique des petits et moyens bassins versants;
- l'hydrogéomorphologie fluviale;
- les espaces de liberté et la gestion des risques fluviaux;
- la gestion intégrée des bassins versants et des corridors fluviaux.

En ce qui a trait aux secteurs côtiers, la Chaire de recherche en géoscience côtière, créée en 2008 et financée par le gouvernement du Québec, a permis notamment d'acquérir des connaissances sur la dynamique de l'érosion des côtes du Saint-Laurent et sur les impacts qui y sont associés, en plus de développer une gestion préventive des risques naturels côtiers<sup>1</sup>. Les résultats de ces recherches servent directement aux différents intervenants et au gouvernement afin de trouver des solutions d'adaptation qui tiennent compte de la dynamique côtière.

Les chercheurs de l'UQAR, en particulier ceux du Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières et de l'Institut des sciences de la mer, étudient le fonctionnement général du système côtier et documentent son évolution à l'aide de réseaux de suivis de l'érosion côtière et de paramètres météorologiques<sup>2</sup>. À cet effet, le gouvernement du Québec finance depuis 2008 le



suivi annuel d'un réseau qui comptait 5 256 stations de mesure de l'érosion côtière en 2012 et qui sera bonifié en 2014-2015 le long des réseaux routiers<sup>3</sup>. À cela s'ajoute un réseau de caméras de surveillance des côtes sensibles permettant de quantifier, entre autres, la dynamique des vagues et des glaces de même que le réajustement des plages (Photo 52). D'autres équipements de mesure mis à l'eau permettent quant à eux de suivre les conditions

océaniques<sup>4</sup>. Les données ainsi recueillies sont essentielles dans un contexte où le climat subit d'importants changements et influence la dynamique côtière<sup>5</sup>.

Par ailleurs, afin de développer une expertise dans le domaine tant du génie fluvial que du génie côtier, le gouvernement du Québec finance depuis 2012 la Chaire de recherche en ingénierie côtière et fluviale de l'Institut national de la recherche scientifique (INRS). Les travaux de cette chaire ciblent particulièrement la conception d'ouvrages de protection ou de mesures de correction qui tiennent compte de l'hydraulique et de la dynamique sédimentaire<sup>6</sup>.

**Photo 52** Suivi de l'érosion côtière  
(Julie Gauthier, MDDELCC)

## **Prévenir les risques d'érosion pour assurer la sécurité de la population et préserver les biens**

L'appréciation du risque associé à l'érosion sur le territoire est essentielle pour orienter les actions permettant d'assurer la sécurité, la santé et le bien-être socioéconomique de la population. D'autant plus que l'érosion des berges, en milieu côtier à tout le moins, montre des signes d'accélération depuis le milieu des années 1990<sup>7</sup>.

En vigueur depuis décembre 2001, la Loi sur la sécurité civile a pour objet la protection des personnes et des biens contre les sinistres et autres événements compromettant la sécurité des personnes. À cette fin, la Loi encadre principalement la prévention des risques, la préparation des interventions, les interventions lors d'événements, réels ou imminents, et le rétablissement de la situation après sinistre. Elle précise également les obligations de prudence, de prévoyance et de déclaration de risque applicables à tous les citoyens, de même que les responsabilités et les pouvoirs de différents intervenants gouvernementaux en matière de sécurité civile.

Par ailleurs, devant l'augmentation des risques en matière de sécurité civile et des divers sinistres au fil des années, le Québec a élaboré la Politique québécoise de sécurité civile 2014-2024. Cette toute première politique en la matière au Québec repose sur la vision d'une société québécoise plus résiliente aux sinistres, dont ceux liés à l'érosion. Elle permettra d'orienter les différentes mesures concourantes à une meilleure gestion des risques et des sinistres.

## **Déterminer les zones de contraintes liées à l'érosion et les prendre en compte dans l'aménagement du territoire**

Une bonne proportion des rives et des côtes du Québec méridional est occupée par la population. Cette proximité avec les cours d'eau peut s'avérer menaçante, en particulier aux endroits où les berges montrent des signes d'érosion. La planification de l'aménagement du territoire est un moyen d'atténuer la vulnérabilité des populations en prenant en compte les contraintes naturelles, humaines et économiques, voire stratégiques lors des prises de décision. La détermination des zones de contraintes et les restrictions de l'occupation humaine dans ces zones demeurent toutefois les mesures préventives les plus importantes. Ces mesures doivent être accompagnées d'une bonne stratégie de communication à propos du risque<sup>8</sup>.

Pour des raisons de sécurité publique, les secteurs à risque d'érosion et de glissement de terrain doivent être indiqués au schéma d'aménagement et de développement des municipalités

régionales de comté (MRC). L'aménagement du territoire est alors contraint dans les zonages établis, et ce, en vertu de la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme adoptée en 1979.

De son côté, la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables limite notamment les interventions humaines à l'intérieur d'une bande riveraine variant entre 10 et 15 m d'un lac ou d'un cours d'eau, y compris le fleuve. Elle vise aussi à prévenir la dégradation et l'érosion des rives en favorisant la conservation du caractère naturel de ces milieux. Dans la plaine inondable, la Politique restreint, voire interdit l'établissement de nouvelles constructions, assurant ainsi la sécurité des personnes et des biens. Les dispositions de protection actuelles mériteraient toutefois d'être revues et adaptées aux réalités du milieu côtier et des zones affectées par les marées et les vagues<sup>9</sup>.

### **Une connaissance des risques améliorée**

Le gouvernement du Québec a mis en œuvre en 2006 le Cadre de prévention des principaux risques naturels pour agir en mode préventif et pour atténuer les impacts liés aux principaux risques naturels tels que les inondations, l'érosion et les glissements de terrain. Les sommes investies dans différents projets entre 2006 et 2013 ont contribué à améliorer les connaissances des risques et à sécuriser le milieu de vie de milliers de personnes, en plus de protéger des bâtiments et des infrastructures à risque<sup>10</sup>.

La Chaire de recherche en géoscience côtière, financée par le Cadre de prévention des principaux risques naturels et le Fonds vert du gouvernement du Québec, a participé au développement substantiel des connaissances reliées au processus d'érosion côtière et à la cartographie des zones de contraintes. La presque totalité du territoire de la Côte-Nord et des Îles-de-la-Madeleine ainsi qu'une partie du littoral du Bas-Saint-Laurent et de la Gaspésie ont fait l'objet d'une cartographie des zones de contraintes et des types de côtes. Jumelée à un cadre normatif, cette cartographie permet aux MRC et aux municipalités concernées d'intégrer les zones exposées à l'érosion côtière dans leurs outils d'aménagement du territoire.

L'Agglomération des Îles-de-la-Madeleine, la MRC de Charlevoix ainsi que la majorité des MRC sur le territoire de la Côte-Nord, soit celles de Manicouagan, de Sept-Rivières, du Golfe-du-Saint-Laurent et de La Haute-Côte-Nord, ont déjà intégré à leur schéma d'aménagement et de développement des éléments du cadre normatif visant à contrôler l'utilisation du sol dans les zones de contraintes. Au Bas-Saint-Laurent et en Gaspésie, 4 des 11 MRC ayant reçu une cartographie des zones d'érosion côtière ont intégré celle-ci à leur schéma d'aménagement et de développement. Le cadre normatif applicable à l'érosion côtière pour ces mêmes MRC a aussi été intégré aux schémas d'aménagement et de développement afin de limiter les nouvelles constructions dans ces zones de contraintes.

Ces connaissances peuvent également éclairer l'examen et l'élaboration de projets en lien avec des cours d'eau lors du processus de délivrance des autorisations gouvernementales encadré au Québec par la Loi sur la qualité de l'environnement. Afin de réduire les risques associés aux aléas naturels, le gouvernement du Québec a mandaté l'UQAR pour réaliser une étude portant sur les zones d'inondation, d'érosion et d'embâcles dans les rivières Cap-Chat, Verte et Matane, situées

en Gaspésie. Pour ce faire, l'approche hydrogéomorphologique a été utilisée. Basée sur l'étude du comportement et des formes des cours d'eau, cette approche permet de déterminer l'espace de liberté propre au cours d'eau, c'est-à-dire l'espace permettant le déplacement latéral du lit d'un cours d'eau ainsi que l'espace susceptible d'être inondé<sup>11</sup>. De plus, l'approche diminue les coûts nécessaires à l'entretien et à l'aménagement des cours d'eau, tout en augmentant la sécurité des riverains.

L'approche hydrogéomorphologique a été utilisée pour d'autres projets de caractérisation, notamment ceux réalisés par des chercheurs de l'UQAR et de l'Université Concordia en collaboration avec Ouranos sur les rivières de la Roche et Yamaska Sud-Est, en Montérégie<sup>11</sup>, et par le Centre d'expertise hydrique du Québec, sur la rivière de la Fourche, en Chaudière-Appalaches<sup>12</sup>.

### **Gestion des berges dans les régions maritimes**

Sur la Côte-Nord, une entente spécifique sur l'érosion des berges (1999-2004) a permis d'établir un diagnostic de l'état des berges et de concevoir un plan préliminaire de gestion intégrée du littoral. Une cartographie des zones à risque d'érosion établie sur un horizon de 25 ans a été produite à partir d'une analyse des photographies aériennes permettant un retour sur les 70 dernières années. Après le dépôt de ces cartes, presque toutes les municipalités, MRC et réserves amérindiennes de la Côte-Nord ont adopté volontairement une réglementation qui limite les interventions et l'implantation de nouveaux bâtiments dans la zone à risque déterminée. Depuis 2005, le gouvernement du Québec a produit une cartographie précise des zones exposées à l'érosion littorale et aux glissements de terrain accompagnée d'un cadre normatif pour les MRC La Haute-Côte-Nord, Charlevoix et Manicouagan.

Au début des années 2000, certaines MRC de la région du Bas-Saint-Laurent et de la Gaspésie – Îles-de-la-Madeleine ont pris l'initiative de déterminer des zones exposées à l'érosion littorale afin d'y appliquer une réglementation. Quelques années plus tard, soit en 2008, le gouvernement du Québec a produit une cartographie préliminaire des types de côtes et un premier cadre normatif qu'il a soumis pour consultation aux MRC de ces régions. Après la forte tempête de décembre 2010 et à la demande du milieu municipal, la cartographie préliminaire a été actualisée par le gouvernement du Québec et un nouveau projet de cadre normatif a été proposé aux MRC du Bas-Saint-Laurent et de la Gaspésie. Les cartes des types de côtes, le projet de cadre normatif et un document d'information ont été transmis aux MRC pour consultation au mois d'août 2011. Ces outils permettent d'assurer un contrôle de l'occupation du sol dans les zones exposées à l'érosion littorale le long de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent.

### **Des efforts de prévention qui se poursuivent**

Le Cadre pour la prévention de sinistres 2013-2020, adopté en juin 2013 par le gouvernement du Québec, vise à poursuivre les efforts concertés des sept dernières années en gestion des risques pour les aléas d'érosion côtière, d'inondation et de glissement de terrain ainsi qu'à élargir sa portée à d'autres aléas, dont la submersion côtière. Ce nouveau cadre financier prévoit, sur sept ans, des investissements visant l'appréciation, le traitement et la communication des risques. Ces

efforts contribuent notamment à l'atteinte des objectifs de la Politique québécoise de sécurité civile 2014-2024.

### **Réaliser des actions concrètes : se protéger, s'adapter ou partir**

Pour assurer la sécurité des personnes et des biens, trois solutions sont possibles : la protection, l'adaptation ou le retrait.

Les études nous permettent de comprendre la dynamique riveraine et côtière dans un contexte global afin de proposer une solution pour l'ensemble d'un secteur et non pour une seule propriété<sup>13</sup>. En milieu côtier, l'échelle minimale à considérer est la cellule hydrosédimentaire, soit une zone de la côte délimitée par des entités naturelles, tels un cap, un delta, un estuaire ou une baie, ou anthropiques, telle une jetée portuaire, et dont le fonctionnement sédimentaire est relativement autonome par rapport aux cellules adjacentes. Des bilans sédimentaires peuvent être calculés pour chacune de ces cellules, ce qui permet d'avoir une compréhension des processus et du fonctionnement du système côtier. Les ouvrages rigides de stabilisation de la rive, tels que les murs et les enrochements, ne devraient être considérés qu'en dernier recours et pour certains types de côtes seulement, puisqu'ils risquent d'empirer la situation sur plusieurs aspects. Lorsque cela est possible, des modes de stabilisation qui reproduisent le fonctionnement naturel du littoral sont recommandés puisqu'ils permettent d'éviter les effets négatifs des structures rigides. En milieu riverain, plusieurs méthodes de stabilisation végétale s'avèrent efficaces et respectent le caractère naturel des cours d'eau.

La poursuite des efforts visant à localiser les zones exposées aux aléas naturels est essentielle. Par ailleurs, la mise en place d'une réglementation visant à encadrer l'utilisation du sol et les interventions inappropriées permettrait notamment d'éviter l'augmentation de la vulnérabilité des communautés riveraines et côtières par rapport aux risques associés à l'érosion, aux glissements de terrain, aux inondations et à la submersion. Une telle réglementation, qui interdirait aussi les nouvelles constructions, serait nécessaire pour les développements futurs dans les zones à risque.

Le contrôle du développement résidentiel par le zonage évite l'exposition additionnelle de personnes et de biens matériels aux aléas riverains et côtiers. Dans les zones déjà occupées, il est parfois plus sécuritaire et plus rentable à long terme de déménager les résidences, bâtiments et autres infrastructures situés dans des secteurs jugés à haut risque<sup>5</sup>. Acquérir des terrains et imposer des restrictions quant à l'utilisation des sols, par exemple, représentent aussi des options plus rentables et pérennes pour une municipalité que les mesures de stabilisation des rives ou d'entretien des cours d'eau. Dans les cœurs de village ou dans les périmètres d'urbanisation, la réglementation devrait limiter les interventions à la pièce et privilégier les solutions d'ensemble à l'échelle, par exemple, d'une cellule hydrosédimentaire en milieu marin ou d'un tronçon uniforme dans un cours d'eau, en tenant compte de la dynamique de la rivière à l'échelle du bassin

versant. Idéalement, ces solutions doivent tenir compte de la dynamique fluviale ou côtière, des milieux sensibles et des impacts environnementaux<sup>13</sup>.

## **S'adapter aux changements climatiques**

Les prévisions climatiques annoncent des événements météorologiques plus fréquents et plus intenses pouvant être à l'origine de divers aléas naturels tels que l'érosion, les glissements de terrain, les inondations et la submersion côtière<sup>5</sup>. Le gouvernement du Québec s'est doté, à la suite du Plan d'action sur les changements climatiques 2006-2012, d'une Stratégie d'adaptation aux changements climatiques 2013-2020. Cette stratégie a été élaborée dans le but de réduire la vulnérabilité de la population quant aux risques riverains et côtiers, lesquels sont susceptibles de s'accroître avec les changements climatiques<sup>5</sup>. Cette démarche vise à consacrer des efforts importants à l'élaboration de mesures d'adaptation de la société québécoise concernant notamment les risques associés à l'érosion.

Le programme Climat municipalités, découlant du Plan d'action sur les changements climatiques 2006-2012, a d'ailleurs encouragé les organismes municipaux à élaborer un plan d'adaptation aux changements climatiques. Les risques d'érosion font l'objet de l'un des plans déposés. Le Plan d'action sur les changements climatiques 2013-2020 confirme la grande préoccupation du gouvernement du Québec et son intention d'agir à l'aube des changements climatiques. Il entend notamment continuer à soutenir les organismes municipaux pour qu'ils cernent les vulnérabilités sur leur territoire et qu'ils les intègrent dans leur planification courante.

Des travaux de l'UQAR et d'Ouranos ont permis d'estimer l'impact des changements climatiques sur l'amplification du phénomène d'érosion des côtes. Une évaluation du recul de la ligne de côte en 2050 a été produite pour Sept-Îles, Percé et les Îles-de-la-Madeleine. D'autres projections côtières ont été réalisées par l'UQAR dans la baie des Chaleurs, aux Îles-de-la-Madeleine, dans le parc national du Canada Forillon et pour plusieurs secteurs de la Côte-Nord<sup>3, 14, 15</sup>. Ces projections, pour les horizons 2050, 2060 ou 2100, ont été faites à partir d'études sur la dynamique côtière et d'une analyse climatique et océanographique qui tient compte des changements climatiques. Des simulations ont également été réalisées en rivières afin d'estimer l'impact des changements climatiques sur la mobilité et l'inondabilité des cours d'eau.

## **Informé et sensibiliser la population**

Le gouvernement du Québec a le mandat de communiquer divers renseignements utiles à la population. Ces informations prennent la forme de rapports, de bilans, de guides, de conférences ou de relations avec les médias. Parmi les documents et outils de connaissance produits par le gouvernement du Québec, certains sont techniques et s'adressent davantage à une clientèle spécialisée, mais d'autres abordent des sujets plus généraux et sont destinés à la population en général.

Essentiellement, ces outils de communication, dont l'actuel Rapport sur l'état de l'eau et des écosystèmes aquatiques au Québec, visent à tenir la population informée sur l'état et l'évolution de l'érosion des rives et des côtes au Québec, sur les moyens à mettre en œuvre pour mieux

conserver et protéger les écosystèmes aquatiques, sur les exigences réglementaires en vigueur et sur tous les aspects de qualité de vie, de santé et de sécurité des citoyens en lien avec l'érosion.

Par ailleurs, des activités de sensibilisation et de partage d'information sont menées auprès de plusieurs communautés riveraines et côtières et de décideurs municipaux, notamment sur les préoccupations suivantes :

- le phénomène de l'érosion et les risques connexes pour les communautés riveraines et côtières;
- l'impact des structures rigides de stabilisation et les autres méthodes de stabilisation;
- l'effet des changements climatiques, les risques qu'ils accentuent dans les milieux riverains et côtiers et les adaptations possibles.

La participation des collectivités locales et une meilleure collaboration entre les différents acteurs constituent une voie incontournable pour mieux gérer les zones riveraines et côtières et les risques associés et, de ce fait, réduire la vulnérabilité des collectivités occupant les rives et les côtes<sup>16, 17</sup>.

Plusieurs organismes non gouvernementaux en partenariat avec le gouvernement, informent et sensibilisent la population afin de favoriser une meilleure gestion intégrée des zones riveraines et côtières. Les organismes de bassin versant, les comités de zone d'intervention prioritaire du Saint-Laurent et les tables de concertation régionales comptent parmi ces organismes. Mieux informés, les différents acteurs sont en mesure de prendre des décisions éclairées et concertées, puis de mieux soupeser les impacts socioéconomiques des mesures préventives par rapport aux mesures réactives.

## En savoir plus

Cadre de prévention des principaux risques naturels 2006-2013 et Cadre pour la prévention de sinistres 2013-2020 : <http://www.securitepublique.gouv.qc.ca/securite-civile/publications-statistiques-civile/inter-action/inter-action-vol-4-no-2/14161/14167.html>

Chaire de recherche en géoscience côtière de l'Université du Québec à Rimouski : [http://dgizc.uqar.ca/Chaire\\_de\\_recherche.aspx](http://dgizc.uqar.ca/Chaire_de_recherche.aspx)

Institut des sciences de la mer (ISMER) : <http://www.ismer.ca/-La-recherche->

Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières : <http://dgizc.uqar.ca/>

Laboratoire de recherche en géomorphologie et dynamique fluviale (UQAR) : <http://fluvial.uqar.ca/default.htm>

Lois et règlements du Québec : <http://www3.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/loisreglements.fr.html>

Ministère de la Sécurité publique – Les principaux risques naturels : <http://www.securitepublique.gouv.qc.ca/securite-civile/surveillance-territoriale.html>

Ouranos – Vulnérabilités, impacts et adaptation aux changements climatiques pour l'environnement maritime : <http://www.ouranos.ca/fr/programmation-scientifique/impacts-et-adaptation/environnement-maritime.php>

Plans d'action 2006-2012 et 2013-2020 sur les changements climatiques :  
<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/changementsclimatiques/pacc2020.htm>

Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables :  
<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/Eau/rives/index.htm>

Politique québécoise de sécurité civile 2014-2024 :  
<http://www.securitepublique.gouv.qc.ca/securite-civile/publications-statistiques-civile/politique-2014-2024/13593.html>

Schémas d'aménagement et de développement des MRC :  
<http://www.mamrot.gouv.qc.ca/amenagement-du-territoire/guide-la-prise-de-decision-en-urbanisme/planification/schema-damenagement-et-de-developpement/>

Stratégie gouvernementale d'adaptation aux changements climatiques :  
<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/changementsclimatiques/strategie-adaptation.htm>

# Les milieux humides

Ni complètement aquatiques ni complètement terrestres, les milieux humides constituent un maillon essentiel des milieux naturels du Québec. Ils sont composés d'une gamme variée d'écosystèmes, tels que les étangs, les marais, les marécages et les tourbières.



Alain Thibault, MFFP

Les milieux humides couvrent un peu plus de 10 % du territoire québécois. Sous l'effet de diverses pressions d'origine humaine ou de pressions associées aux changements climatiques, ces milieux subissent aujourd'hui des pertes directes de superficie ou font l'objet de perturbations.

Toute perte ou perturbation de milieux humides a des répercussions sur les services que ces milieux offrent et, conséquemment, sur le bien-être qu'en retire la société québécoise tant sur le plan de la santé et de la sécurité que sur le plan socioéconomique. En effet, les milieux humides ont la capacité de maintenir des conditions propices à la vie humaine. Ils contribuent notamment à l'alimentation en eau, à la régulation des crues, à la production de nourriture et aux plaisirs récréatifs.

Par conséquent, face aux pertes et aux perturbations des milieux humides et devant les préoccupations grandissantes du public à l'égard de ces écosystèmes, différentes mesures sont mises en œuvre au Québec. Celles-ci visent principalement la conservation et la gestion intégrée de ces milieux tout en tenant compte des principes de développement durable.

## Quelle est la situation et quelles sont les causes?

- [Une variété d'écosystèmes répartis inégalement sur le territoire](#)
- [Des perturbations ou des pertes de milieux humides attribuées aux activités humaines](#)
- [Des milieux humides envahis par des plantes exotiques envahissantes en bordure du Saint-Laurent](#)
- [En savoir plus](#)
- [Références](#)

Les milieux humides jouent un rôle de premier plan et procurent de nombreux services écologiques à l'ensemble de la population<sup>1</sup>. Ces écosystèmes, ni complètement aquatiques ni complètement terrestres, représentent un maillon essentiel des milieux naturels de la province. Ils sont composés d'une gamme variée d'écosystèmes, tels que les étangs, les marais, les marécages et les tourbières.

En l'absence d'une cartographie fine des milieux humides à l'échelle du Québec, les informations sur la répartition de ces écosystèmes reposent sur un éventail d'outils cartographiques qui incarnent une vision parcellaire de la réalité. Certaines bases de données sous-estiment en effet les petits milieux humides<sup>2</sup>, tandis que d'autres ne prennent pas en considération les milieux humides boisés. On estime cependant que les milieux humides couvrent un peu plus de 10 % du territoire québécois<sup>3</sup>. Il est reconnu qu'en plus de pertes directes, les milieux humides font l'objet de perturbations sous l'effet de diverses pressions d'origine humaine ou associées aux changements climatiques. Les espèces exotiques envahissantes influencent également la composition et la structure de ces écosystèmes dans certaines régions du Québec.

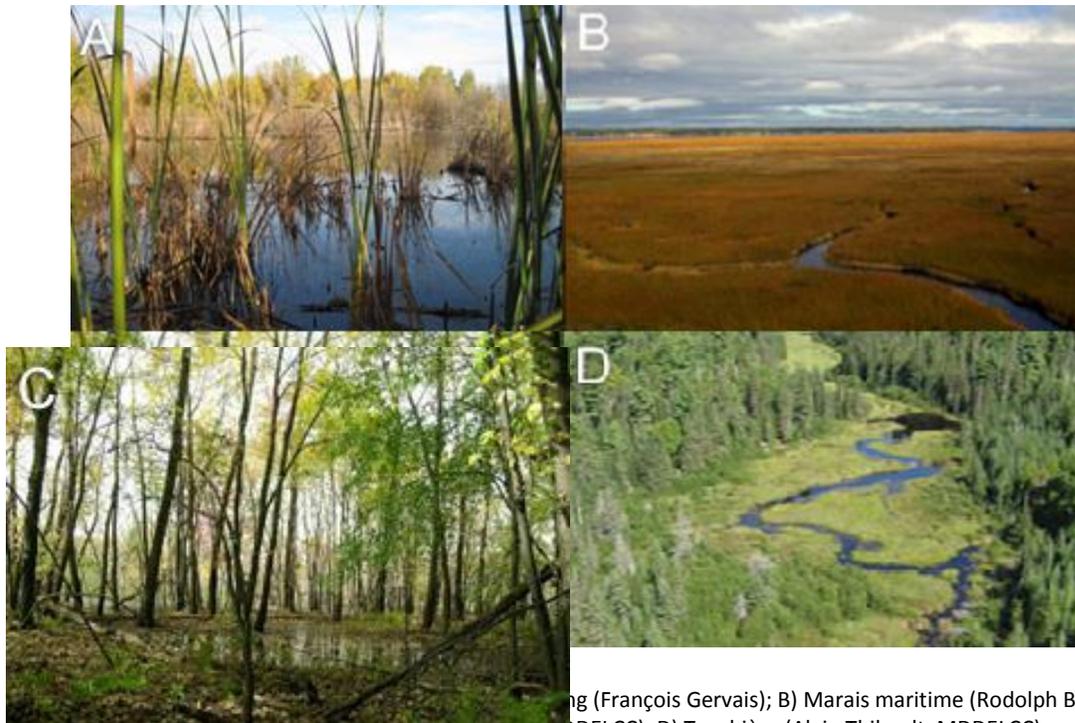
### Une variété d'écosystèmes répartis inégalement sur le territoire

Au Québec, il existe un large spectre de milieux humides partageant une caractéristique commune : une dynamique fortement influencée par la présence d'eau. Cette dernière influe sur les processus de formation des sols et, par le fait même, sur la présence de végétation<sup>4</sup>. Ces trois facteurs expliquent la grande variété d'écosystèmes observée sur le territoire. Dans la majorité des cas, les milieux humides sont composés d'un assemblage de différents types de milieux humides juxtaposés. Typiquement, ce sont soit des associations d'étangs, de marais, de marécages, soit des tourbières bordées de marécages qui façonnent le paysage du Québec. Ils sont répartis de manière inégale sur l'ensemble du territoire.

### Plusieurs types de milieux humides façonnent les paysages du Québec

Certains milieux humides sont isolés et alimentés par les précipitations, l'eau de la fonte des neiges ou les eaux souterraines. C'est le cas des étangs temporaires ([Photo 53](#) Principaux types de milieux humides : A) Étang (François Gervais); B) Marais maritime (Rodolph Balej, MDDELCC); C) Marécage (Rhéal Carpentier, MDDELCC); D) Tourbière (Alain Thibault, MDDELCC)A). D'autres, en revanche, comme la plupart des marais, sont rattachés à des cours d'eau, à un lac ou au fleuve Saint-Laurent. Les milieux humides bordant le fleuve Saint-Laurent peuvent en outre être influencés par le niveau d'eau des marées et la salinité de l'eau ([Photo 53](#) Principaux types de milieux humides : A) Étang (François Gervais); B)

Marais maritime (Rodolph Balej, MDDELCC); C) Marécage (Rhéal Carpentier, MDDELCC); D) Tourbière (Alain Thibault, MDDELCC)B).



ng (François Gervais); B) Marais maritime (Rodolph Balej, MDDELCC); C) Marécage (Rhéal Carpentier, MDDELCC); D) Tourbière (Alain Thibault, MDDELCC)

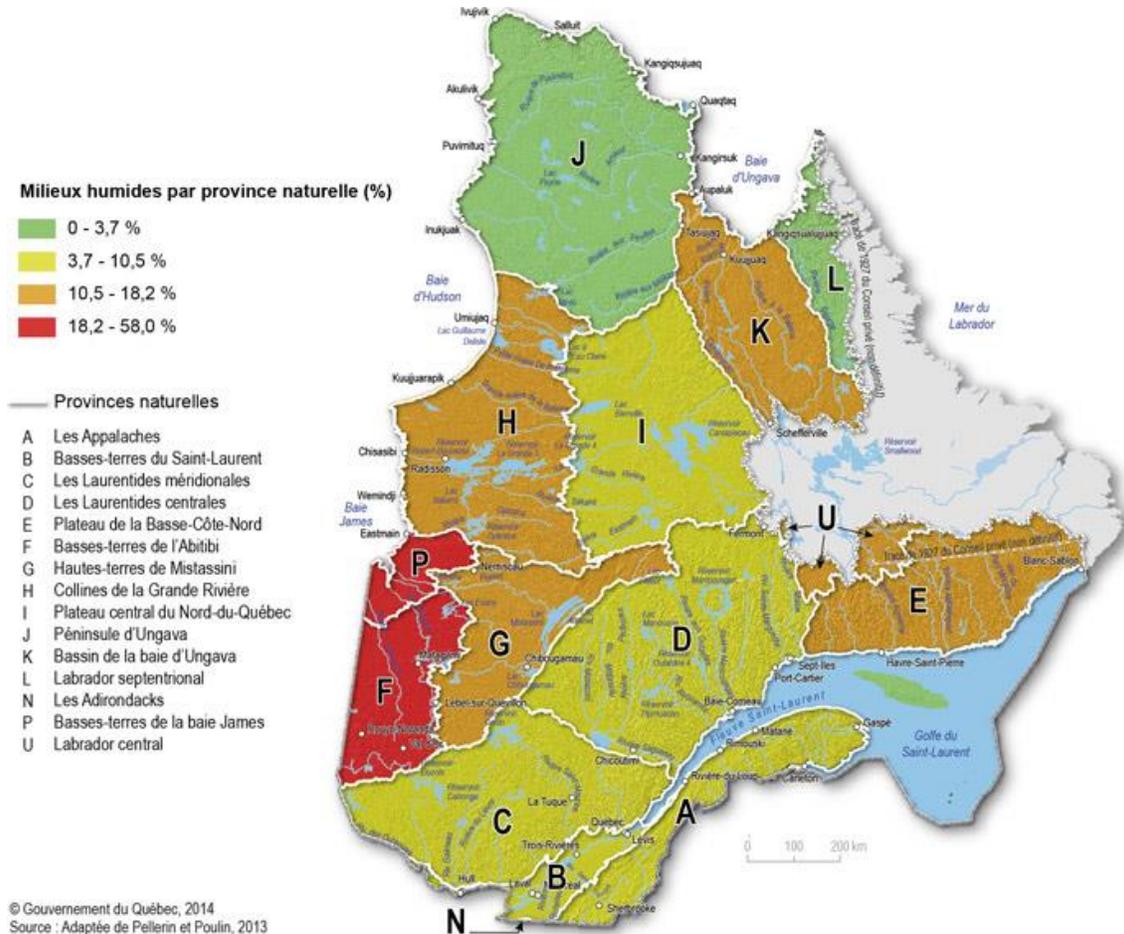
Plusieurs milieux humides se forment sur des sols minéraux, d'autres sur des sols organiques. Ainsi, typiquement, les marécages sont dominés par une végétation croissant sur un sol minéral avec un mauvais ou très mauvais drainage (Photo 53C). Les tourbières, en revanche, sont constituées d'un sol organique résultant de l'accumulation de végétaux à différents stades de décomposition (Photo 53D). Les écosystèmes tourbeux représentent d'ailleurs l'immense majorité des milieux humides du territoire québécois.

La végétation est un des éléments permettant de caractériser les milieux humides. Ainsi, les marais sont dominés par une végétation herbacée, alors que les marécages sont composés majoritairement d'une végétation ligneuse, arbustive ou arborescente. Les plantes de milieux humides sont adaptées aux conditions d'inondation ou de saturation du sol en eau. Certaines se développent exclusivement dans ces milieux, comme le carex faux-lupulina ou l'érable argenté.

### La répartition des milieux humides à l'échelle du Québec

La superficie couverte et la répartition géographique des milieux humides diffèrent selon le contexte écologique étudié. Ce contexte peut être analysé à partir des provinces naturelles. Une province naturelle est un territoire de grande étendue dont la reconnaissance repose sur différentes variables écologiques, dont la nature et la configuration du socle rocheux, le relief, l'hydrographie et les dépôts de surface. Le Québec est divisé en 15 provinces naturelles qui occupent la très grande majorité du territoire et 5 provinces naturelles limitrophes.

Ainsi, les milieux humides sont très représentés dans les Basses-terres de la Baie James (province P), les Basses-terres de l’Abitibi (province F), les Hautes-terres de Mistassini (G) et le Plateau de la Basse-Côte-Nord (province E ; [Carte 39](#) Proportion de milieux humides par province naturelle adaptée de 2). Les superficies de milieux humides dans ces quatre provinces naturelles représentent 44 % de la superficie totale des milieux humides du Québec<sup>2</sup>. En revanche, c’est dans les Basses-terres de la Baie-James (province P) que la densité de milieux humides est la plus importante. Cette province naturelle est en effet occupée à près de 60 % par des milieux humides.



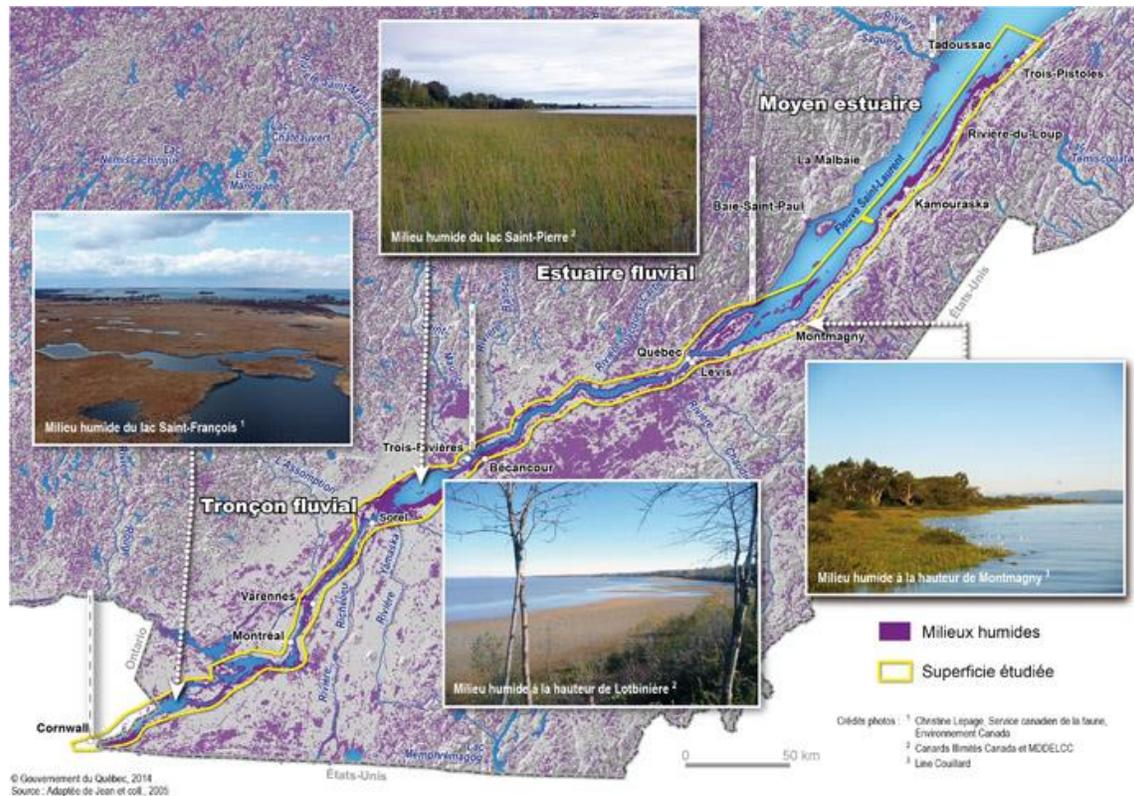
**Carte 39** Proportion de milieux humides par province naturelle adaptée de 2

La répartition de ces écosystèmes est également variable au sein d’une même province naturelle. Ainsi, dans la province naturelle du Plateau de la Basse-Côte-Nord (province E) les tourbières se concentrent tout au long de la frange maritime.

### La répartition des milieux humides le long du Saint-Laurent

Les rives et les îles du fleuve Saint-Laurent accueillent des milieux humides sur près de 800 km<sup>2(5)</sup>, des marais et des marécages essentiellement. La répartition spatiale et la composition de ces écosystèmes sont toutefois variables. Ainsi, selon un suivi des milieux humides effectué au début des années 2000 entre Cornwall et Trois-Pistoles, la majorité des milieux humides se concentre

dans le tronçon fluvial du Saint-Laurent<sup>4</sup> (Carte 40). La faible pente des rives dans ce secteur est favorable à l'établissement de milieux humides, en particulier au sud-ouest du lac Saint-François, au sud du lac Saint-Louis, dans le secteur de Varennes-Contrecoeur<sup>6</sup> ainsi qu'au lac Saint-Pierre. Ce dernier présente d'ailleurs les plus grandes superficies de marais et marécages de la partie fluviale du Saint-Laurent, dont de nombreuses érablières argentées<sup>7</sup>. Les milieux humides du lac Saint-Pierre sont d'ailleurs reconnus depuis 1998 comme des écosystèmes d'importance internationale selon la convention RAMSAR<sup>8</sup>.



Carte 40 Milieux humides bordant le Saint-Laurent adaptée de 5

Bien que moins abondants que dans le tronçon fluvial du Saint-Laurent, des milieux humides sont présents dans l'estuaire et le golfe. Des milieux humides d'eau douce sans marée et avec marée caractérisent l'estuaire fluvial, entre la sortie du lac Saint-Pierre et la pointe est de l'île d'Orléans<sup>7</sup>. Sur ce tronçon, les milieux humides occupent principalement la rive nord du fleuve et la rive nord de l'île d'Orléans. Les milieux humides de l'estuaire moyen sont pour leur part dominés par des marais d'eau douce et des marais maritimes. Ils couvrent la rive sud du fleuve entre Montmagny et Trois-Pistoles ainsi que l'Isle-aux-Grues<sup>7</sup>. Enfin, les données demeurent insuffisantes pour dresser un portrait complet de l'état de la situation de l'estuaire maritime et du golfe, mais dans l'ensemble, le nombre de marais est beaucoup plus restreint sur cette portion du Saint-Laurent.

## **Des perturbations ou des pertes de milieux humides attribuées aux activités humaines**

Les milieux humides évoluent dans le temps et l'espace au gré des interactions avec leur milieu environnant. Toute intervention humaine sur les trois composantes fondamentales que sont l'eau, le sol et la végétation a conséquemment des incidences sur les milieux humides. Au Québec, la perception inégale de la valeur de ces écosystèmes par les intervenants du milieu et la méconnaissance des concepts utilisés pour délimiter et caractériser ces écosystèmes ont contribué pendant longtemps à favoriser leur dégradation ou leur perte. Malgré les changements graduels amorcés dans les façons de faire, les activités humaines continuent toujours d'exercer des pressions parfois fortes sur ces écosystèmes.

Les pressions exercées sur les milieux humides, comme le drainage, le creusement, le remblayage et les coupes abusives, déstructurent le couvert végétal et le sol<sup>2</sup>. Elles entraînent une modification des fonctions écologiques de ces milieux, ce qui engendre un large spectre de perturbations allant de la disparition partielle des fonctions rendues par les écosystèmes à des pertes totales et irréversibles.

Dans de nombreux cas cependant, la dégradation ou la perte de milieux humides conduisent à une perte d'habitats pour la faune et la flore. Ce déclin de la biodiversité engendre à son tour des effets néfastes sur le bien-être humain, notamment sur la santé, sur la vulnérabilité des populations face aux catastrophes naturelles et sur l'accès à des matières premières ou à une eau de bonne qualité. L'ampleur des pertes ou perturbations enregistrées varie selon le type d'activités et le contexte territorial dans lequel s'inscrivent les milieux humides.

### **À l'échelle du Québec, des perturbations ou des pertes de tourbières**

À l'échelle du Québec, le bilan des perturbations ou pertes en milieux humides est peu documenté<sup>2</sup>. De surcroît, dans le nord du Québec, les connaissances sur ces écosystèmes sont parcellaires et les chiffres avancés sont souvent sous-évalués. Toutefois, des travaux de recherche estiment qu'un peu plus de 6 000 km<sup>2</sup> de tourbières auraient été perturbés au Québec dans les cinquante dernières années<sup>9</sup>. Sachant que près de 85 % des milieux humides sont constitués de tourbières<sup>2</sup> ce résultat donne une certaine indication quant aux pertes et perturbations que subissent ces milieux.

### **Dans les Basses-terres du Saint-Laurent, des perturbations ou pertes associées à l'urbanisation ainsi qu'aux activités agricoles et forestières**

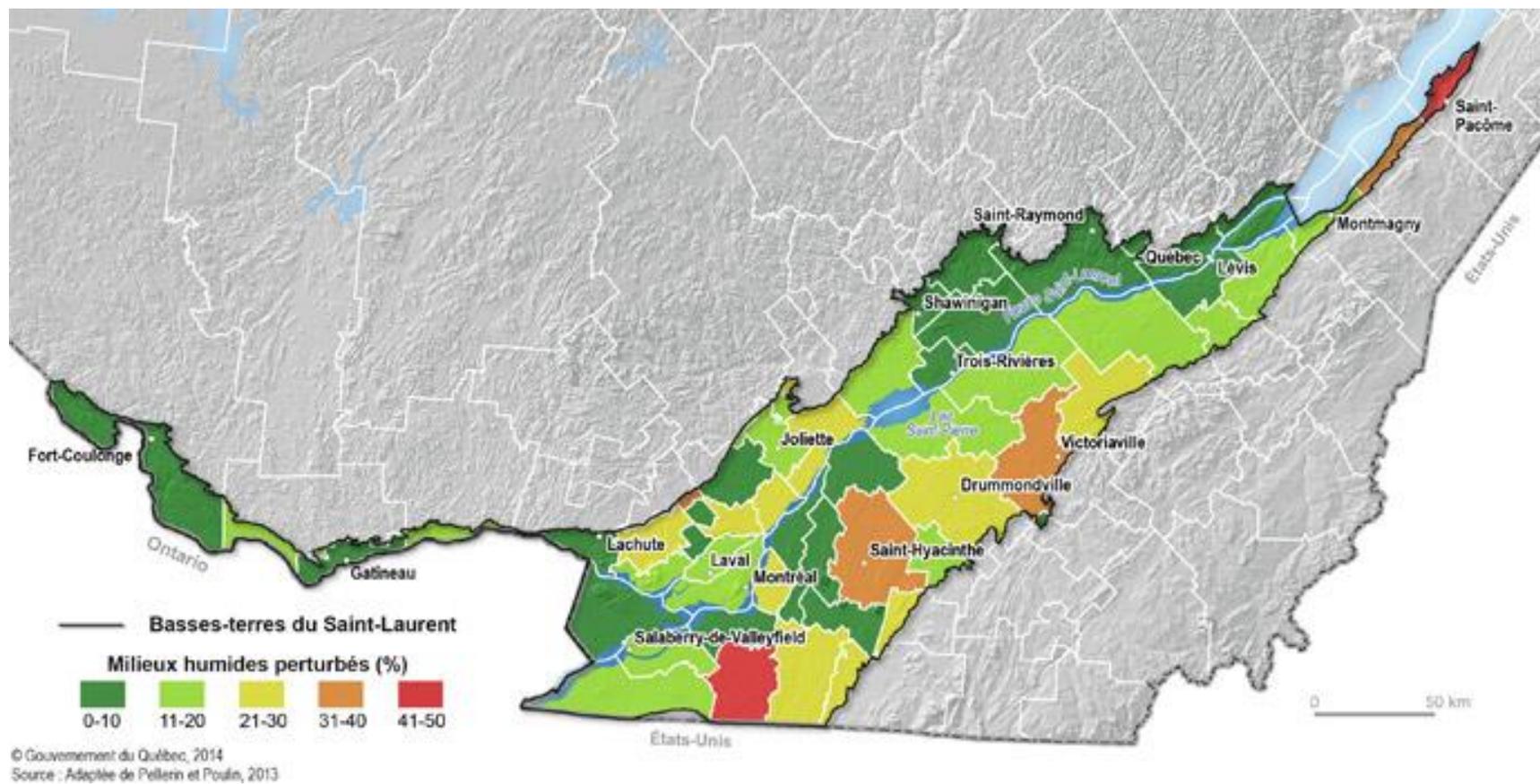
À l'échelle des Basses-terres du Saint-Laurent, les superficies de milieux humides perdues depuis le début de la colonisation sont importantes<sup>2</sup>. À titre d'exemple, entre 1966 et 1981, plusieurs milieux humides des régions de Montréal et de Québec ont été convertis en milieux urbains et agricoles. Durant cette période, une diminution de 7 % de la superficie des marais et marécages a été relevée dans la région de Montréal. Dans la région de Québec, cette superficie a été réduite de 12 %<sup>10</sup>.

Plus récemment, soit entre 1990 et 2011, 567 km<sup>2</sup> de milieux humides des Basses-terres du Saint-Laurent ont été affectés, ce qui représente environ 19 % de la superficie totale des milieux humides de ce territoire ([Carte 41](#) Proportion de milieux humides perturbés dans les Basses-terres du Saint Laurent <sup>adaptée de 2</sup>). Parmi les municipalités régionales de comté (MRC) ou parties de MRC incluses dans ce territoire, celles qui présentent les plus forts taux de perturbation sont les Jardins-de-Napierville et Kamouraska ([Carte 41](#) Proportion de milieux humides perturbés dans les Basses-terres du Saint Laurent <sup>adaptée de 2</sup>). En outre, les plus grandes superficies de milieux humides perturbées couvrent les régions du Centre-du-Québec et de la Montérégie : les MRC de L'Érable, d'Arthabaska, de Lotbinière et des Jardins-de-Napierville sont les plus affectées.

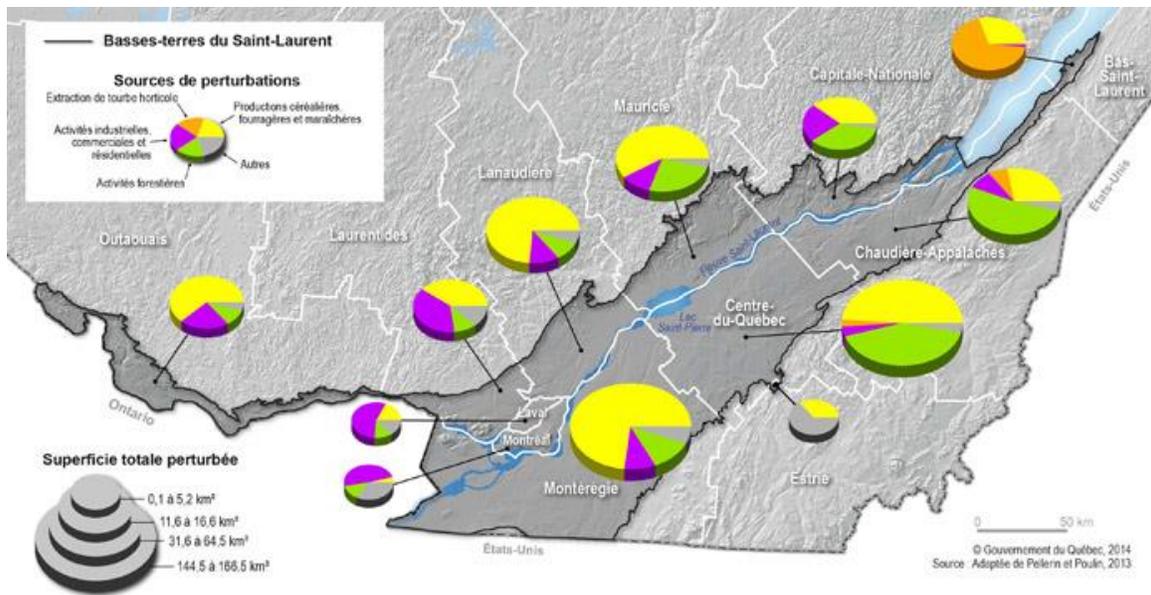
Les activités agricoles, incluant la production des canneberges, et les activités forestières sont responsables, respectivement, d'environ 50 et 25 % des perturbations affectant les milieux humides des Basses-terres du Saint-Laurent (Tableau 7).

**Tableau 7** Superficies de milieux humides perturbées dans les Basses-terres du Saint-Laurent par grandes sources de perturbations <sup>tiré de 2</sup>

Source des perturbations	Superficies perturbées (%)
<b>Activités agricoles</b>	<b>50,0</b>
Productions céréalières, fourragères et maraîchères	44,2
Production de canneberges	5,8
<b>Activités forestières</b>	<b>25,5</b>
<b>Infrastructures de transport</b>	<b>8,3</b>
Réseau routier	5,2
Lignes de transport hydroélectrique	2,9
Chemin de fer	0,2
<b>Développement résidentiel</b>	<b>4,9</b>
<b>Activités industrielles et commerciales</b>	<b>4,2</b>
<b>Extraction de tourbe horticole</b>	<b>1,1</b>
<b>Loisirs</b>	<b>1,1</b>
<b>Autres</b>	<b>3,0</b>



Carte 41 Proportion de milieux humides perturbés dans les Basses-terres du Saint Laurent adaptée de 2



**Carte 42** Proportion des sources de perturbations dans les régions administratives situées en partie ou en totalité dans les Basses-terres du Saint-Laurent <sup>adaptée de 2</sup>

Les sources de perturbations recensées sont toutefois variables d’une région à l’autre du Québec. Ainsi, dans la moitié des régions administratives situées en partie ou en totalité dans les Basses-terres du Saint-Laurent, les activités agricoles sont la principale source de perturbations des milieux humides (Carte 42). Les milieux humides situés dans les régions de Lanaudière et de la Montérégie sont particulièrement touchés par ce type d’activité<sup>2</sup>. En milieu agricole, les milieux humides sont susceptibles d’être affectés, entre autres, par le remblayage et le drainage, le creusage et le redressement de cours d’eau ainsi que le déboisement.

Trois principaux types de production agricole sont à l’origine de ces pressions : les productions céréalières et fourragères, la culture maraîchère et la production de canneberges<sup>2</sup>. Les cultures céréalières couvrent plusieurs secteurs des Basses-terres du Saint-Laurent, alors que la production maraîchère se concentre principalement dans les régions de la Montérégie et de Lanaudière. Les produits maraîchers en champ sont cultivés à un peu plus de 35 % sur des sols riches en matières organiques<sup>11</sup>. Ces sols, aussi appelés terres noires, sont par définition des sols de milieux humides. Quant aux perturbations associées à la production de canneberges, elles sont surtout relevées dans la région du Centre-du-Québec, principalement dans les MRC de Bécancour et de Drummond<sup>2</sup>.

De plus, les activités forestières pratiquées sur des terres privées dans les Basses-terres du Saint-Laurent entraînent des perturbations dans les régions de la Chaudière-Appalaches et du Centre-du-Québec (Carte 42). Localement, les pressions exercées sur les milieux humides peuvent être liées à l’utilisation de la machinerie dans les boisés privés.

Les activités associées aux développements résidentiels et industriels sont surtout présentes dans les régions de Montréal et de Laval<sup>2</sup> ([Carte 42](#) Proportion des sources de perturbations dans les régions administratives situées en partie ou en totalité dans les Basses-terres du Saint-Laurent <sup>adaptée de 2</sup>). Ces activités engendrent des pertes irréversibles. Bien que ce soient majoritairement des milieux humides de faible superficie qui sont affectés, ceux-ci peuvent jouer un rôle important sur le plan de la biodiversité à l'échelle régionale ainsi que sur le plan du fonctionnement hydrologique. De plus, ils peuvent représenter un intérêt accru en raison de leur rareté à l'échelle locale et de la grande valeur sociale qu'ils représentent pour la population environnante.

L'extraction de tourbe à des fins horticoles se pratique majoritairement dans la région du Bas-Saint-Laurent<sup>2</sup>. La récolte de tourbe implique notamment le drainage des tourbières et le retrait de la végétation.

Enfin, les réseaux routiers et de transport hydroélectrique ainsi que les chemins de fer ont aussi un impact sur les superficies de milieux humides à l'échelle des Basses-terres du Saint-Laurent. Les déséquilibres qu'ils occasionnent sont surtout liés à une fragmentation des habitats et, conséquemment, à une perte potentielle de la diversité biologique des milieux humides. Le réseau routier et les chemins de fer contribuent également à une modification du régime hydrologique de ces écosystèmes.

### **Dans la partie nord du Québec, des perturbations ou pertes associées à la production d'hydroélectricité et aux activités forestières**

Au nord du 52<sup>e</sup> parallèle, l'empreinte humaine, c'est-à-dire les zones où l'homme exerce ou a exercé une activité pouvant avoir un impact important sur les écosystèmes, est limitée au regard de l'immensité de ce vaste territoire. Les principales activités qui ont contribué à modifier de grandes étendues de milieux humides sont la création de réservoirs pour la production d'énergie hydroélectrique ainsi que la construction et l'entretien des réseaux de lignes de transport d'énergie. Ce sont pour l'essentiel des tourbières qui ont été ennoyées ou affectées par des déviations de cours d'eau et des emprises de lignes électriques, en particulier dans les secteurs de la Grande Rivière et de la rivière Eastmain<sup>8</sup>. Une étude a estimé à 1 130 km<sup>2</sup> la superficie totale de tourbières ennoyées pour ces secteurs<sup>8</sup>. Plus sporadiquement, les activités minières peuvent être une source locale de perturbations.

À la limite sud du 52<sup>e</sup> parallèle, l'immense majorité du territoire est occupée par la forêt boréale, laquelle fait l'objet d'une gestion publique. Ce territoire est riche en milieux humides. La plupart de ces milieux retrouvent leur caractère naturel après coupe. Toutefois, certaines activités de récolte, la voirie et les activités connexes, comme le transport et la construction de camps, peuvent perturber le sol de façon temporaire ou permanente. Entre autres, ces activités peuvent avoir des répercussions physiques importantes comme le compactage ou l'orniérage fréquent sur les sols à faible portance<sup>12</sup>. Localement, le drainage des sols a aussi eu des répercussions sur les milieux humides. Par contre, le drainage des sols, autrefois pratiqué surtout dans les basses terres de l'Abitibi, n'est plus une préoccupation au Québec puisque ce type d'intervention ne se pratique plus en forêt publique et n'est plus subventionné en forêt privée.

Par ailleurs, les effets des changements climatiques sur les milieux humides deviennent nettement perceptibles<sup>13</sup>. Des modifications dans la structure des tourbières sont en effet observées dans la partie nord du Québec. Sous l'effet d'une combinaison de facteurs en lien avec



**Photo 54** Effets de la fonte du pergélisol : la tourbière à palse (Alain Thibault, MFFP)

la hausse des températures, le pergélisol se réchauffe et fond à certains endroits (Photo 54). Cette dégradation du pergélisol, qui s'étend sur l'ensemble du Nunavik et par plaques sur le territoire de la Jamésie, entraîne l'effondrement de nombreuses tourbières et la formation de mares de fonte. Ces transformations peuvent avoir des répercussions profondes sur la végétation et les cycles de l'eau et du carbone<sup>14</sup>. Ainsi, la limite méridionale du pergélisol s'est déplacée d'environ 130 km vers le nord depuis 50 ans dans les tourbières de la Jamésie<sup>14</sup>.

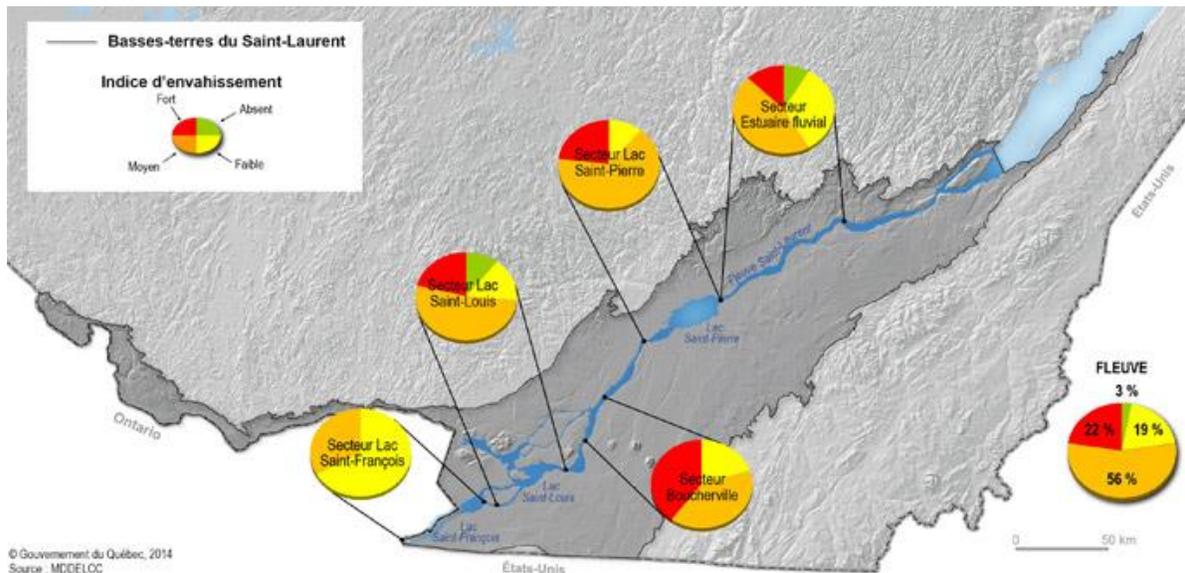
## Des milieux humides envahis par des plantes exotiques envahissantes en bordure du Saint-Laurent

Depuis plusieurs années, des changements dans la composition des espèces végétales des marais et marécages bordant le fleuve Saint-Laurent sont constatés<sup>15</sup>. La modification du profil des rives du fleuve, le dragage du chenal de navigation et la régulation des niveaux d'eau<sup>15</sup> peuvent accentuer la propagation des espèces exotiques envahissantes et conduire à la disparition d'espèces indigènes caractéristiques des milieux humides. Sur les 300 sites ayant fait l'objet d'un suivi entre 2008 et 2010, 246 ont été touchés par des espèces exotiques envahissantes. De ces sites, 22 % étaient fortement envahis, 56 % moyennement envahis, 19 % faiblement envahis et 3 % ne présentaient aucun signe d'envahissement (carte 43). Les espèces exotiques envahissantes suivies étaient l'alpiste roseau, le butome à ombelle, l'hydrocharide grenouillette, le myriophylle à épi, le roseau commun et la salicaire commune.

Les secteurs de Boucherville et du lac Saint-Pierre étaient les plus touchés par la propagation des espèces ciblées. De leur côté, le lac Saint-François et l'estuaire fluvial, lequel s'étend de la sortie du lac Saint-Pierre à la pointe est de l'île d'Orléans, étaient les secteurs les moins touchés<sup>3</sup>. Le roseau commun (Photo 55) et l'alpiste roseau, lorsqu'ils étaient présents, dominaient les milieux humides étudiés, alors que la salicaire commune y était la plus fréquente, bien que rarement dominante.



**Photo 55** Roseau commun (Isabelle Simard, MDDELCC)



**Carte 43** Suivi des espèces exotiques envahissantes des milieux humides du Saint-Laurent<sup>3</sup>

La propagation des espèces exotiques envahissantes dans les milieux humides risque d'être exacerbée avec les changements climatiques attendus au cours des 50 prochaines années. Le lac Saint-Pierre serait plus particulièrement touché. Dans ce secteur, la superficie des roselières pourrait éventuellement augmenter par un facteur de 100, passant de 134 hectares de superficie estimée en 2010 à plus de 13 000 hectares d'ici 50 ans. Avec cette expansion, le lac Saint-Pierre deviendrait le plus vaste complexe de roselières sur le continent nord-américain<sup>16</sup>. Au lac Saint-Louis et aux îles de Contrecoeur, la superficie des habitats favorables à la germination du roseau commun pourrait augmenter de 40 à 50 % par rapport à celle de 2010<sup>16</sup>.

### En savoir plus

MDDELCC - Milieux humides : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rives/milieuxhumides.htm>

### Quels sont les effets sur vous?

- Avec les pertes de milieux humides viennent les pertes de services écologiques
  - Les pertes de services écologiques ont un effet sur la qualité de vie
- **En savoir plus**
- [Références](#)

Les milieux humides sont reconnus mondialement pour l'importance de leurs fonctions et les nombreux services qu'ils offrent à l'être humain. Ces services sont très diversifiés, allant de l'alimentation en eau, à la régulation des crues et à la production de nourriture jusqu'aux plaisirs

récréatifs. Ainsi, toute perte ou perturbation de milieux humides a indubitablement des répercussions sur les services que ces milieux offrent et, conséquemment, sur le bien-être qu'en retire la société québécoise tant sur le plan de la santé et de la sécurité que sur le plan socioéconomique.

### **Avec les pertes de milieux humides viennent les pertes de services écologiques**

À l'échelle de la planète, les modifications apportées aux écosystèmes ont été bénéfiques pour le bien-être de l'humain, notamment en favorisant le développement économique des sociétés<sup>1</sup>. Ces transformations ont permis de satisfaire les besoins croissants des populations, notamment en eau et en nourriture. L'agriculture, la pêche et l'exploitation forestière ont été des supports essentiels aux stratégies de développement du Québec. Toutefois, ces gains ont été acquis au prix d'une dégradation, voire d'une perte de nombreux milieux humides. Dans les Basses-terres du Saint-Laurent, 19 % des milieux humides auraient été perturbés ou perdus entre 1990 et 2011<sup>2</sup>.

Or, toute intervention humaine directe ou indirecte sur les milieux humides a des répercussions sur les services écologiques qu'offrent ces écosystèmes. Les services écologiques représentent les bénéfices que les humains peuvent tirer, directement ou indirectement, des écosystèmes pour assurer leur bien-être<sup>1</sup>. Ils sont généralement divisés entre quatre grandes catégories : les services d'approvisionnement, les services de régulation, les services socioculturels et les services de support<sup>1,3</sup>.

Les services d'approvisionnement correspondent à des produits « finis » que procurent les milieux humides, comme de la nourriture tels les poissons et les fruits, des fibres et du combustible tels la tourbe et le bois. Les services de régulation réfèrent notamment à la régulation du climat, à la régulation des inondations ainsi qu'aux capacités de purification de l'air et de filtration de l'eau des milieux humides. Les services socioculturels sont associés aux biens non matériels fournis par les milieux humides à travers leurs attraits touristiques, pédagogiques, religieux ou spirituels. Enfin, les services de support correspondent aux processus de base nécessaires au fonctionnement même des milieux humides, comme la production primaire ou la constitution des sols. Ces services ne sont pas directement utilisés par l'homme, mais des perturbations internes aux milieux humides peuvent indirectement affecter les autres types de services écologiques.

Un peu plus de 60 % des services écologiques offerts par les écosystèmes planétaires, y compris les milieux humides, seraient en voie d'être détériorés par les activités humaines<sup>1</sup>. Cette dégradation des services écologiques pourrait même s'accroître de manière considérable avec les changements climatiques anticipés<sup>1</sup>. Or, notre bien-être dépend de la capacité des écosystèmes à fournir ces services écologiques de manière permanente.

### **Les pertes de services écologiques ont un effet sur la qualité de vie**

L'information disponible pour évaluer les conséquences des pertes et perturbations de services écologiques fournis par les milieux humides sur le bien-être de la population québécoise est limitée. Il est en effet difficile de chiffrer, voire d'estimer l'influence de ces changements. Cependant, les grandes lignes des effets néfastes de la dégradation des services écologiques

offerts par les milieux humides sur la sécurité, la santé, les relations sociales ainsi que sur les économies locales et nationales peuvent être tracées.

Ainsi, la sécurité des populations est en partie liée à la capacité qu'ont les milieux humides à atténuer la vulnérabilité de ces mêmes populations face à des stress naturels, comme les phénomènes d'érosion, d'inondation ou de submersion. En stabilisant les sols, la végétation des marais ou des marécages freine en effet ces phénomènes.

La disparition des milieux humides peut en outre engendrer des risques pour la santé des populations. Souvent comparés à des reins, ces écosystèmes contribuent de plus à filtrer l'eau, assurant à la population une eau de bonne qualité à des fins de consommation domestique, agricole ou industrielle. Lieu de villégiature et de repos, ces espaces naturels favorisent le bien-être psychosocial et la santé mentale. Par ailleurs, une grande variété de plantes, comme le riz sauvage ou le bleuet, d'oiseaux, de poissons et de crustacés vivant dans les milieux humides peuvent être consommés par l'être humain.

L'impact de la perte de services socioculturels des milieux humides revêt une grande importance pour certaines personnes. Les paysages singuliers offerts par les complexes de milieux humides représentent en effet un patrimoine culturel majeur et peuvent également être étroitement associés à des croyances religieuses ou culturelles. Le territoire du lac Saint-Paul, à Bécancour, par exemple, représente pour les Abénaquis un lieu ancestral d'importance<sup>4</sup>. Par ailleurs, les milieux humides sont une source inépuisable d'observation et d'étude de la nature et de son fonctionnement.

Les milieux humides soutiennent une importante activité économique. Aussi, la perte de ces écosystèmes entraîne des coûts accrus pour la société sur le plan du traitement de l'eau, de la santé, de l'irrigation, du transport de l'eau et de l'approvisionnement en eau ainsi qu'une baisse de revenus liés aux activités touristiques. Pour les individus, ces pertes peuvent se traduire par des hausses des coûts d'assurance en raison d'une augmentation des risques d'inondation ou d'une diminution de la valeur foncière des propriétés<sup>5</sup>.

Les coûts relatifs à la perte de milieux humides peuvent être estimés en attribuant aux services écologiques rendus par ces écosystèmes une valeur monétaire. Cette dernière est associée à leur usage direct, comme la production de tourbe ou la récolte de petits fruits, et à leur usage intangible ou non marchand, comme leur capacité à filtrer l'eau. Au Québec, des études récentes ont permis d'attribuer des valeurs monétaires à des milieux humides situés dans différentes régions du Québec. Ainsi, pour la Ceinture verte de Montréal, qui s'étend jusqu'au lac Saint-Pierre, la valeur des services écologiques rendus par l'ensemble des milieux humides a été évaluée à 611,2 M\$/an<sup>6</sup>. Dans le bassin versant de la rivière Yamaska, cette valeur a été estimée entre 17 879 \$/ha/an et 18 965 \$/ha/an, alors que dans le bassin versant de la rivière Bécancour, elle s'élève entre 10 602 \$/ha/an et 14 063 \$/ha/an<sup>5</sup>. Il est mondialement reconnu que les milieux humides sont parmi les écosystèmes produisant en moyenne la plus grande valeur monétaire de services écologiques par hectare<sup>7</sup>.

## En savoir plus

Services écologiques : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/capsules/index.htm>

## Que fait-on pour y remédier ?

- Localiser et caractériser les milieux humides
- Favoriser la conservation et l'utilisation durable des milieux humides
- Conserver des milieux d'intérêt
  
- Gérer durablement les milieux humides
- Considérer les milieux humides dans la planification du développement et de l'aménagement du territoire
- Protéger, restaurer et valoriser les milieux humides
- Surveiller la propagation des espèces végétales exotiques envahissantes des milieux humides du Saint-Laurent
- Informer et sensibiliser la population
- En savoir plus
- [Références](#)

Face aux pertes et aux perturbations des milieux humides et aux préoccupations grandissantes du public à l'égard de ces écosystèmes, différentes mesures sont mises en place au Québec. Celles-ci visent la conservation et la gestion intégrée de ces milieux tout en tenant compte des principes de développement durable.

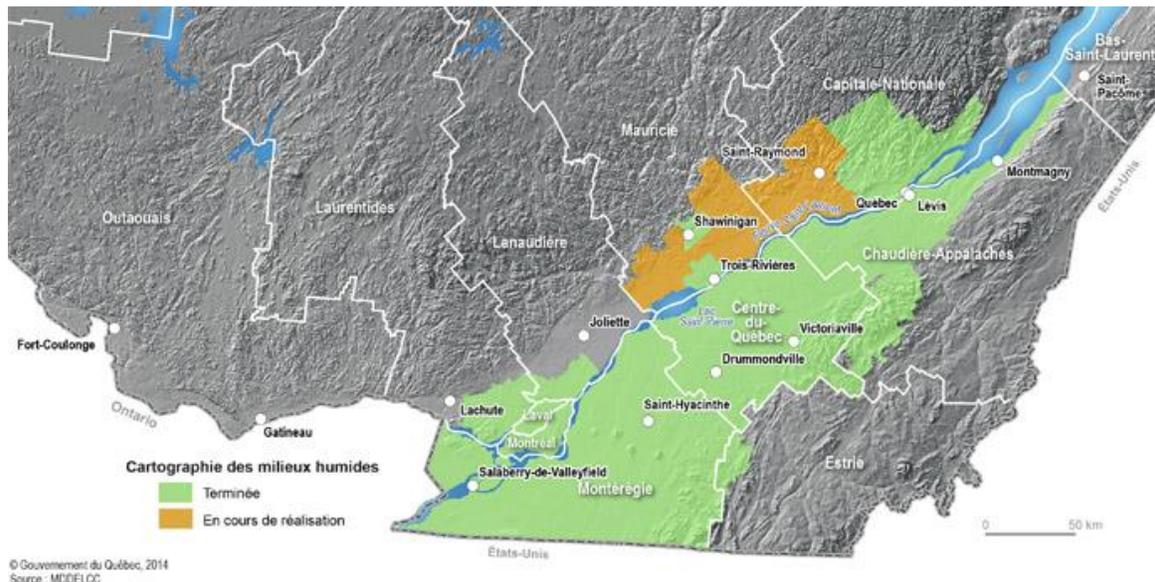
Ainsi, des efforts sont déployés pour acquérir de plus amples connaissances sur les milieux humides, pour mieux les protéger, pour encadrer les interventions dans ces écosystèmes et régir leur utilisation ainsi que pour mieux les considérer dans le développement et l'aménagement du territoire. De plus, divers projets de restauration, de création et de valorisation écologique des milieux humides sont mis en œuvre chaque année. Enfin, l'information et la sensibilisation du public demeurent des activités essentielles à la préservation de ces écosystèmes dont l'importance est trop souvent méconnue.

## Localiser et caractériser les milieux humides

Il n'existe pas de cartographie uniforme et détaillée des milieux humides à l'échelle du territoire québécois. Une cartographie appuyée sur la combinaison de plusieurs bases de données a toutefois permis de cerner les secteurs pouvant correspondre à ces milieux. Par ailleurs, afin de satisfaire au besoin d'une connaissance fine et actualisée des milieux humides, des inventaires sont actuellement menés dans les secteurs habités du sud du Québec. L'objectif de ces travaux est de disposer d'une base de connaissances suffisamment précise pour faciliter la prise de décisions en matière d'aménagement du territoire. Basés sur de la photo-interprétation, ces

travaux sont complétés au besoin par des reconnaissances aériennes et de la validation sur le terrain.

Ainsi, grâce à des partenariats impliquant à des degrés divers le gouvernement du Québec, Canards Illimités Canada, les communautés urbaines, les municipalités régionales et locales ainsi que les conférences régionales des élus (CRÉ), des cartographies détaillées de milieux humides sont réalisées depuis 2006 sur le territoire des communautés métropolitaines de Québec (CMQ) et de Montréal (CMM), dans les régions administratives de la Montérégie et du Centre-du-Québec et dans les zones de gestion intégrée de l'eau (ZGIE) de Bécancour et du Chêne. D'autres projets de cartographie détaillée des milieux humides sont en cours en 2014, l'objectif étant de couvrir l'ensemble des Basses-terres du Saint-Laurent et de la plaine du lac Saint-Jean (Carte 44).



**Carte 44** Localisation des cartographies détaillées réalisées en 2014<sup>1</sup>

Pour les régions non couvertes par une cartographie détaillée des milieux humides, des plans régionaux de conservation ont été développés par Canards Illimités Canada en partenariat avec différents ministères québécois et fédéraux. Ces plans répertorient et localisent les milieux humides de plus d'un hectare, et ce, pour les 17 régions administratives du Québec. Toutefois, compte tenu des limitations des méthodes et des outils utilisés, ces cartographies sous-estiment les superficies réelles des milieux humides<sup>2</sup>.

### Favoriser la conservation et l'utilisation durable des milieux humides

En 2014, aucune loi au Québec n'assure spécifiquement la conservation et l'utilisation durable des milieux humides. Ces derniers sont régis soit par des mécanismes légaux et réglementaires ciblant la conservation des milieux naturels dans leur ensemble ou la conservation d'espèces d'intérêt vivant dans ces habitats, soit par des mécanismes d'autorisation et d'encadrement des activités humaines réalisées dans ces milieux. Dans les paragraphes qui suivent, seuls sont

présentés les principaux actes légaux et réglementaires québécois visant directement ou indirectement les milieux humides.

### Conserver des milieux d'intérêt

Avec la Loi sur la conservation du patrimoine naturel, les Orientations gouvernementales en matière de diversité biologique et les Orientations stratégiques en matière d'aires protégées pour la période 2011-2015, le Québec s'est doté d'une approche de conservation des milieux naturels, notamment des milieux humides. Ainsi, en date de novembre 2013, 9,5 %<sup>2</sup> des milieux humides du Québec font, à des degrés divers, l'objet de statuts de protection.

Certains statuts de protection sont très restrictifs. C'est le cas des réserves écologiques où toute intervention humaine est exclue, hormis les activités liées à l'éducation et à la recherche. Les milieux humides qui sont soumis à ce statut le sont en raison de leur état d'intégrité écologique, des fonctions qu'ils remplissent et des services écologiques qu'ils rendent à la société. La réserve écologique Léon-Provencher, qui est occupée sur près de la moitié de sa superficie par une tourbière, des marais et des marécages, en est un exemple (Photo 56). Cette réserve vise la protection des communautés naturelles caractéristiques de la végétation des milieux humides de la région du lac Saint-Pierre<sup>3</sup>.



**Photo 56** Réserve écologique Léon-Provencher  
(Christian Savard, MDDELCC)

D'autres statuts visent à interdire des activités particulières. Ainsi, plusieurs milieux humides forestiers font l'objet d'un classement en tant qu'écosystèmes forestiers exceptionnels. Ces milieux présentent un intérêt particulier, notamment en raison de leur caractère rare ou ancien ou parce qu'ils constituent un refuge d'espèces végétales menacées ou vulnérables. Sur les terres publiques, les activités d'aménagement forestier sont interdites, tandis que les activités minières sont soit prohibées soit assujetties à des modalités particulières. La forêt rare de la Baie-Vachon, dans la région de l'Abitibi-Témiscamingue, est un écosystème forestier exceptionnel qui abrite un marécage riverain dominé par du frêne noir accompagné du peuplier baumier, deux espèces particulièrement bien adaptées aux sols humides<sup>4</sup>.

Les parcs québécois constituent un autre type de statut de protection pour lequel toute forme de prospection, d'utilisation ou d'exploitation des ressources naturelles, à des fins industrielles ou commerciales, est interdite. Ainsi, le parc du mont Saint-Bruno abrite la tourbière du lac des Atocas,



**Photo 57** Tourbière des Atocas dans le parc de Saint-Bruno (Jean Gagnon, MFFP)

écosystème remarquable qui jouit d'un zonage de préservation extrême<sup>5</sup> (Photo 57).



**Photo 58** Le gaylussaquier de Bigelow, espèce menacée et vulnérable de milieu humide  
(Francis Boudreau, MDDELCC)

Enfin, en 1989, le gouvernement du Québec a adopté la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables visant notamment à assurer la conservation des habitats des espèces désignées menacées ou vulnérables. Cette loi interdit spécifiquement d'exercer dans l'habitat d'une espèce floristique menacée ou vulnérable, et ce, sur l'ensemble du territoire, une activité susceptible de modifier les processus écologiques en place, la diversité biologique présente et les composantes chimiques ou physiques propres à cet habitat, sauf exception. Or, parmi les plantes vasculaires en situation précaire du Québec méridional, près de 20 % colonisent des milieux humides ou dépendent étroitement de ces écosystèmes<sup>2</sup> (Photo 58). Ainsi, la présence d'une espèce en situation précaire dans un milieu humide permet indirectement d'assurer la conservation de ce milieu.

## Gérer durablement les milieux humides

Certaines activités comme le développement résidentiel et routier, l'agriculture, les activités forestières, la production hydroélectrique, l'extraction de tourbe et la villégiature ont des impacts variés lorsqu'elles s'exercent à l'intérieur ou à proximité de milieux humides. Au Québec, les activités d'utilisation des ressources des milieux humides ou encore les projets situés dans un étang, un marais, un marécage ou une tourbière sont encadrés par un régime d'autorisation en vertu de la Loi sur la qualité de l'environnement. L'autorisation peut être accordée par le moyen d'un certificat d'autorisation. Il s'agit d'un mécanisme de contrôle préalable qui vise à prévenir le dommage à l'environnement plutôt qu'à le corriger<sup>6</sup>. Les projets de plus grande envergure soumis au processus d'examen et d'évaluation environnementale impliquent en plus l'utilisation d'un mécanisme de consultation publique. Par ailleurs, la gestion des milieux humides adjacents aux lacs et aux cours d'eau peut, dans certains cas, être déléguée aux instances municipales qui ont l'obligation d'appliquer les dispositions de la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables<sup>7</sup>.

Afin d'être juste et équitable dans la délivrance de ses autorisations, le gouvernement se dote de balises permettant d'évaluer l'acceptabilité environnementale du projet ou de l'activité. Cette dernière s'appuie notamment sur une approche dite d'atténuation, basée sur la séquence « éviter-minimiser-compenser »<sup>7</sup>. L'évitement vise à prévenir les effets négatifs d'un projet en sélectionnant un autre site ou en adaptant la conception du projet pour éviter l'empiètement sur les milieux humides. La minimisation consiste à mettre en œuvre des mesures visant à limiter les impacts négatifs d'une intervention dans un milieu humide qui n'a pu être évitée. En dernier recours, la compensation est utilisée dans le but de combler les pertes résiduelles jugées

inévitables. Elle regroupe un ensemble de mesures incluant la restauration, la création, la valorisation écologique et la protection d'un milieu humide, hydrique ou terrestre. Dans ce dernier cas, le site de compensation doit être situé à proximité d'un milieu humide ou hydrique. Les compensations peuvent être exigées par le gouvernement en vertu de la Loi concernant des mesures de compensation pour la réalisation de projets affectant un milieu humide ou hydrique.

Enfin, le Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine de l'État assure une protection minimale des marais, des marécages et de certaines tourbières situés dans des territoires forestiers publics aménagés.

### **Considérer les milieux humides dans la planification du développement et de l'aménagement du territoire**

La prise en compte des milieux humides lors des différentes étapes de planification du développement et de l'aménagement du territoire est une autre manière d'assurer leur conservation et leur gestion durable, en amont même de l'encadrement légal des interventions dans ces milieux. C'est pour répondre à ce besoin que plusieurs villes ou municipalités établissent, en collaboration avec le gouvernement, des plans de conservation des milieux humides recensés sur leur territoire. L'objectif d'une telle démarche est d'orienter suffisamment tôt la prise de décision afin d'établir un équilibre entre le développement et la préservation des milieux humides et d'avancer des pistes de solution aux conflits d'usages associés à l'utilisation de ces milieux<sup>8</sup>. Cette démarche est actuellement réalisée sur une base volontaire au Québec. À ce jour, certaines régions et municipalités, à savoir les villes de Saint-Jean-sur-Richelieu, de Sherbrooke, de Lévis, de Longueuil, de Saint-Jérôme, de Rouyn-Noranda et de Gatineau ainsi que la région du Centre-du-Québec, se sont dotées d'un plan de conservation sur l'ensemble ou une partie de leur territoire. La Communauté métropolitaine de Montréal a, quant à elle, exigé dans son Plan métropolitain d'aménagement et de développement que les municipalités régionales de comté (MRC) de son territoire se dotent d'un plan de conservation des milieux humides.

De plus, les milieux humides situés sur le territoire des forêts du domaine de l'État sont considérés dans les plans d'aménagement forestier qui sont élaborés par le gouvernement du Québec en collaboration avec les conférences régionales des élus et les différents intervenants du milieu forestier. Des mesures de protection et de mise en valeur des milieux humides peuvent y être planifiées afin d'assurer une protection accrue de sites représentatifs ou de sites spécialement ciblés en fonction de différents critères écologiques ou socioéconomiques.

### **Protéger, restaurer et valoriser les milieux humides**

Plusieurs initiatives de protection, de restauration ou de valorisation écologique de milieux humides ont vu le jour dans diverses régions du Québec dans le cadre du Plan conjoint des habitats de l'Est. Basé sur un partenariat entre le gouvernement du Québec, le gouvernement fédéral, Canards Illimités Canada, la Fondation de la Faune du Québec et Conservation de la nature, ce plan cible la conservation de plusieurs espèces fauniques dont la vie dépend des milieux humides, comme les canards, les oies et les bernaches. Sur différents sites comme le refuge

faunique Marguerite-D'Youville, le Barachois de La Malbaie et le Grand marais de Bristol, des mesures de protection ont été mises en place. D'autres sites comme les marais du territoire de Baie-du-Febvre et Nicolet-Sud, dans la plaine du lac Saint-Pierre, ou le marais Peter Curry, à Lennoxville, ont plutôt fait l'objet de mesures de valorisation écologique ou de restauration.

La protection, la restauration et la valorisation écologique des milieux humides ont notamment pour objectif d'optimiser les services rendus par ces écosystèmes :

- La **protection** vise à assurer la pérennité des milieux humides afin de compenser et de protéger les investissements qui y sont faits. Elle peut se traduire par l'acquisition de titres de propriété dans le but de les céder ou les vendre à un organisme de conservation, ou par la réalisation d'ententes de protection ou de servitudes de conservation ;
- La **restauration** vise à modifier les caractéristiques physiques, chimiques ou biologiques d'un milieu humide ou d'une section dégradée d'un site dans le but de rétablir ses fonctions. La restauration d'un ancien milieu humide peut inclure l'obstruction de fossés, le démantèlement de conduites de drainage ou l'enlèvement de remblais (Photo 59);
- La **valorisation écologique** consiste à améliorer une ou plusieurs fonctionnalités d'un milieu en modifiant les caractéristiques physiques, chimiques ou biologiques de l'écosystème. Ce type de compensation mène seulement à une amélioration qualitative du milieu. Il s'agit, par exemple, de stabiliser les sols par de l'ensemencement ou de la plantation, de restaurer la dynamique de la végétation ou d'en rétablir certaines strates, de rectifier la topographie du site, ou une combinaison de ces actions<sup>7</sup>.



**Photo 59** Les milieux humides restaurés du refuge faunique Marguerite-D'Youville (Canards Illimités Canada)

### Surveiller la propagation des espèces végétales exotiques envahissantes des milieux humides du Saint-Laurent

Depuis 2005, les gouvernements du Québec et du Canada, en collaboration avec les comités de zones d'intervention prioritaire (ZIP) du Haut-Saint-Laurent, de la Jacques-Cartier, du lac Saint-Pierre et des Deux-Rives ainsi que la Société d'aménagement de la baie Lavallière effectuent un suivi de six espèces exotiques envahissantes des milieux humides du fleuve Saint-Laurent : l'alpiste roseau, le butome à ombelle, l'hydrocharide grenouillette, le myriophylle à épi, le roseau commun et la salicaire commune<sup>2</sup>.

Par ailleurs, il n'existe pas de programme de contrôle des espèces exotiques envahissantes des milieux humides. Des interventions ponctuelles sont réalisées, mais elles sont menées à petite

échelle. En l'absence d'herbicides homologués pour ce type de contrôle, les interventions sont manuelles ou mécaniques.

## Informier et sensibiliser la population

Le gouvernement du Québec a le mandat de communiquer divers renseignements utiles à la population. Ces informations prennent la forme de rapports, de bilans, de guides, de conférences ou de relations avec les médias. Parmi les documents et outils de connaissance produits par le gouvernement du Québec, certains sont techniques et s'adressent davantage à une clientèle spécialisée, alors que d'autres abordent des sujets plus généraux et sont destinés à la population en général.

Essentiellement, ces outils de communication, dont l'actuel Rapport sur l'état de l'eau et des écosystèmes aquatiques au Québec, diffusent les cartes de localisation et de caractérisation des milieux humides, les actions à mettre en œuvre pour mieux conserver ces milieux, les exigences réglementaires en vigueur ainsi que tous les aspects liés aux biens et services écologiques qu'ils offrent à la population. Par ailleurs, plusieurs organismes non gouvernementaux, en partenariat avec le gouvernement, informent et sensibilisent le public sur la préservation des milieux humides. Canard Illimités Canada, les organismes de bassin versant la Fondation de la Faune du Québec, les comités de zone d'intervention prioritaire du Saint-Laurent et les tables de concertation régionales pour la gestion intégrée du Saint-Laurent comptent parmi ces organismes.

Enfin, plusieurs campagnes sont menées de façon ponctuelle par le gouvernement ou les organisations non gouvernementales pour sensibiliser la population à l'adoption de comportements éclairés visant à réduire le nombre d'introductions de nouvelles espèces exotiques envahissantes ou à limiter leur propagation.

## En savoir plus

Cartographie détaillée des milieux humides de la Communauté métropolitaine de Montréal :  
<http://www.canards.ca/votre-province/quebec/programmes-et-projets/communaute-metropolitaine-de-montreal>

Cartographie détaillée des milieux humides du Centre-du-Québec de Canards illimités Canada, province de Québec : <http://www.canards.ca/votre-province/quebec/programmes-et-projets/centre-du-quebec/>

Cartographie de base des milieux humides de la Montérégie :  
[http://foliogis.ducks.ca/qc/fr/monteregie/reg16\\_rapport\\_avril08.pdf](http://foliogis.ducks.ca/qc/fr/monteregie/reg16_rapport_avril08.pdf)

Lois et règlements du Québec :  
<http://www3.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/loisreglements.fr.html>

Orientations stratégiques en matière d'aires protégées pour la période 2011-2015 :  
[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/aires\\_protegees/orientations-strateg2011-15.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/aires_protegees/orientations-strateg2011-15.pdf)

Plan conjoint des habitats de l'Est :

[http://www.nabci.net/Canada/Francais/habitat\\_joint\\_ventures.html](http://www.nabci.net/Canada/Francais/habitat_joint_ventures.html)

Plan de conservation des milieux naturels de la ville de Saint-Jean-sur-Richelieu :

<http://www.ville.saint-jean-sur-richelieu.qc.ca/environnement/priorites-action-municipale/Pages/plan-de-conservation-milieux-naturels.aspx>

Plan de conservation du parc industriel de la ville de Sherbrooke :

<http://www.ville.sherbrooke.qc.ca/sous-site/environnement/les-grands-dossiers/les-grands-dossiers/une-premiere-au-quebec-un-plan-de-conservation-qui-tient-compte-du-developpement-durable/>

Plan métropolitain d'aménagement et de développement de la Communauté métropolitaine de Montréal :

[http://pmad.ca/fileadmin/user\\_upload/pmad2011/documentation/20111208\\_pmad.pdf](http://pmad.ca/fileadmin/user_upload/pmad2011/documentation/20111208_pmad.pdf)

## La flore et la faune aquatiques

L'abondance et la diversité des écosystèmes aquatiques et des milieux humides rendent le territoire québécois propice au maintien d'une grande variété d'espèces végétales et animales. La partie sud du Québec se démarque sur le plan de la biodiversité : le nombre d'espèces floristiques et fauniques ainsi que leur abondance y sont plus importants.



Rodolph Balej

Toutefois, c'est aussi dans cette portion du Québec que les pressions sur les écosystèmes aquatiques et les milieux humides sont les plus grandes. La détérioration de la qualité de l'eau, les fluctuations des débits et des niveaux d'eau, la perte ou la dégradation des habitats ainsi que l'introduction d'espèces exotiques envahissantes constituent les principales menaces pour le maintien des espèces indigènes du Québec. De plus, à ces menaces bien réelles s'ajoutent les changements climatiques, qui exerceront une pression supplémentaire sur la biodiversité du Québec.

Or, cette biodiversité soutient une multitude d'activités et génère de nombreuses retombées économiques. Il est donc essentiel de maintenir l'abondance et la diversité des espèces floristiques et fauniques pour préserver les bénéfices associés aux écosystèmes aquatiques : l'observation de la flore et de la faune, la chasse et la pêche commerciales ou récréatives en sont quelques exemples.

Par conséquent, diverses mesures de conservation et de gestion durables des ressources sont mises en œuvre au Québec pour préserver la biodiversité et assurer la pérennité et la qualité des ressources aquatiques.

## Quelle est la situation et quelles sont les causes?

- [La flore des écosystèmes aquatiques et humides](#)
  - [Une diversité floristique insoupçonnée](#)
  - [Des espèces en situation précaire](#)
  - [Des espèces fragiles menacées par la perte et la détérioration de leurs habitats et par les espèces exotiques envahissantes](#)
- [La faune des écosystèmes aquatiques et humides](#)
  - [Les macroinvertébrés benthiques : des communautés révélatrices de l'intégrité des écosystèmes aquatiques](#)
  - [Une situation difficile pour les moules d'eau douce indigènes](#)
  - [Les poissons d'eau douce sont soumis à de fortes pressions](#)
  - [Plusieurs espèces de poissons marins sont en déclin](#) Les populations d'amphibiens, de tortues et de serpents sont fragiles
  - [Des populations d'oiseaux aquatiques et marins augmentent alors que d'autres sont en déclin](#)
  - [Les mammifères semi-aquatiques et marins : un déclin pour certaines espèces, mais une progression pour d'autres](#)
- [En savoir plus](#)
- [Références](#)

### La flore des écosystèmes aquatiques et humides

Les herbiers aquatiques, étangs, marais, marécages et tourbières abritent une végétation abondante et diversifiée. Certaines espèces sont abondantes et bien réparties sur le territoire, alors que d'autres sont rares et localisées.

La rareté et la répartition restreinte de certaines espèces les rendent plus fragiles aux pressions exercées par les activités humaines sur les écosystèmes aquatiques et les milieux humides, particulièrement dans le sud du Québec. C'est d'ailleurs dans cette portion du territoire qu'est concentrée une grande proportion d'espèces en situation précaire.

### Une diversité floristique insoupçonnée

La diversité végétale indigène, c'est-à-dire des espèces originaires du Québec, est estimée à près de 6 300 espèces. Les plantes invasculaires, qui comprennent les algues, les mousses et les hépatiques, sont les plus nombreuses avec plus de 4 000 espèces<sup>1</sup>. Elles sont toutefois moins bien connues que les arbres, arbustes et herbacées qui composent la flore vasculaire, comptant 2 287 espèces indigènes<sup>2</sup>.

De ce nombre, 709 espèces sont considérées comme étant des espèces « obligées » ou « facultatives » des écosystèmes aquatiques et des milieux humides<sup>2, 3</sup>. Il s'agit de plantes se trouvant presque exclusivement dans ces milieux. Les espèces obligées ont une probabilité supérieure à 99 % de survenir dans un milieu humide, alors que cette probabilité varie entre 67 % et 99 % pour les espèces facultatives, qui croissent aussi en milieu terrestre<sup>3</sup>. En date de 2014, ce

classement entre les espèces obligées et facultatives n'était effectué que pour les plantes du Québec méridional.

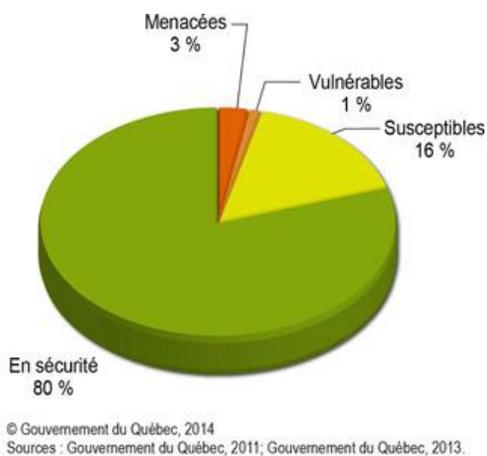
Le Saint-Laurent, à lui seul, contribue remarquablement à la diversité végétale du Québec. Une concentration d'espèces floristiques s'y trouve d'ailleurs en exclusivité<sup>4</sup>, dont l'aster du golfe Saint-Laurent, la cicutaire de Victorin et le gentianopsis de Victorin<sup>5</sup> (Photo 60). Ces espèces ont une valeur de conservation considérable, puisqu'elles ne croissent nulle part ailleurs au monde que dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent. Leur perte signifierait l'extinction définitive d'éléments de la biodiversité mondiale.



**Photo 60** Des espèces uniques à l'estuaire ou au golfe du Saint-Laurent : A) aster du golfe du Saint-Laurent (Alain Richard, Attention Fragiles); B) cicutaire de Victorin (Francis Boudreau, MDDELCC); C) gentianopsis de Victorin (Audrey Lachance)

### Des espèces en situation précaire

Environ 80 % des 709 espèces de plantes vasculaires associées aux écosystèmes aquatiques et aux milieux humides sont considérées « en sécurité », c'est-à-dire que, dans les conditions actuelles,

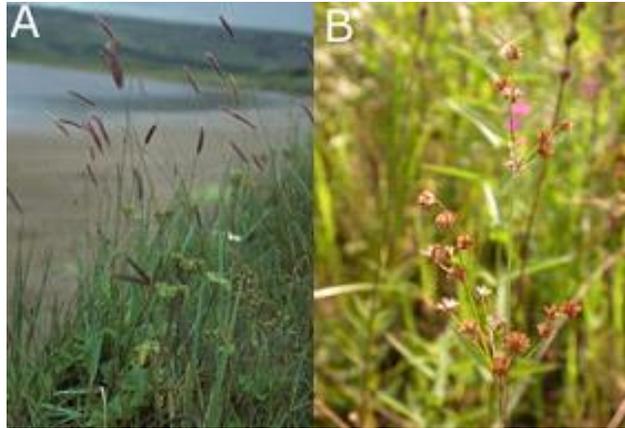


**Figure 28** Situation des espèces de plantes vasculaires des écosystèmes aquatiques et des milieux humides du Québec<sup>9, 10, 11</sup>

il y a peu de risque que ces espèces disparaissent du territoire québécois (Figure 28). Par contre, près de 20 % de ces espèces, soit 138, sont considérées en situation précaire au Québec. Toutes n'ont pas le même degré de précarité : 22 sont désignées menacées, 3 sont vulnérables, 2 sont vulnérables à la récolte et 111 sont susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables (Tableau 8 Plantes vasculaires aquatiques et de milieux humides désignées menacées ou vulnérables au Québec). Trois espèces sont présumées disparues du territoire québécois, soit l'euphorbe à feuilles de renouée, la renoncule rhomboïde et le lipocarpe à petites fleurs<sup>6</sup>. Deux de ces espèces ne seraient pas préoccupantes à l'extérieur des limites du Québec, du moins au Canada<sup>7</sup>. En revanche, le

lipocarphe à petites fleurs est désigné en voie de disparition au Canada depuis 2002<sup>8</sup>.

Les plantes vasculaires en situation précaire associées aux écosystèmes aquatiques et aux milieux humides se trouvent dans les régions les plus habitées du Québec. Toutefois, elles sont en plus grandes concentrations dans le sud-ouest de la province ainsi que dans le corridor du Saint-Laurent, essentiellement de Montréal jusqu'à Québec. Dans certains cas, tous les spécimens d'une espèce en situation précaire se concentrent dans un même secteur, ajoutant à sa précarité. Les espèces dans cette situation, en plus d'être peu abondantes, deviennent particulièrement vulnérables à d'éventuels événements perturbateurs d'origine naturelle ou humaine (Photo 61).



**Photo 61** Des espèces menacées dont les populations ne se trouvent qu'à un seul endroit au Québec : A) orge des prés (Francis Boudreau, MDDELCC); B) jonc à tépales acuminés (Frédéric Coursol)

Par ailleurs, d'autres espèces en situation précaire se trouvent à plus d'un endroit sur le territoire, mais l'état des populations, soit le nombre d'individus, leur densité et la superficie occupée, est parfois trop faible pour assurer, sans mesures particulières de conservation, la survie de ces espèces.

### Des espèces rares, naturellement

Certaines espèces sont rares simplement parce que les conditions environnementales essentielles à leur développement, c'est-à-dire leurs exigences écologiques telles que le climat, la topographie et les types sols, se trouvent de façon ponctuelle à l'échelle du Québec. Par exemple, l'aster d'Anticosti ([Photo 62](#) Des espèces rares au Québec, dont la présence dépend de facteurs naturels particuliers : A) aster d'Anticosti (Jean Gagnon, MDDELCC); B) carmantine d'Amérique (Eco Nature); C) carex faux-lupulina (Vincent Piché, MDDELCC)[A](#)), menacée au Québec, colonise exclusivement les rivages calcaires de la Gaspésie, de l'île d'Anticosti et du lac Saint-Jean<sup>13</sup>. D'autres espèces en situation précaire, comme la carmantine d'Amérique<sup>14</sup> ([Photo 62](#) Des espèces rares au Québec, dont la présence dépend de facteurs naturels particuliers : A) aster d'Anticosti (Jean Gagnon, MDDELCC); B) carmantine d'Amérique (Eco Nature); C) carex faux-lupulina (Vincent Piché, MDDELCC)[B](#)) et le jonc à tépales acuminés<sup>15</sup>, atteignent la limite nord de leur aire de répartition dans le sud du Québec. Pour ces espèces, le climat représente donc un facteur limitant leur expansion. La compétition avec d'autres espèces pour l'espace ou pour la lumière est également un facteur naturel pouvant limiter l'expansion d'espèces végétales. Les populations d'espèces menacées au Québec, particulièrement celles du carex faux-lupulina<sup>16</sup> ([Photo 62](#) Des

espèces rares au Québec, dont la présence dépend de facteurs naturels particuliers : A) aster d'Anticosti (Jean Gagnon, MDDELCC); B) carmantine d'Amérique (Eco Nature); C) carex faux-lupulina (Vincent Piché, MDDELCC) et de l'aster du golfe du Saint-Laurent<sup>17</sup> (Photo 62 Des espèces rares au Québec, dont la présence dépend de facteurs naturels particuliers : A) aster d'Anticosti (Jean Gagnon, MDDELCC); B) carmantine d'Amérique (Eco Nature); C) carex faux-lupulina (Vincent Piché, MDDELCC)A), seraient particulièrement affectées par la compétition avec des espèces qui partagent leur habitat.



**Photo 62** Des espèces rares au Québec, dont la présence dépend de facteurs naturels particuliers : A) aster d'Anticosti (Jean Gagnon, MDDELCC); B) carmantine d'Amérique (Eco Nature); C) carex faux-lupulina (Vincent Piché, MDDELCC)

**Tableau 8** Plantes vasculaires aquatiques et de milieux humides désignées menacées ou vulnérables au Québec

Espèce vasculaire <sup>1</sup>	Statut des espèces			Habitat : Rives <sup>4</sup> , marais ou marécages			Habitat : Tourbières
	LEMV <sup>2</sup>	COSEPAC <sup>3</sup>	LEP <sup>4</sup>	Eau douce sans marée	Eau douce avec marée	Eau saumâtre ou salée	
Arisème dragon	M	P	P	•			
Aster d'Anticosti	M	M	M	•			
Aster du golfe Saint-Laurent	M	M	M			•	
Carmantine d'Amérique	M	M	M	•			
Carex faux-lupulina	M	VD	VD	•			
Chardon écaillé	M	x	x			•	

Espèce vasculaire <sup>1</sup>	Statut des espèces			Habitat : Rives <sup>4</sup> , marais ou marécages			Habitat : Tourbières
	LEMV <sup>2</sup>	COSEPAC <sup>3</sup>	LEP <sup>4</sup>	Eau douce sans marée	Eau douce avec marée	Eau saumâtre ou salée	
Cicutaire de Victorin	M	P	P		•		
Ériocaulon de Parker	M	NEP	x		•		
Gaylussaquier de Bigelow	M	x	x				•
Gentianopsis de Macoun	M	x	x	•			
Gentianopsis de Victorin	M	M	M		•		
Jonc à tépales acuminés	M	x	x	•			
Lézardelle penchée	M	x	x	•			
Listère australe	M	x	x				•
Mimule glabre	M	x	x	•			
Onosmodie hispide	M	x	x	•			
Orge des prés	M	x	x	•			
Polémoine de Van Brunt	M	M	M	•			
Sagittaire des estuaires	M	x	x		•		
Scirpe de Pursh	M	x	x	•			
Thélyptère simulatrice	M	x	x				•
Vergerette de Provancher	M	P	P	•	•		

Espèce vasculaire <sup>1</sup>	Statut des espèces			Habitat : Rives <sup>4</sup> , marais ou marécages			Habitat : Tourbières
	LEMV <sup>2</sup>	COSEPAC <sup>3</sup>	LEP <sup>4</sup>	Eau douce sans marée	Eau douce avec marée	Eau saumâtre ou salée	
Arnica à aigrette brune	V	x	x	•			
Floerkée fausse-proserpinie	V	NEP	x	•			
Valériane des tourbières	V	x	x				•
Lis du Canada	Vr	x	x	•			
Matteuccie fougère-à-l'autruche	Vr	x	x	•			

<sup>1</sup> Dans le cadre de la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables, le terme « espèce » est utilisé pour une sous-espèce, une population géographiquement isolée, une race ou une variété, qu'elle soit faunique ou floristique<sup>9</sup>.

<sup>2</sup> Désignation selon la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables (LEMV), en date de décembre 2011<sup>9,10</sup> : M, menacée; V, vulnérable; Vr, vulnérable à la récolte

<sup>3</sup> Évaluation du Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC), en date de mai 2013<sup>8</sup> : M, menacée; NEP, non en péril; P, préoccupant; VD, en voie de disparition; x, non évaluée

<sup>4</sup> Désignation selon la Loi sur les espèces en péril (LEP), en date de mai 2013<sup>12</sup> : M, menacée; NEP, non en péril; P, préoccupant; VD, en voie de disparition; x, non évaluée

Certaines espèces en situation précaire sont désavantagées par leur faible capacité d'adaptation, leur faible succès de reproduction ou leur faible compétitivité, ce qui les rend vulnérables aux changements environnementaux. Le chardon écaillé (Photo 63) compte parmi les espèces dont la propagation est contrainte par une fécondité réduite, une faible dispersion des graines et une faible compétitivité avec les autres espèces. En outre, ses graines font aussi l'objet d'une prédation par des espèces animales herbivores<sup>18</sup>.

Des espèces fragiles menacées par la perte et la détérioration de leurs habitats et par les espèces exotiques envahissantes

En modifiant parfois considérablement les habitats, l'humain contribue au déclin d'un nombre croissant d'espèces au Québec et dans le monde. Les espèces associées aux écosystèmes aquatiques



**Photo 63** Le chardon écaillé (Jacques Labrecque, MDDELCC)

et aux milieux humides sont parmi les plus vulnérables, puisqu'un grand nombre de leurs habitats ont été détruits, dégradés ou fragmentés. Seulement entre 1990 et 2011, plus de 560 km<sup>2</sup> de milieux humides des basses terres du Saint-Laurent auraient subi des perturbations<sup>19</sup>. À cela s'ajoutent l'introduction et la propagation d'espèces exotiques envahissantes, lesquelles représentent une menace de taille pour la diversité de la flore des écosystèmes aquatiques et des milieux humides.

### La perte et la détérioration d'habitats

La perte et la détérioration d'habitats sont les causes premières de la précarité des espèces, tant à l'échelle locale qu'à l'échelle mondiale<sup>20</sup>. Des changements dans la qualité ou la quantité d'eau ainsi que la destruction ou la dégradation des habitats peuvent affecter le maintien d'une espèce établie et provoquer la transformation des communautés végétales et, conséquemment, contribuer à la perte de diversité. En effet, contrairement à la faune qui, par sa mobilité, peut parfois trouver d'autres habitats propices, la flore peut difficilement survivre dans ces circonstances, surtout en ce qui concerne les espèces dont la survie dépend de conditions particulières et celles qui sont plus rares ou en situation précaire.

Plusieurs activités humaines concourent à la transformation des écosystèmes aquatiques et des milieux humides propices à plusieurs espèces floristiques en situation précaire. Ces pertes sont attribuables, entre autres, aux activités agricoles, au développement résidentiel, aux infrastructures de transport et aux activités forestières. Les pertes d'habitats riverains au profit d'infrastructures ou suite à ces activités seraient notamment responsables de la situation précaire du carex faux-lupulina<sup>16</sup>, de la carmantine d'Amérique<sup>14</sup>, de la cicutaire de Victorin<sup>21</sup>, du gentianopsis de Victorin<sup>22</sup> et de la polémoine de Van Brunt<sup>23</sup>. De plus, les pertes de tourbières occasionnées par le drainage de ces milieux à des fins diverses, dont l'exploitation de la tourbe, ont grandement contribué à fragiliser les populations du gaylussaquier de Bigelow<sup>24</sup>, de la listère australe<sup>25</sup> et de la valériane des tourbières<sup>26</sup> (Photo 64).



**Photo 64** Des espèces de tourbière dont la situation précaire serait attribuable au drainage et à l'exploitation de la tourbe : A) Gaylussaquier de Bigelow (Francis Boudreau, MDDELCC); B) listère australe (Pierre Petitclerc, MDDELCC); C) valériane des tourbières (Norman Dignard, MFFP)

De plus, l'érosion sévère des berges du Saint-Laurent, accentuée à certains endroits par le batillage, c'est-à-dire par le déferlement des vagues après le passage des navires, provoque une perte d'habitats pour la ciculaire de Victorin<sup>21</sup> ainsi que pour l'arisème dragon<sup>27</sup> (Photo 65), deux espèces menacées au Québec. L'érosion entraîne également une dégradation de la qualité de l'eau par l'apport accru de sédiments et de polluants dans le milieu aquatique. Une hausse de sédiments dans l'eau peut modifier des conditions importantes pour la croissance des végétaux aquatiques, par exemple en affectant la pénétration de lumière, en diminuant la profondeur de l'eau et en augmentant la température de l'eau.



**Photo 65** L'arisème dragon, une espèce menacée par l'érosion des berges du Saint Laurent (Norman Dignard, MFFP)

Par ailleurs, la circulation des véhicules tout-terrain dans la zone de balancement des marées représente l'une des principales menaces à la survie d'espèces en situation précaire comme l'ériocaulon de Parker<sup>28</sup>, l'aster d'Anticosti<sup>13</sup>, la vergerette de Provancher<sup>29</sup> et la ciculaire de Victorin<sup>21</sup>. Sur les rives du Saint-Laurent, à Batiscan, en Mauricie, la circulation répétée des véhicules tout-terrain a détruit une portion importante de l'une des plus grosses populations d'ériocaulon de Parker<sup>28</sup> (Photo 66). Ces véhicules provoquent non seulement la mort des plantes, mais ils modifient aussi les caractéristiques de l'habitat de l'espèce et le rendent inapte à sa recolonisation.



**Photo 66** Destruction de l'habitat de l'ériocaulon de Parker sur les rives du Saint Laurent, à Batiscan, en Mauricie (Line Couillard, MDDELCC)

Enfin, les communautés floristiques riveraines sont fréquemment soumises à des variations artificielles des niveaux d'eau. Dans ces cas où le niveau d'eau est régularisé, les milieux riverains ne sont plus soumis à un régime hydrique naturel. Des espèces aquatiques peuvent disparaître à cause d'une baisse trop prononcée du niveau d'eau, ou encore être détruites par une hausse du niveau provoquant un ennoiment prolongé, de forts courants ou de l'érosion. La situation précaire d'au moins quatre espèces floristiques, soit l'arisème dragon<sup>27</sup>, l'aster d'Anticosti<sup>13</sup>, le carex faux-lupulina<sup>16</sup> et le gentianopsis de Macoun<sup>30</sup>, pourrait être attribuable à la présence de barrages et à la variation artificielle des niveaux d'eau.

Les habitats côtiers et estuariens sont aussi voués à des transformations majeures, par la submersion graduelle des côtes et l'augmentation du nombre de tempêtes causant de l'érosion. Les espèces occupant ces habitats pourraient avoir de la difficulté à s'adapter à de telles

perturbations, surtout celles déjà en situation précaire qui risquent de s'éteindre. Ainsi, l'avenir est incertain pour la sagittaire des estuaires, répertoriée à deux endroits seulement dans la baie des Chaleurs<sup>31</sup>, et pour l'aster du golfe du Saint-Laurent, uniquement présent aux îles de la Madeleine.

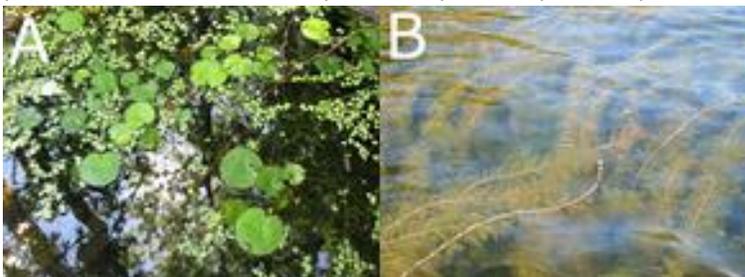
### Les espèces exotiques envahissantes

Une espèce exotique envahissante est un végétal, un animal ou un microorganisme introduit hors de son aire de répartition naturelle et dont l'établissement et la propagation constituent une menace pour l'environnement, l'économie ou la société. De telles espèces possèdent des attributs favorisant leur établissement et leur propagation dans un nouvel environnement : elles ont une grande capacité d'adaptation, possèdent un mécanisme de reproduction très efficace et n'ont pas de prédateurs, de parasites ni de compétiteurs.

Ces effets se manifestent à divers endroits sur le territoire et en particulier dans les milieux humides bordant le Saint-Laurent, des écosystèmes reconnus comme productifs et diversifiés. Toutefois, la végétation de certains de ces milieux, entre le lac Saint-Louis et le lac Saint-Pierre, est aujourd'hui composée de près de 50 % d'espèces exotiques envahissantes, comme le butome à ombelle, la salicaire commune, l'hydrocharide grenouillette, l'alpiste roseau et le roseau commun. L'implantation de l'alpiste roseau et du roseau commun dans l'environnement est préoccupante puisque ces espèces peuvent occuper jusqu'à 100 % du couvert végétal<sup>32</sup>. Les espèces exotiques envahissantes provoquent ainsi la régression d'espèces indigènes présentes dans les écosystèmes. Elles pourraient même mener à l'extinction de certaines espèces, en particulier celles déjà en situation précaire. Par exemple, le maintien de certaines populations de carex faux-lupulina, de cicutaire de Victorin et de scirpe de Pursh, trois espèces en situation précaire au Québec, est menacé par la présence dans leurs habitats de l'alpiste roseau, du roseau commun et de la salicaire commune<sup>16, 33</sup>

Parmi les 44 espèces végétales exotiques envahissantes répertoriées dans les écosystèmes aquatiques et les milieux humides du Québec, 12 sont jugées préoccupantes et sont en progression depuis leur introduction (Tableau 9). Elles se sont introduites sur le territoire de façon naturelle ou par l'entremise de l'humain. Le réseau hydrographique constitue une voie d'entrée naturelle pour certaines de ces espèces. Des semences et des fragments de plantes ou de colonies d'espèces peuvent être transportés par les courants et franchir ainsi de grandes distances. Des algues et des plantes aquatiques peuvent également être transportées d'un milieu à l'autre en se fixant sur les embarcations ou sur le corps des animaux migrateurs. Par ailleurs, les introductions peuvent être volontaires, par exemple lorsque des plantes horticoles sont amenées hors des

aménagement paysagers ou



**Photo 67** Des espèces exotiques envahissantes introduites volontairement dans les jardins d'eau : A) hydrocharide grenouillette (Isabelle Simard, MDDELCC); B) myriophylle à épi (Isabelle Simard, MDDELCC)

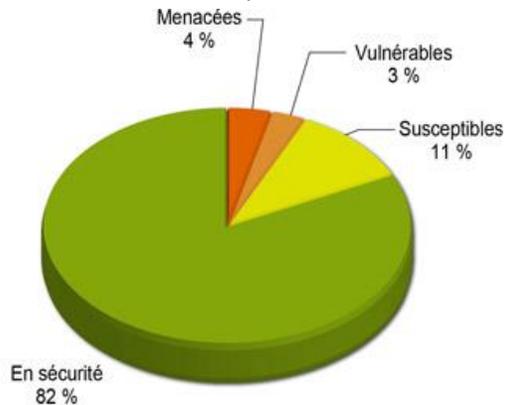
des jardins d'eau. L'hydrocharide grenouillette et le myriophylle à épi ont été introduits de cette manière (Photo 67).

**Tableau 9** Espèces végétales exotiques envahissantes préoccupantes présentes dans les écosystèmes aquatiques et les milieux humides du Québec

Nom commun	Première observation
<b>Milieu humide</b>	
Alpiniste roseau	Inconnue
Butome à ombelle	1897
Roseau commun	1916
Salicaire commune	1865
<b>Milieu riverain</b>	
Berce du Caucase	1990
Renouée du Japon	1918
Nerprun bourdaine	1925
Nerprun cathartique	1919
<b>Milieu aquatique - eau douce</b>	
Châtaigne d'eau	1998
Hydrocharide grenouillette	1952
Myriophylle à épi	1927
<b>Milieu aquatique - eau salée</b>	
Codium fragile	2004

## La faune des écosystèmes aquatiques et humides

Le Québec compte plus de 30 000 espèces fauniques dont la presque totalité sont des invertébrés<sup>1</sup>. Pour un grand nombre d'espèces, les écosystèmes aquatiques et les milieux humides sont les environnements où elles évolueront tout au long de leur vie. Pour d'autres, ces milieux sont essentiels à certaines étapes de leur cycle de vie. Chez les invertébrés par exemple, les sangsues, les moules, les crabes, les homards, les écrevisses, les anémones, les coraux, les méduses, les araignées, les insectes et les vers comptent des espèces associées à ces milieux. Par ailleurs, sur les 649 espèces de la faune vertébrée régulièrement observées au Québec<sup>2</sup>, 379 sont



associées aux écosystèmes aquatiques et aux milieux humides, soit 203 espèces de poissons<sup>2</sup>, 20 espèces d'amphibiens<sup>3</sup>, 9 espèces de tortues<sup>3</sup>, 2 espèces de serpents<sup>3</sup>, 119 espèces d'oiseaux<sup>4</sup> et 26 espèces de mammifères<sup>3</sup>.

Parmi ces vertébrés aquatiques, 82 % sont considérés « en sécurité », c'est-à-dire que, dans les conditions actuelles, il y a peu de risque que ces espèces disparaissent du territoire québécois (figure 28). Par contre, 18 % de ces espèces,

© Gouvernement du Québec, 2014  
Sources : Gouvernement du Québec, 2009; Gouvernement du Québec, 2010.

soit 69, sont considérées en situation précaire selon la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables<sup>iv</sup> du Québec. Leur statut est réparti comme suit : 14 espèces menacées, 13 vulnérables et 42 susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables. Ces espèces sont peu communes, faiblement réparties ou font l'objet de multiples pressions d'origine humaine menaçant leur survie. Leur situation est donc préoccupante pour la conservation de la biodiversité au Québec. Au moins six espèces aquatiques auraient complètement disparu du territoire québécois, dont le grand pingouin et l'eider du Labrador. En réalité, ce nombre pourrait être beaucoup plus grand : le manque de données sur certains groupes d'espèces ou certains milieux laisse croire que des espèces auraient pu disparaître sans jamais avoir été identifiées ni même observées<sup>5</sup>.

Les espèces menacées ou vulnérables associées aux écosystèmes aquatiques et aux milieux humides ont été surtout observées dans les régions les plus habitées du Québec. Elles sont en plus grandes concentrations dans le sud-ouest de la province ainsi que dans le corridor du Saint-Laurent<sup>8</sup>. Ces secteurs sont caractérisés par une diversité faunique importante, mais aussi par d'importantes perturbations des milieux naturels.

Pour améliorer leur situation et maintenir la biodiversité du Québec, ces espèces requièrent une attention et des efforts particuliers. D'autres espèces aquatiques, bien que dans une situation plus favorable, subissent aussi des pressions pouvant affecter leur survie.

### Les macroinvertébrés benthiques : des communautés révélatrices de l'intégrité des écosystèmes aquatiques

Les macroinvertébrés benthiques, aussi appelés benthos, regroupent les vers, les crustacés, les mollusques et les insectes qui habitent le fond des lacs et des cours d'eau (Photo 68). Le suivi de la santé du benthos permet d'évaluer les répercussions engendrées par la pollution et la dégradation des habitats riverains sur les écosystèmes aquatiques. Des changements au sein de la communauté, comme une diminution du nombre d'espèces ou une disparition de certaines espèces au profit d'autres espèces plus tolérantes à la pollution, indiquent une détérioration de l'état de santé de l'écosystème.

Des communautés de benthos de rivières ont été étudiées afin de fournir un portrait de la santé générale de rivières du Québec méridional. Un tel portrait a pu être dressé à l'aide de deux indices : l'indice de santé du benthos pour les cours d'eau à substrat grossier (ISBg) et l'indice de santé du

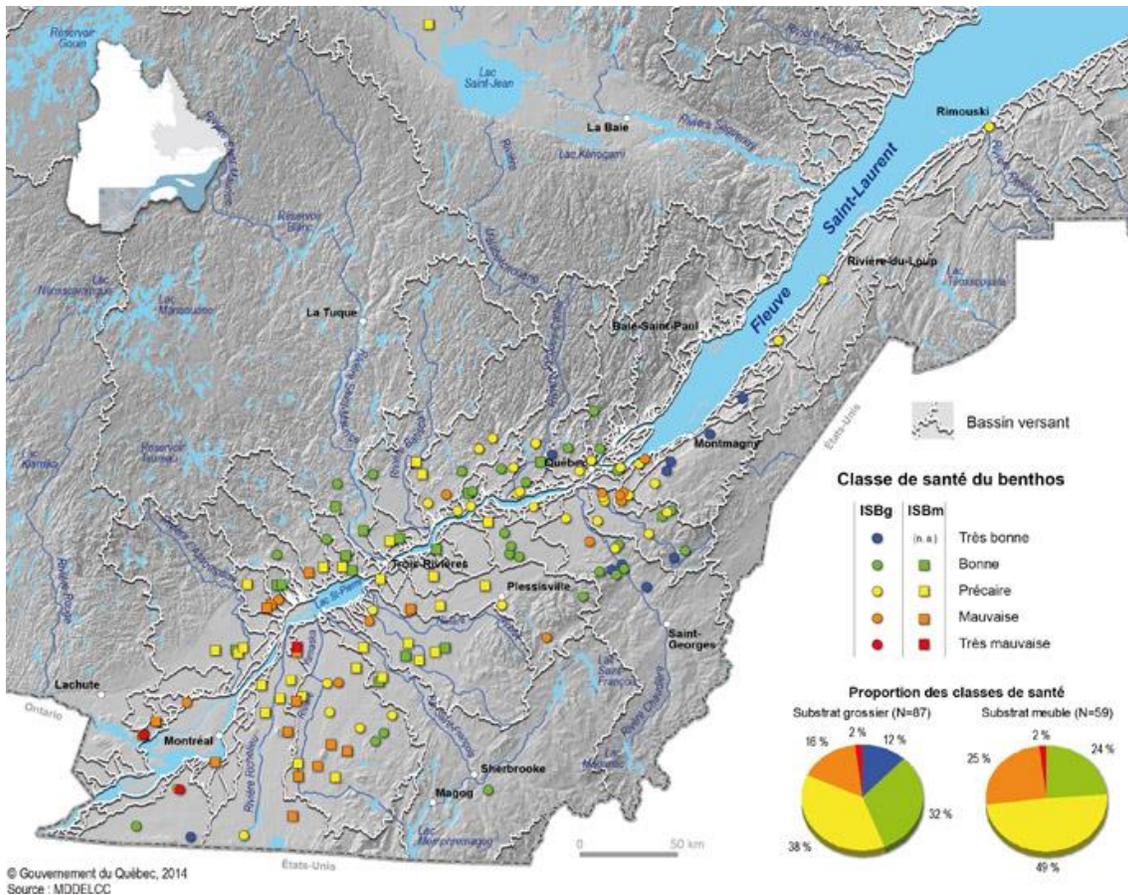


plécoptères (famille : Perlidae), dont les espèces sont sensibles à la pollution (Julie Moisan, MDDELCC)

<sup>iv</sup> Pour les besoins de l'application de la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables, le terme « espèce » comprend l'espèce au sens strict, mais également la sous-espèce, la population géographiquement isolée, la race et la variété, qu'elle soit faunique ou floristique<sup>9</sup>. Ainsi, avec une population désignée menacée et deux populations susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables, le béluga compte pour trois espèces en situation précaire.

benthos pour les cours d'eau à substrat meuble (ISB<sub>m</sub>)<sup>10, 11</sup>. Parmi les 146 stations échantillonnées dans 130 cours d'eau entre 2003 et 2011, 64 % étaient sous le seuil de bonne santé, c'est-à-dire en santé précaire, mauvaise ou très mauvaise (Carte 45 État de santé des communautés de benthos aux stations échantillonnées entre 2003 et 2011<sup>12</sup>). Cette proportion atteignait près de 75 % des communautés échantillonnées dans les stations en substrat meuble et un peu plus de 50 % de celles échantillonnées en substrat grossier (Carte 45 État de santé des communautés de benthos aux stations échantillonnées entre 2003 et 2011<sup>12</sup>). Les proportions les plus importantes des stations ayant des communautés de benthos altérées sont situées dans des bassins versants à forte vocation agricole, notamment ceux des rivières Chaudière, Boyer et Etchemin, dans Chaudière-Appalaches, ainsi que ceux des rivières Châteauguay, Richelieu et Yamaska, en Montérégie (Carte 45 État de santé des communautés de benthos aux stations échantillonnées entre 2003 et 2011<sup>12</sup>). Des communautés altérées se retrouvent également dans les cours d'eau traversant des zones fortement urbanisées, à l'exemple des rivières Saint-Charles et Beauport, dans la région de la Capitale-Nationale, de la rivière Bécancour, dans le Centre-du-Québec, et des rivières Saint-Régis et aux Chiens, en périphérie de Montréal. Ces zones sont soumises à des contaminations multiples, provenant notamment des rejets d'eaux usées et des ouvrages de surverse utilisés lors des débordements des réseaux d'égout par temps de pluie. Elles subissent aussi l'influence d'un territoire fortement imperméabilisé par les routes, les stationnements et les bâtiments. Ces surfaces imperméables augmentent inévitablement le volume des eaux de ruissellement, lesquelles entraînent potentiellement divers polluants vers les cours d'eau.

De manière générale, les cours d'eau où les communautés de benthos sont en bon état se trouvent dans les bassins versants où une plus forte proportion du couvert forestier subsiste. Les communautés des cours d'eau à substrat grossier affichant le meilleur état de santé étaient situées dans des territoires occupés en moyenne à 79 % par la forêt et à 12 % par l'agriculture. Quant aux communautés des cours d'eau à substrat meuble, elles présentaient un meilleur état de santé dans des territoires occupés en moyenne à 65 % par la forêt et à 24 % par l'agriculture<sup>12</sup>.



**Carte 45** État de santé des communautés de benthos aux stations échantillonnées entre 2003 et 2011<sup>12</sup>

Les communautés de benthos du fleuve Saint-Laurent ont aussi été étudiées à 180 sites entre 2004 et 2011 dans la portion du fleuve comprise entre les lacs Saint-François et Saint-Pierre<sup>13</sup>. Selon les résultats de ces études, les communautés les plus dégradées se trouvent dans le tronçon fluvial et dans l’archipel Berthier-Sorel ainsi que, dans une moindre mesure, sur la rive nord du lac Saint-François. Dans ces secteurs, une nette diminution du nombre d’espèces est observée et les oligochètes y sont en plus grande proportion. Les oligochètes sont des vers très tolérants à la pollution, souvent plus nombreux dans les milieux dégradés que les insectes sensibles à la pollution appartenant aux éphéméroptères, plécoptères et trichoptères<sup>14</sup>. Ces organismes se concentrent en plus forte proportion aux stations échantillonnées au lac Saint-Louis, révélant dès lors des communautés de benthos en meilleure santé.

### Une situation difficile pour les moules d’eau douce indigènes

Les moules d’eau douce du Québec, appelées communément mulettes, se retrouvent dans les lacs, les étangs permanents et les cours d’eau, incluant le Saint-Laurent. Elles jouent un rôle important dans les écosystèmes où, entre autres, elles améliorent la qualité de l’eau en filtrant de grandes quantités de matière organique et inorganique en suspension et en convertissant ces nutriments en une forme assimilable par d’autres animaux ou plantes<sup>15, 16</sup>. En outre, les moules

sont d'excellents bio-indicateurs de la pollution de l'eau et d'autres perturbations environnementales<sup>17</sup>.

Un total de 21 espèces de moules est répertorié au Québec<sup>15</sup>. Une grande diversité est observée dans plusieurs régions, mais le Centre-du-Québec est particulièrement riche, bien qu'un déclin inquiétant de plusieurs espèces y soit observé<sup>3,16</sup>. Plusieurs rivières de cette région comptent près d'une dizaine d'espèces. La rivière Saint-François, en particulier, abrite plus de la moitié des espèces présentes au Québec, soit 11 espèces<sup>3,16</sup>. Sur la rive nord du Saint-Laurent, notamment à la hauteur de Trois-Rivières et de Deschambault-Grondines, la diversité des espèces est grande et la densité de moules est relativement élevée, mais plusieurs espèces montrent des signes de déclin<sup>3,15</sup>. Pour certaines espèces, le faible nombre de juvéniles et la rareté des géniteurs au sein des populations laissent présager un avenir difficile pour leur survie<sup>15</sup>.

### Plusieurs espèces en situation précaire

En 1993, un peu plus de 70 % des quelque 300 espèces de moules d'eau douce d'Amérique du Nord étaient considérées comme étant en voie de disparition, menacées ou préoccupantes<sup>18</sup>. Les moules d'eau douce constituent l'un des groupes d'animaux les plus en péril en Amérique du Nord<sup>18</sup>, y compris au Canada<sup>19</sup>.

Au Québec, les suivis de populations de moules révèlent que, depuis le début des années 2000,



**Photo 69** Deux espèces en situation précaire au Québec : A) obovarie olivâtre (Annie Paquet, MFFP); B) potamile ailé (Annie Paquet, MFFP)

la proportion d'espèces en difficulté est également importante. En fait, depuis 2006, 8 des 21 espèces de moules sont inscrites sur la liste des espèces fauniques susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables (Photo 69 et [Tableau 10](#) Espèces de moules d'eau douce en situation précaire dans les milieux aquatiques ou humides du Québec). D'autres espèces pourraient être ajoutées à cette liste, alors que certaines, déjà

présentes sur la liste, pourraient être désignées menacées ou vulnérables<sup>3</sup>. La grande sensibilité des moules à presque toutes les perturbations affectant leur milieu de vie explique leur déclin général<sup>16</sup>.

**Tableau 10** Espèces de moules d'eau douce en situation précaire dans les milieux aquatiques ou humides du Québec

Espèce <sup>1</sup>	Statut des espèces		
	LEMV <sup>2</sup>	COSEPAC <sup>3</sup>	LEP <sup>4</sup>
Alasmidonte rugueuse	S	x	x

Anodonte du gaspareau	S	x	x
Elliptio à dents fortes	S	x	x
Elliptio pointu	S	x	x
Leptodée fragile	S	x	x
Mulette-perlière de l'Est	S	x	x
Obovarie olivâtre	S	VD	Aucun statut
Potamile ailé	S	x	x

<sup>1</sup> Dans le cadre de la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables, le terme « espèce » est utilisé pour une sous-espèce, une population géographiquement isolée, une race ou une variété, qu'elle soit faunique ou floristique<sup>9</sup>.

<sup>2</sup> Désignation selon la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables (LEMV) en date de janvier 2010<sup>7</sup> : S, susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable

<sup>3</sup> Évaluation du Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC), en date de mai 2013<sup>20</sup> : VD, en voie de disparition; x, non évaluée

<sup>4</sup> Désignation selon la Loi sur les espèces en péril (LEP), en date de mars 2013<sup>21</sup> : x, non évaluée

### Plusieurs menaces fragilisent les populations de moules

Comme les moules sont sédentaires, elles ne peuvent échapper à la perte ou à la dégradation de leur habitat ni se soustraire aux polluants. La perte ou la dégradation d'habitats découlant des activités humaines fragilisent plusieurs populations de moules et contribuent à leur déclin (Photo 70). Le drainage des terres, la canalisation des cours d'eau et la sédimentation augmentent l'accumulation de vase dans les sédiments, de même que les concentrations de particules en suspension dans l'eau. Ces particules interfèrent notamment avec les mécanismes de filtration pour l'alimentation et les échanges gazeux, réduisant le taux de croissance des moules<sup>22</sup>.



**Photo 70** Mulette-perlière de l'Est dans un secteur dégradé de la rivière Etchemin, en Chaudière-Appalaches (Annie Paquet, MFFP)

Sur les rivières contrôlées par un barrage, l'ouverture des vannes peut causer des crues soudaines qui délogent les moules des sédiments ou les y enfouissent, provoquant une mortalité élevée<sup>22</sup>. Les moules sont aussi sensibles aux baisses de niveau d'eau. À ce titre d'ailleurs, le niveau d'eau très bas du fleuve Saint-Laurent lors des étés 2010 et 2012 a engendré une mortalité massive des moules<sup>3, 23</sup> (Photo 71).



**Photo 71** Mortalité massive de moules dans le Saint-Laurent, au lac Saint-Pierre, à l'été 2012 (Annie Paquet, MFFP)

L'altération de la qualité de l'eau causée par la construction d'un barrage ou par des rejets d'origines municipale, agricole et industrielle peut aussi causer divers impacts sur ces organismes filtreurs. Les polluants accumulés dans les tissus, souvent sur plusieurs dizaines d'années compte tenu de la longévité élevée des moules, peuvent affecter, entre autres, la croissance, l'activité enzymatique, le comportement et l'efficacité de filtration<sup>24</sup>.

Le cycle de reproduction particulier chez les moules est un facteur important à considérer dans l'évaluation des menaces qui pèsent sur ce groupe. En effet, les larves des moules doivent se fixer à un poisson-hôte pour se métamorphoser en juvéniles. Cette étape cruciale pour leur survie et le maintien des populations dépend de la présence et de l'abondance d'espèces précises de poissons<sup>16</sup>. L'esturgeon jaune, hôte présumé pour l'obovarie olivâtre, est plus rare qu'autrefois dans les rivières des Outaouais et Saint-François, à cause de barrages ayant limité leurs déplacements. Cette rareté des esturgeons jaunes aurait réduit le succès de reproduction de l'obovarie olivâtre et serait possiblement l'une des causes associées au déclin de cette espèce de moule dans ces deux rivières<sup>25</sup>.

Dans le fleuve Saint-Laurent, la principale cause du déclin de l'obovarie olivâtre est majoritairement associée aux moules zébrées et aux moules quaggas, deux espèces exotiques envahissantes<sup>25</sup>. En se fixant sur la coquille des moules, souvent en très grand nombre, les moules zébrées et quaggas nuisent à l'alimentation, à la respiration et à la locomotion des moules indigènes<sup>26</sup> (Photo 72). Moins de trois ans après l'arrivée en 1992 de ces moules exotiques dans le fleuve Saint-Laurent, la densité des moules avait déjà diminué drastiquement, de l'ordre de 80 à 100 % selon le secteur<sup>26</sup>.



**Photo 72** La lampsile cordiforme, une moule indigène présente dans le Saint Laurent et infestée par des moules zébrées et quaggas (Annie Paquet, MFFP)

## Les poissons d'eau douce sont soumis à de fortes pressions

Un peu plus de 110 espèces de poissons sont régulièrement observées dans les eaux douces du Québec<sup>2</sup>. Les espèces qui occupent la plus grande portion du territoire québécois sont, par ordre d'importance, l'épinoche à neuf épines, l'omble de fontaine, le grand brochet et le grand corégone<sup>27</sup>. La diversité des espèces de poissons d'eau douce est plus élevée dans le sud du Québec. Cette diversité culmine dans le fleuve Saint-Laurent et ses tributaires, où la grande variété d'habitats aquatiques permet de supporter une faune riche et diversifiée.

Parmi les espèces fréquentant les eaux douces, 23 sont en situation précaire, soit 3 menacées, 5 vulnérables et 15 susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables (Tableau 11). Les trois espèces menacées se trouvent dans le fleuve Saint-Laurent ou dans certains de ses tributaires. Parmi les espèces d'eau douce en situation précaire, deux sont considérées en voie de disparition au Canada : le chevalier cuivré et le cisco de printemps.

**Tableau 11** Espèces de poissons d'eau douce et diadromes en situation précaire au Québec

Espèce ou populations d'espèce <sup>1</sup>	Statut des espèces		
	LEMV <sup>2</sup>	COSEPAC <sup>3</sup>	LEP <sup>4</sup>
<b>Eaux douces</b>			
Chevalier cuivré	M	VD	VD
Dard de sable	M	M	M
Lamproie du Nord	M	P	P
Chevalier de rivière	V	P	P
Fouille-roche gris	V	M	M
Méné d'herbe	V	P	P
Barbotte jaune	S	x	x
Brochet maillé	S	NEP	x
Brochet vermiculé	S	P	P
Chabot de profondeur	S	P	P

Espèce ou populations d'espèce <sup>1</sup>	Statut des espèces		
	LEMV <sup>2</sup>	COSEPAC <sup>3</sup>	LEP <sup>4</sup>
Chat-fou des rapides	S	x	x
Chat-fou liséré	S	DI	M
Cisco de printemps	S	VD	VD
Crapet à longues oreilles	S	NEP	x
Dard arc-en-ciel	S	x	x
Esturgeon jaune	S	M	Aucun statut
Méné laiton	S	x	x
Ombre chevalier oquassa	S	x	x
Tête rose	S	NEP	x
<b>Diadromes<sup>5</sup></b>			
Alose savoureuse	V	x	x
Éperlan arc-en-ciel, population du sud de l'estuaire du Saint-Laurent	V	x	x
Anguille d'Amérique	S	M	Aucun statut
Esturgeon noir	S	M	Aucun statut

<sup>1</sup> Dans le cadre de la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables, le terme « espèce » est utilisé pour une sous-espèce, une population géographiquement isolée, une race ou une variété, qu'elle soit faunique ou floristique<sup>9</sup>.

<sup>2</sup> Désignation selon la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables (LEMV) : M, menacée [en date de septembre 2009]<sup>6</sup> ; V, vulnérable [en date de septembre 2009]<sup>6</sup> ; S, susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable [en date de janvier 2010] (7)

<sup>3</sup> Évaluation du Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC), en date de mai 2013<sup>20</sup> : DI, données insuffisantes; M, menacée; NEP, non en péril; P, préoccupante; VD, en voie de disparition; x, non évaluée

<sup>4</sup> Désignation selon la Loi sur les espèces en péril (LEP), en date de mars 2013<sup>21</sup> : M, menacée; NEP, non en péril; P, préoccupante; VD, en voie de disparition; x, non évaluée

<sup>5</sup> Espèce diadrome : espèce qui fréquente les eaux douces et les eaux salées au cours de son cycle de vie<sup>28</sup>

Parmi les espèces de poissons diadromes du Québec, c'est-à-dire fréquentant en alternance les eaux douces et les eaux salées au cours de leur cycle de vie, quatre ont un statut d'espèce vulnérable ou susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable (Tableau 11 Espèces de poissons d'eau douce et diadromes en situation précaire au Québec).

### **Le chevalier cuivré, une espèce menacée uniquement présente au Québec**

Les plus récentes données sur le chevalier cuivré (Photo 73), une espèce désignée menacée au Québec et en voie de disparition au Canada, suggèrent une faible abondance de même qu'une tendance à la baisse des effectifs. En 2012, une estimation préliminaire et ponctuelle chiffrait l'espèce à quelques milliers d'individus, tout au plus<sup>29</sup>. Son aire de répartition est limitée à une petite portion du fleuve Saint-Laurent, aux rivières Richelieu et des Mille Îles<sup>29</sup>. Les menaces pesant sur cette espèce sont majoritairement liées à la détérioration de l'habitat par l'érosion et la hausse de sédiments résultant des activités agricoles, du déboisement et de l'urbanisation<sup>29</sup>. L'apport excessif de nutriments, les substances toxiques et les contaminants présents dans les cours d'eau et les lacs perturberaient aussi la reproduction du chevalier cuivré<sup>30</sup>, qui ne vit nulle part ailleurs qu'ici, au Québec. Il s'agit donc d'une espèce ayant une valeur écologique considérable. Son extinction signifierait la perte définitive d'un élément de la biodiversité mondiale.



**Photo 73** Le chevalier cuivré (Nathalie Vachon, MFFP)

La perte, la dégradation et la fragmentation des habitats sont les menaces les plus souvent désignées pour expliquer la situation précaire des espèces aquatiques, dont les poissons<sup>31</sup>. Les activités agricoles, le déboisement, l'urbanisation et la présence de barrages seraient les principales sources de modification des habitats affectant plusieurs espèces de poissons d'eau douce, notamment le chevalier cuivré<sup>30</sup>, le dard de sable<sup>32</sup>, la lamproie du Nord<sup>33</sup>, l'éperlan arc-en-ciel<sup>34</sup>, l'anguille d'Amérique<sup>35</sup>, l'aloise savoureuse<sup>36</sup> et l'esturgeon jaune<sup>31</sup>.

De plus, des espèces exotiques envahissantes établies dans certains cours d'eau du Québec peuvent entrer en compétition avec les populations d'espèces indigènes. La tanche, le gobie à taches noires de même que la moule zébrée et la moule quagga sont des espèces considérées comme potentiellement menaçantes pour le rétablissement du chevalier cuivré<sup>37</sup>. La progression



du gobie à taches noires ([Photo 74](#) Le gobie à taches noires, une menace potentielle pour le dard de sable (Donna Francis, MDDELCC)), déjà présent dans le Saint-Laurent depuis les Grands Lacs jusqu'à Québec<sup>38</sup>, constitue une menace potentielle pour la plupart des populations de dard de sable du Québec<sup>32</sup>.

Enfin, plusieurs espèces de poissons en situation précaire sont actuellement ou ont été historiquement exploitées. L'alose savoureuse, l'anguille d'Amérique, l'éperlan arc-en-ciel ainsi que l'esturgeon jaune et l'esturgeon noir sont des espèces en situation précaire toujours pêchées, mais faisant toutefois l'objet de mesures d'exploitation restrictives.

**Photo 74** Le gobie à taches noires, une menace potentielle pour le dard de sable (Donna Francis, MDDELCC)

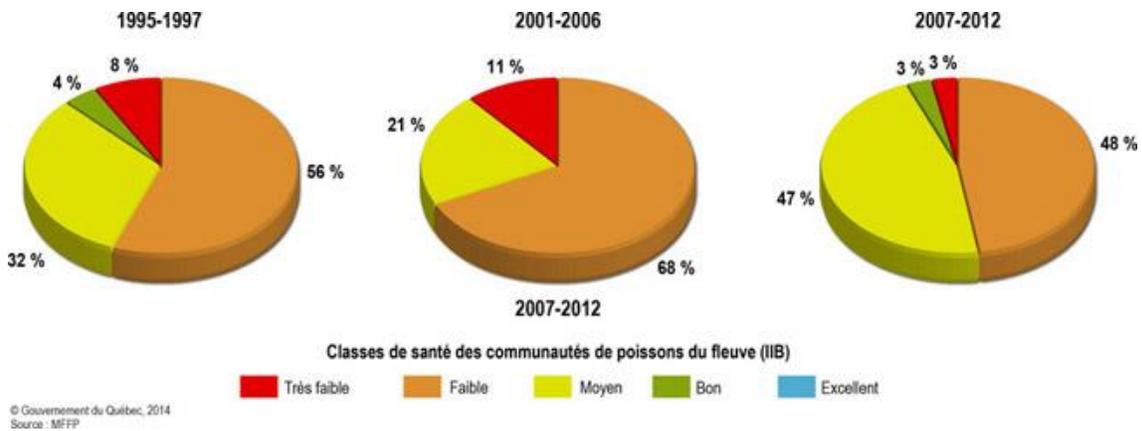
### Les communautés de poissons du fleuve

Globalement, une centaine d'espèces de poissons d'eau douce et diadromes fréquentent les eaux du fleuve Saint-Laurent. Certains secteurs, tels le lac Saint-Louis et le lac Saint-Pierre, sont particulièrement riches sur le plan du nombre d'espèces et de leur abondance<sup>31</sup>. Ces deux lacs fluviaux hébergent chacun plus de 60 espèces de poissons, notamment en raison de la présence d'habitats variés de grandes superficies. Le doré jaune, l'esturgeon jaune, la barbotte brune, la perchaude et les crapets sont parmi les principales espèces vivant dans ces plans d'eau. La situation est par contre différente au lac Saint-François, dont les extrémités sont pourvues de barrages, ce qui l'isole du reste du Saint-Laurent et limite l'accès aux espèces migratrices<sup>31</sup>.

### La santé des communautés de poissons du fleuve selon l'IIB

L'indice d'intégrité biotique (IIB) est utilisé ailleurs dans le monde pour évaluer la santé des communautés de poissons. L'IIB développé pour le fleuve Saint-Laurent et ses tributaires permet de déceler les effets globaux et cumulatifs des diverses perturbations touchant les poissons et leurs habitats. Il permet de juger de la qualité du milieu aquatique par le niveau d'intégrité ou de santé des communautés de poissons qui l'occupent. L'IIB est composé de plusieurs descripteurs qui intègrent les éléments suivants : la diversité des espèces et leur abondance en fonction de certains niveaux trophiques, c'est-à-dire insectivore, omnivore et piscivore, l'abondance des espèces tolérantes et intolérantes à la pollution ainsi que la prévalence d'anomalies sur leur corps, telles que des déformations, des lésions et des tumeurs.

Depuis 1995, l'IIB indique que l'état de santé des communautés de poissons du Saint-Laurent fluvial est généralement faible à moyen ([Figure 30](#) Proportion des secteurs échantillonnés dans le tronçon fluvial du lac Saint-François, à Batiscan, pour chaque classe de l'indice d'intégrité biotique<sup>39</sup>). Les secteurs du tronçon fluvial présentant un indice très faible ont cependant diminué, passant de 8 % durant la période de 1995 à 1997 à 3 % pour la période de 2007 à 2012.



**Figure 30** Proportion des secteurs échantillonnés dans le tronçon fluvial du lac Saint-François, à Batiscan, pour chaque classe de l'indice d'intégrité biotique<sup>39</sup>

L'analyse détaillée par secteur indique une très grande variabilité de l'indice : des améliorations sont constatées pour certains secteurs, alors que pour d'autres, des signes de dégradation sont observés (Figure 30). Ainsi, une amélioration de l'état des communautés de poissons est observée sur la rive nord du lac Saint-Louis, révélée en partie par une augmentation du nombre d'espèces intolérantes à la pollution, telle la laquaiche argentée. À l'opposé, bien que peu perceptible par l'interprétation seule de l'IIB, une importante dégradation est observée sur la rive sud du lac Saint-Pierre. La situation au lac Saint-François s'est par ailleurs généralement améliorée depuis la période 2001-2006. L'état de santé des communautés de poissons, révélé par l'IIB, demeure toutefois de faible à très faible (Figure 30)<sup>40</sup>.

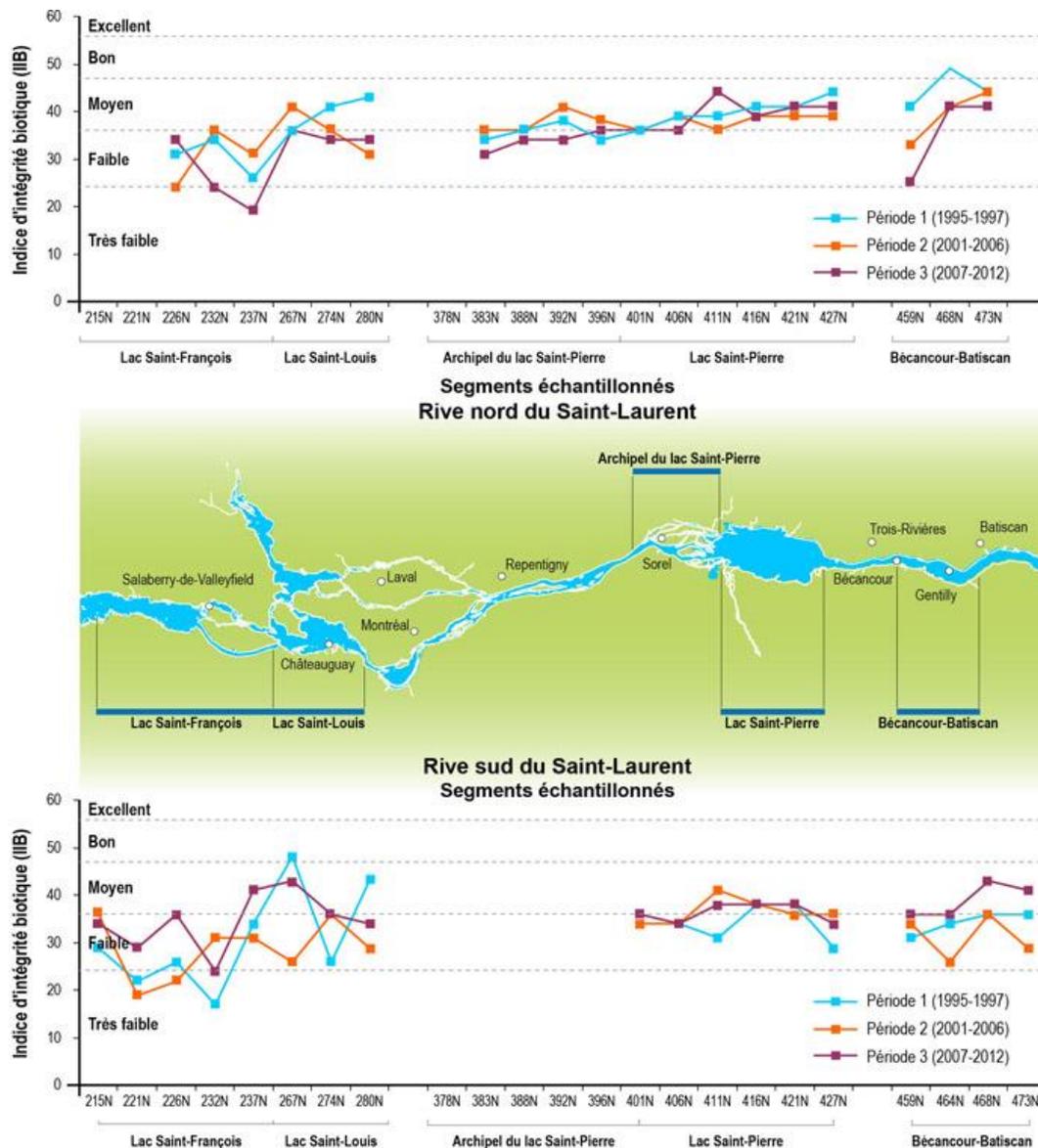
L'indice d'intégrité biotique présente un portrait partiel de l'état des communautés de poissons du fleuve Saint-Laurent. Afin de raffiner cet état de santé, une analyse détaillée par espèce demeure essentielle afin de mettre en lumière certaines tendances très contrastées, parfois à l'intérieur d'un même plan d'eau.

### **Des populations à la baisse pour la perchaude, le doré jaune et l'anguille d'Amérique**

Un déclin de la population de perchaude du lac Saint-Pierre, dans le fleuve Saint-Laurent, est observé depuis près de deux décennies<sup>41</sup>. Entre 2002 et 2007, les effectifs de cette population ont diminué de 40 %<sup>41</sup>. En 2011, malgré les restrictions sévères imposées à la pêche, l'abondance des perchaudes était toujours en baisse et le degré de repeuplement par les juvéniles démontrait des problèmes importants<sup>40</sup>. La modification des communautés de plantes aquatiques et la prolifération de cyanobactéries benthiques à certains endroits ont engendré une cascade d'effets menant à une réduction de la croissance des jeunes perchaudes et de leur potentiel de survie<sup>40</sup>.

Les activités humaines ont par ailleurs fortement perturbé plusieurs habitats du lac Saint-Pierre, dont ceux utilisés par la perchaude. La construction de routes, l'assèchement de milieux humides au profit de l'agriculture ou l'augmentation de la villégiature ont en effet modifié des zones de reproduction et d'alevinage de la perchaude dans la plaine inondable du lac Saint-Pierre. Mise en place pour les besoins de la navigation ou de la production hydroélectrique, la régulation des

débites du fleuve est une autre activité humaine ayant un impact sur la perchaude. Elle a pour effet, entre autres, d'atténuer les crues printanières. Or, ces crues, en inondant les rives du Saint-Laurent, sont essentielles à la perchaude qui utilise les plaines inondables du fleuve comme habitat de reproduction<sup>42</sup>. L'analyse des débits entre 1960 et 2000 démontre que l'atténuation des crues printanières, par la régulation des débits du fleuve, diminue fréquemment les superficies d'habitats printaniers de 5 à 15 %<sup>42</sup>.



© Gouvernement du Québec, 2014  
Source : MFFP

Figure 31 Intégrité biotique des communautés de poissons d'eau douce du tronçon fluvial du Saint-Laurent<sup>39</sup>

Outre la détérioration des zones de croissance et de reproduction de la perchaude, d'autres menaces pèsent sur ce poisson dans le lac Saint-Pierre. L'arrivée d'espèces compétitrices, telles que le gobie à taches noires et la tanche, ainsi que d'un prédateur de jeunes perchaudes, à savoir le cormoran à aigrettes, en sont des exemples.

La situation de la perchaude plus en amont sur le fleuve, notamment au lac Saint-Louis près de Montréal, est cependant tout autre : le poisson y abonde et soutient une pêche sportive durable<sup>40</sup>. En effet, la perchaude a connu un rétablissement spectaculaire dans ce plan d'eau, particulièrement sur la rive sud, où les efforts de réduction des rejets industriels semblent avoir porté leurs fruits<sup>40</sup>.

Une baisse des populations de doré jaune du fleuve Saint-Laurent a pour sa part été mise en évidence en 2010, lors d'une évaluation de l'état des stocks<sup>43</sup>. La situation du doré jaune est cependant variable dans le fleuve, à la hauteur des trois lacs fluviaux. L'espèce est considérée à risque ou en déclin dans le lac Saint-Pierre et en aval du pont Laviolette, à Trois-Rivières. Une augmentation du taux de mortalité et une baisse d'abondance de femelles matures y ont été observées. Dans le lac Saint-Louis, la population de doré jaune est en bonne condition, mais son état se détériore dans le secteur du lac Saint-François. En effet, au lac Saint-François, le doré jaune est considéré en déclin en raison de la modification de l'habitat et de la pression de pêche<sup>43</sup>.

Les populations d'anguille d'Amérique subissent elles aussi un déclin important dans le Saint-Laurent. La perte d'habitats de croissance, attribuable à la présence de barrages sur les routes de migration, la dégradation de l'environnement, notamment de la qualité de l'eau, et la mortalité engendrée lors du passage dans les turbines des centrales hydroélectriques sont des causes possibles du déclin de l'anguille<sup>44</sup>. Désignée espèce préoccupante par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) en 2006, l'espèce s'est vu attribuer en 2012 le statut d'espèce menacée, une catégorie plus élevée de risque<sup>35</sup>. L'espèce est aussi inscrite sur la liste des espèces susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables au Québec ([Tableau 11](#) Espèces de poissons d'eau douce et diadromes en situation précaire au Québec).

Le nombre de jeunes anguilles en montaison dans le fleuve a nettement diminué au fil des années. Une étude réalisée entre 1983 et 2000 révélait une chute de 99,8 % du nombre d'anguilles juvéniles de 3 à 7 ans à la passe migratoire de Moses-Saunders, à Cornwall<sup>40</sup>. La situation s'est améliorée après les années 2000. En 2014, l'abondance des juvéniles au barrage de Cornwall et même un peu en aval, au barrage de Beauharnois, était dix fois plus importante qu'en 2000<sup>40</sup>. Par contre, les anguilles proches de la maturité, âgées de 20 à 30 ans, ont connu une importante baisse dans cette partie du Saint-Laurent et dans les Grands Lacs. En effet, selon des études couvrant la période de 1996-1997 à 2010, leur nombre aurait diminué de 65 %<sup>35</sup>.

### **Alors que certaines espèces déclinent, le bar rayé et l'esturgeon jaune se rétablissent**

Le bar rayé est disparu du Saint-Laurent vers le milieu des années 1960, en raison notamment d'une surexploitation<sup>45</sup>. L'espèce connaît une augmentation démographique importante dans le Saint-Laurent depuis les premiersensemencements visant sa réintroduction en 2002. L'espèce recolonise actuellement son aire de répartition historique, c'est-à-dire le Saint-Laurent, entre le

lac Saint-Pierre et Rivière-du-Loup<sup>45</sup>. Le bar rayé affiche même aujourd'hui des taux de croissance en taille plus élevés qu'avant sa disparition. Par contre, la menace liée au dragage et les prises accessoires par les pêches commerciales exercent toujours une pression sur l'espèce<sup>46</sup>.

Des indices d'amélioration de la situation de l'esturgeon jaune sont aussi observés dans le fleuve Saint-Laurent, notamment en ce qui concerne l'abondance de juvéniles et de subadultes, ces derniers étant des poissons ayant presque atteint la taille adulte, mais encore sexuellement immatures. De plus, près de la ville de Québec, le retour de l'espèce en 2007 sur des frayères abandonnées de la section aval de la rivière Chaudière et la confirmation, en 2012, de l'existence d'une frayère à l'embouchure de la rivière Montmorency démontrent que l'esturgeon jaune est en progression dans ce secteur. La mise en place et l'application rigoureuse d'un plan de gestion pour cette espèce en 2000 pourraient expliquer l'amélioration de sa situation<sup>40</sup>.

## Les populations de poissons de lacs et de rivières

La faune des eaux intérieures, soit des lacs et des rivières, est beaucoup moins diversifiée que celle présente dans le fleuve, mais tout aussi abondante.

Le doré jaune, le touladi et l'omble de fontaine comptent parmi les principales espèces d'intérêt sportif retrouvées dans les lacs du Québec méridional, alors que dans les lacs nordiques, ce sont l'omble chevalier et le grand corégone. Le Québec compte par ailleurs un grand nombre de rivières d'envergure dont plusieurs terminent leur cours dans le fleuve Saint-Laurent. Le saumon atlantique et l'omble de fontaine sont deux des espèces fréquentant les grandes rivières du Québec, principalement celles de la Gaspésie et de la Côte-Nord. Plus au nord, ces grandes rivières peuvent abriter des espèces comme l'esturgeon jaune, le saumon atlantique et l'omble chevalier.

De par l'immensité du territoire à couvrir et les contraintes d'accès, le suivi des communautés de poissons en eaux intérieures est plus complexe et ne peut être fait que partiellement. Malgré le peu d'informations disponibles, des changements dans l'état des populations de certaines espèces de poissons sont aussi constatés en lacs et en rivières. Globalement, plusieurs espèces exploitées, telles que le saumon atlantique, l'omble de fontaine, le touladi et le doré jaune, présentent, à des degrés variables, des signes de déclin ou de lent rétablissement.

Le doré jaune est la deuxième espèce en importance pour la pêche récréative au Québec. Cependant, un récent portrait de la situation du doré jaune au Québec démontre que la pêche est en partie responsable du déclin de cette espèce en eaux intérieures<sup>47</sup>. D'ailleurs, l'analyse récente des données d'inventaire démontre qu'environ 30 % des lacs à doré sont en surexploitation<sup>40</sup>. De plus, une dégradation de la structure des populations de doré jaune, illustrée par le manque de recrutement et le vieillissement de diverses populations, est aussi observée en lacs et rivières. Le plan de gestion du doré, entré en vigueur en 2011, a pour objectif de redresser la situation<sup>43</sup>.

Quant aux pressions affectant les populations de touladi, la surexploitation demeure toujours importante, bien qu'elle ait diminué dans les dernières années. En 2012, 64 % des lacs à touladi étaient considérés comme étant en surexploitation comparativement à 82 % au début des années 1990<sup>40</sup>. L'état des populations de touladi des lacs du Québec s'améliore lentement, mais

de façon constante depuis la mise en place de contraintes d'exploitation en 1993. À l'heure actuelle, des problèmes d'habitat menacent les populations de touladi. En effet, un manque d'oxygène dissous dans la partie profonde des lacs, causé principalement par l'eutrophisation des plans d'eau, est répertorié sur 50 % des lacs à touladi du Québec. La variation des niveaux d'eau de certains lacs-réservoirs entraîne également une mortalité importante des œufs.

Bien que l'omble de fontaine soit une espèce très résiliente face à l'exploitation, plusieurs spécialistes de la faune aquatique sont inquiets des niveaux actuels d'exploitation et de l'état des populations dans le sud du Québec. Au cours des dernières années, plusieurs indices laissent présager que de nombreux plans d'eau feraient l'objet d'une surexploitation<sup>40</sup>. Un manque de connaissances quant aux méthodes de détermination de l'état des populations et des habitats, de même que relativement à l'efficacité des interventions de conservation et de mise en valeur de l'omble de fontaine (aménagement d'habitat, restauration de lac et ensemencements) limite les possibilités d'intervention des spécialistes. D'importants efforts visant à pallier ces lacunes de connaissances sont en cours.

La population du saumon atlantique demeure relativement faible, comparativement à l'abondance mesurée dans le passé. Il y aurait aujourd'hui quelque 65 000 géniteurs, alors qu'ils étaient plus de 100 000 dans les années 1980<sup>48</sup>. Les causes exactes de ce déclin demeurent méconnues<sup>40</sup>, mais plusieurs études suggèrent que la survie des saumons est grandement affectée par les changements que subit l'écosystème marin. Ceux-ci incluraient potentiellement la fluctuation de la température de l'océan ainsi que les variations d'abondance des proies et des prédateurs marins du saumon atlantique<sup>49, 50, 51</sup>.

### Plusieurs espèces de poissons marins sont en déclin

Environ 110 espèces de poissons sont régulièrement observées dans les eaux salées du Québec<sup>2</sup>. D'autres observations suggèrent la présence d'au moins 103 espèces occupant la partie aval du fjord du Saguenay, l'estuaire maritime et le golfe du Saint-Laurent<sup>52</sup>. Les données d'inventaires peuvent varier en raison du comportement de certaines espèces moins évidentes à capturer, entre autres les espèces migratrices.

Selon les échantillonnages effectués, le capelan ainsi que le sébaste acadien et le sébaste atlantique seraient les espèces les plus abondantes de l'estuaire maritime et du nord du golfe<sup>52</sup>. Certaines espèces subissent toutefois des déclinés importants, au point de menacer la survie de leur population. Parmi celles-ci, les espèces des fonds marins sont certainement les plus touchées. D'ailleurs, huit des dix espèces marines en situation précaire sont des poissons de fond (Tableau 12 Espèces de poissons marins et diadromes en situation précaire au Québec). Le brochet, le chabosse à quatre cornes, le loup à tête large, le loup atlantique, le loup tacheté, les populations sud-laurentienne et nord-laurentienne de morue franche et la raie tachetée ont le statut d'espèces susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables au Québec. Par contre, le COSEPAC a attribué des statuts de risque plus élevé à six de ces espèces ou populations d'espèces. De plus, deux espèces de poissons diadromes ont le statut d'espèce vulnérable au Québec, soit l'aloise savoureuse et la population d'éperlan du sud de l'estuaire du Saint-Laurent.

**Tableau 12** Espèces de poissons marins et diadromes en situation précaire au Québec

Espèce ou populations d'espèce <sup>1</sup>	Statut des espèces		
	LEMV <sup>2</sup>	COSEPAC <sup>3</sup>	LEP <sup>4</sup>
<b>Marines</b>			
Brosme	S	VD	Aucun statut
Chaboisseau à quatre cornes	S	NEP	x
Loup à tête large	S	M	M
Loup atlantique	S	P	P
Loup tacheté	S	M	M
Maraîche (requin-taupe commun)	S	VD	Aucun statut
Morue franche			
population sud-laurentienne	S	VD	Aucun statut
population nord-laurentienne	S	VD	Aucun statut
Raie tachetée	S	VD	Aucun statut
Requin bleu	S	P	Aucun statut
<b>Diadromes<sup>5</sup></b>			
Alose savoureuse	V	x	x
Éperlan arc-en-ciel, population du sud de l'estuaire du Saint-Laurent	V	x	x
Anguille d'Amérique	S	M	Aucun statut
Esturgeon noir	S	M	Aucun statut

<sup>1</sup> Dans le cadre de la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables, le terme « espèce » est utilisé pour une sous-espèce, une population géographiquement isolée, une race ou une variété, qu'elle soit faunique ou floristique<sup>9</sup>.

<sup>2</sup> Désignation selon la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables (LEMV) : M, menacée [en date de septembre 2009]<sup>6</sup>; V, vulnérable [en date de septembre 2009]<sup>6</sup>; S, susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable [en date de janvier 2010]<sup>7</sup>

<sup>3</sup> Évaluation du Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC), en date de mai 2013<sup>20</sup> : DI, données insuffisantes; M, menacée; NEP, non en péril; P, préoccupante; VD, en voie de disparition; x, non évaluée

<sup>4</sup> Désignation selon la Loi sur les espèces en péril (LEP), en date de mars 2013<sup>21</sup> : M, menacée; NEP, non en péril; P, préoccupante; VD, en voie de disparition; x, non évaluée

<sup>5</sup> Espèce diadrome : espèce qui fréquente les eaux douces et les eaux salées au cours de son cycle de vie<sup>28</sup>

## **Des changements dans les communautés de poissons du golfe du Saint-Laurent depuis 1990**

Les communautés de poissons du golfe du Saint-Laurent ont changé de façon notable au début des années 1990<sup>53</sup>. Les populations de grands poissons de fond, comme la morue, le sébaste, la merluche blanche, la plie canadienne et les raies, ont diminué à des niveaux très bas dans les années 1990<sup>54</sup>.

Le déclin des poissons de fond s'est traduit par une diminution de la prédation que ces poissons exerçaient sur plusieurs espèces fourragères, notamment sur la crevette nordique, le capelan, le maquereau et le hareng. Certaines espèces, comme la crevette nordique, ont considérablement augmenté leur population. En effet, la biomasse de crevettes et de nombreux autres taxons d'invertébrés s'est accrue dans le nord du golfe du Saint-Laurent depuis le début des années 1980, un accroissement continu qui s'est accéléré au début des années 1990, en même temps que le déclin des poissons de fond<sup>53</sup>. Le capelan et le hareng ont plutôt étendu leur territoire et davantage occupé les profondeurs suite au déclin des poissons de fond<sup>55</sup>.

En 2010, une évaluation de la situation de la morue dans le golfe révélait que l'espèce aurait connu, au cours des trois dernières générations, soit environ 30 ans, un déclin de 76 à 89 % pour la population nord-laurentienne et de 90 % pour la population sud-laurentienne<sup>56</sup>. En 2011, le stock de morue du nord du golfe du Saint-Laurent se maintenait dans la zone critique, une situation persistante depuis plus de 20 ans. Aucun rétablissement n'est attendu. Les projections démographiques pour la population de morue du sud du golfe, fortement affectée par la mortalité naturelle, prévoient, même en l'absence de pêche, une diminution de la biomasse des reproducteurs à moins de 1 000 tonnes dans un horizon de 40 ans, ce qui équivaldrait à la disparition du stock de morues<sup>57</sup>.

La surpêche est largement considérée comme le facteur principal ayant occasionné l'épuisement, ou du moins la diminution sérieuse de nombreuses espèces de poissons de fond du golfe<sup>53, 56</sup>. La composition des communautés s'est transformée suite à l'exploitation soutenue de la morue et du sébaste, notamment. Malgré un moratoire de 15 ans sur la pêche aux poissons de fond, les populations ne se sont toujours pas rétablies<sup>53</sup>. Encore aujourd'hui, la mortalité causée par la pêche, incluant les prises accessoires, les pêches récréatives et de subsistance, ainsi que la pêche illégale, représente la principale menace contre le rétablissement de la morue dans l'ensemble de son aire de répartition<sup>56</sup>. La population de morue dans le sud du golfe serait par contre davantage affectée par une mortalité naturelle<sup>56</sup>.

Ainsi, la pêche commerciale peut exercer une pression directe sur les populations exploitées, mais elle peut du même coup nuire à d'autres organismes marins, d'intérêt commercial ou non. Des effets collatéraux sont ainsi observés, tels qu'une hausse de la mortalité par des prises accessoires ou accidentelles. Les prises accessoires figurent d'ailleurs parmi les principales menaces responsables du déclin observé chez des espèces de poissons de fond en situation précaire, dont le brosme<sup>58</sup>, la raie tachetée<sup>59</sup>, le loup à tête large<sup>60</sup>, le loup tacheté<sup>60</sup> et le loup atlantique<sup>60</sup>.

Des facteurs additionnels, outre l'exploitation, contribueraient au déclin de populations de différentes espèces de poissons. Parmi ces facteurs figurent les variations du climat marin et les autres changements environnementaux<sup>53</sup>, la croissance des populations de prédateurs tels le phoque gris<sup>54</sup>, les maladies et la contamination des eaux<sup>56</sup>.

### Les populations d'amphibiens, de tortues et de serpents sont fragiles

Plusieurs des populations d'amphibiens, de tortues et de serpents ont diminué au cours du dernier siècle, suivant les grandes transformations du territoire. Un déclin sans doute proportionnel aux superficies d'habitats perdues<sup>3</sup>.

Entre autres, de nombreux milieux humides ont été détruits ou perturbés dans le sud du Québec pour faire place à l'agriculture, aux activités forestières, aux infrastructures de transport et au développement résidentiel.

Cependant, certaines espèces sont rares simplement parce que leur habitat potentiel est faiblement représenté à l'échelle du Québec. Considérant le peu de données existantes, les tendances récentes des populations de plusieurs espèces d'amphibiens, de tortues et de serpents sont toutefois difficiles à établir pour le Québec.



**Photo 75** La salamandre sombre des montagnes (David Rodrigue)

Parmi les 20 espèces d'**amphibiens** associées aux écosystèmes aquatiques<sup>3</sup>, la salamandre sombre des montagnes (Photo 75) est la seule espèce désignée menacée au Québec (Tableau 13 Espèces d'amphibiens, de tortues et de serpents en situation précaire dans les écosystèmes aquatiques ou les milieux humides du Québec). Deux espèces sont par ailleurs désignées vulnérables et quatre autres sont susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables (Tableau 13 Espèces d'amphibiens, de tortues et de serpents en situation précaire dans les écosystèmes aquatiques ou les milieux humides du Québec). **Donc** 13 espèces sur 20, plus communes et répandues au Québec, seraient considérées en sécurité, c'est-à-dire qu'il y a peu de risque qu'elles disparaissent du territoire québécois.

Chez les tortues, presque toutes les espèces sont en situation précaire selon la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables. En effet, six espèces sur les neuf que compte le Québec sont menacées ou vulnérables et une espèce est susceptible d'être ainsi désignée (Photo 76 Trois espèces de tortues menacées au Québec : A) tortue mouchetée (Caroline Gagné, Conservation de la nature); B) tortue-molle à épines (Claude Daigle, MFFP); C) tortue musquée (Sylvain Giguère, EC) et Tableau 13 Espèces d'amphibiens, de tortues et de serpents en situation précaire dans les écosystèmes aquatiques ou les milieux humides du Québec). La tortue ponctuée, présente en Ontario et au Québec, est légalement désignée en voie de disparition par le gouvernement fédéral, selon la Loi sur les espèces en péril. Dans l'ensemble, sur les neuf espèces de tortues, seulement deux seraient jugées en sécurité, soit la tortue serpentine et la tortue peinte, un peu plus communes au Québec<sup>61, 62</sup>. Quant aux **serpents**, les deux espèces présentes au Québec et associées aux écosystèmes aquatiques et aux milieux humides, soit la couleuvre d'eau et la couleuvre mince, sont susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables selon la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables.



**Photo 76** Trois espèces de tortues menacées au Québec : A) tortue mouchetée (Caroline Gagné, Conservation de la nature); B) tortue-molle à épines (Claude Daigle, MFFP); C) tortue musquée (Sylvain Giguère, EC)

**Tableau 13** Espèces d'amphibiens, de tortues et de serpents en situation précaire dans les écosystèmes aquatiques ou les milieux humides du Québec

Espèce <sup>1</sup>	Statut des espèces		
	LEMV <sup>2</sup>	COSEPA <sup>3</sup>	LEP <sup>4</sup>
<b>Amphibiens</b>			
Salamandre sombre des montagnes	M	M	M
Rainette faux-grillon de l'Ouest	V	M	M
Salamandre pourpre	V	M	Aucun statut
Grenouille des marais	S	NEP	x
Rainette faux-grillon boréale	S	x	x
Salamandre à quatre orteils	S	NEP	x
Salamandre sombre du Nord	S	NEP	x
<b>Tortues</b>			
Tortue luth	M	VD	Aucun statut
Tortue mouchetée	M	M	M
Tortue musquée	M	P	M
Tortue molle à épines	M	M	M
Tortue des bois	V	M	M
Tortue géographique	V	P	P
Tortue ponctuée	S	VD	VD

<b>Serpents</b>			
Couleuvre d'eau	S	NEP	x
Couleuvre mince	S	P	P

<sup>1</sup> Dans le cadre de la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables, le terme « espèce » est utilisé pour une sous-espèce, une population géographiquement isolée, une race ou une variété, qu'elle soit faunique ou floristique<sup>9</sup>.

<sup>2</sup> Désignation selon la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables (LEMV) : M, menacée [en date de septembre 2009]<sup>6</sup>; V, vulnérable [en date de septembre 2009]<sup>6</sup>; S, susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable [en date de janvier 2010]<sup>7</sup>

<sup>3</sup> Évaluation du Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC), en date de mai 2013<sup>20</sup> : DI, données insuffisantes; M, menacée; NEP, non en péril; P, préoccupante; VD, en voie de disparition; x, non évaluée

<sup>4</sup> Désignation selon la Loi sur les espèces en péril (LEP), en date de mars 2013<sup>21</sup> : M, menacée; NEP, non en péril; P, préoccupante; VD, en voie de disparition; x, non évaluée

### La tortue luth pourrait disparaître de nos océans

La tortue luth est considérée comme la plus grande tortue au monde (Photo 77). Elle mesure jusqu'à 2,4 m de long et 3,6 m de large et pèse jusqu'à 900 kg<sup>63</sup>. La tortue luth est une tortue de mer migratrice qui se reproduit dans les eaux chaudes et qui se déplace vers les eaux un peu plus froides le reste de l'année. Au Québec, l'espèce est présente dans les eaux du golfe du Saint-Laurent durant l'été pour s'alimenter<sup>64</sup>. Des observations ont été signalées à l'île d'Anticosti en 2004, aux îles de la Madeleine et de Mingan en 2006 ainsi que sur la Basse-Côte-Nord et en Gaspésie en 2008<sup>63</sup>. À l'échelle mondiale, l'espèce aurait connu un déclin de plus de 70 %. Au Québec, la tortue luth est désignée menacée depuis octobre 2009, selon la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables, bénéficiant ainsi de mesures de protection particulières.



Photo 77 La tortue luth (Louisabelle Gagnon)

### Des populations d'oiseaux aquatiques et marins augmentent alors que d'autres sont en déclin

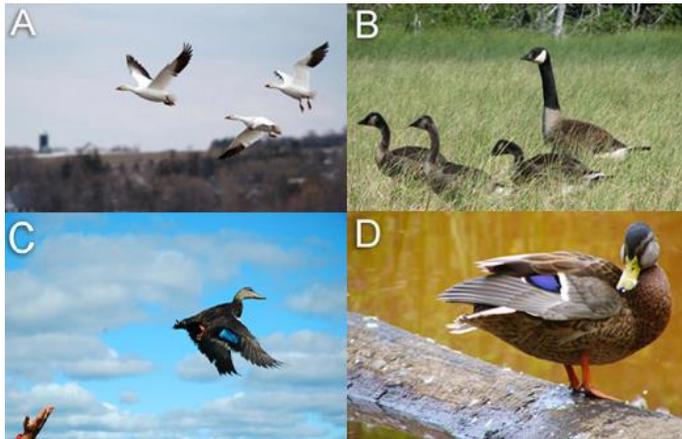
Le Québec compte une grande variété d'oiseaux aquatiques et marins. Seulement dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent, près d'une vingtaine d'espèces typiques du milieu marin, dont le fou de Bassan, les mouettes, les goélands, les sternes, les guillemots, le macareux moine et le petit pingouin, cohabitent. Les écosystèmes aquatiques d'eau douce et les milieux humides abritent

aussi un grand nombre d'espèces de sauvagine, tels le canard colvert ou la bernache du Canada, et de limicoles, des oiseaux échassiers dont fait partie, entre autres, le grand héron.

Si plusieurs de ces espèces sont abondantes et même s'accroissent, certaines ne peuvent que se maintenir ou se rétablir tranquillement. D'autres connaissent enfin un déclin constant et difficile à enrayer pour plusieurs raisons.

Dans le présent rapport, l'état des populations de sauvagine est représenté par des espèces d'intérêt, qualifiées ainsi en raison de leur abondance, de leur situation précaire ou encore du rôle important que joue le Québec dans leur conservation à l'échelle nord-américaine. Il en va de même pour l'état des populations de limicoles. Du côté des oiseaux marins, l'état des populations est présenté pour les espèces suivies à titre d'espèces sentinelles du golfe du Saint-Laurent dans le cadre du programme Suivi de l'état du Saint-Laurent, en plus de la sterne de Dougall, une espèce menacée au Québec et en voie de disparition au Canada.

### Des espèces abondantes et aux effectifs croissants



**Photo 78** Des espèces aux effectifs croissants : A) oie des neiges (Manon Bernard, MDDELCC); B) bernache du Canada (Hélène Tremblay, MDDELCC); C) canard noir (Jonathan Gagnon, MDDELCC); D) canard colvert (Caroline Anderson, MDDELCC)

Les populations de la plupart des espèces de sauvagine sont aujourd'hui abondantes, stables ou en croissance au Québec. Cet état de fait concerne en particulier la grande oie des neiges, dont les effectifs en migration dans le sud du Québec ont atteint un peu plus de 1 000 000 individus en 2012<sup>65</sup> (Photo 78). Ce constat s'applique également à certaines populations nicheuses de sauvagine. C'est le cas notamment de la bernache du Canada avec 721 000 individus, du canard noir avec 558 000 individus,

du canard colvert avec 134 000 individus, du harle huppé avec 390 000 individus et du harle couronné avec 97 000 individus<sup>66</sup>. Des conditions environnementales favorables ou une bonne capacité d'adaptation de ces espèces, combinées à la mise en place de mesures de protection, expliquent cette situation.

Le cormoran à aigrette connaît également une augmentation de ses populations, autant dans la portion fluviale du Saint-Laurent que sur la côte nord du golfe<sup>67, 68</sup>. Ces oiseaux sont nombreux au

lac Saint-Pierre, avec plus de 620 nids dénombrés en 2012<sup>69</sup>. Alors que les populations de certaines espèces montrent des signes marqués de croissance, d'autres voient leurs populations



**Photo 79** Le grand héron (Manon Bernard, MDDELCC)

s'accroître plus lentement ou se rétablir tranquillement. C'est le cas de l'arlequin plongeur, pour lequel une augmentation du nombre d'individus hivernant sur la côte Est est observée depuis 1992, notamment à Terre-Neuve et au Nouveau-Brunswick<sup>70</sup>. En 2009, la population de l'Est d'arlequin plongeur était estimée à 6 800 individus, dont 5 400 nicheraient au Québec<sup>66</sup>.

De plus, les données des inventaires de grands hérons de 2006-2007, qui couvraient les héronnières connues, permettaient de prévoir une hausse de la population provinciale de l'espèce (Photo 79) entre 2001-2002 et 2006-2007<sup>71</sup>. Au cours des quatre derniers inventaires quinquennaux, le plus grand nombre de héronnières et de nids a été observé dans les régions de l'Outaouais, de l'Abitibi-Témiscamingue et des Laurentides<sup>71</sup>. L'axe du Saint-Laurent, soit du lac Saint-François jusqu'à la hauteur de Sept-Îles, et les îles de la Madeleine, dans le golfe, abriteraient pour leur part une trentaine de héronnières. Celle de Grande-Île, au lac Saint-Pierre<sup>72</sup>, qui comptait un peu plus de 1 500 nids en 2006<sup>73</sup>, serait probablement la plus grande héronnière au monde<sup>72</sup>.

Enfin, le petit pingouin, une espèce d'oiseau marin de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent, connaît de son côté une croissance constante depuis les années 1970<sup>74</sup>. En 2005, plus de 20 000 individus nicheurs ont été recensés dans les refuges d'oiseaux migrateurs de la Côte-Nord, alors que moins de 5 000 y étaient présents dans les années 1970.

### **Des espèces en déclin**

Pour certaines espèces d'oiseaux aquatiques au Québec, l'avenir est plus incertain. Sur un total de 120 espèces associées aux milieux aquatiques et humides<sup>4</sup>, cinq sont menacées ([Tableau 14](#) Espèces d'oiseaux aquatiques en situation précaire au Québec), trois sont vulnérables et deux autres sont susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables. Parmi les espèces menacées au Québec, trois sont considérées en voie de disparition au Canada, soit le grèbe esclavon<sup>75</sup>, le pluvier siffleur<sup>76</sup> et la sterne de Dougall<sup>77</sup>. Au Québec, ces trois espèces sont présentes uniquement aux îles de la Madeleine, où elles sont peu abondantes. Plusieurs facteurs sont à l'origine du déclin de ces trois espèces, dont la perturbation des sites de nidification par les activités humaines, la compétition avec d'autres espèces d'oiseaux et la pollution des eaux.

**Tableau 14** Espèces d'oiseaux aquatiques en situation précaire au Québec

Espèce <sup>1</sup>	Statut des espèces		
	LEMV <sup>1</sup>	COSEPAC <sup>1</sup>	LEP <sup>1</sup>
Grèbe esclavon	M	VD	VD
Pluvier siffleur	M	VD	VD
Râle jaune	M	P	P
Sterne caspienne	M	NEP	x
Sterne de Dougall	M	VD	VD
Arlequin plongeur, population de l'Est	V	P	P
Garrot d'Islande, population de l'Est	V	P	P
Petit blongios	V	M	M
Bécasseau maubèche	S	VD	VD
Océanite cul-blanc	S	x	x

1 Dans le cadre de la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables, le terme « espèce » est utilisé pour une sous-espèce, une population géographiquement isolée, une race ou une variété, qu'elle soit faunique ou floristique<sup>9</sup>

2 Désignation selon la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables (LEMV) : M, menacée [en date de septembre 2009]<sup>6</sup>;

V, vulnérable [en date de septembre 2009]<sup>6</sup>; S, susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable [en date de janvier 2010]<sup>7</sup>

3 Évaluation du Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC), en date de mai 2013 (20) : M, menacée; NEP, non en péril; P, préoccupante; VD, en voie de disparition; x, non évaluée

4 Désignation selon la Loi sur les espèces en péril (LEP), en date de mars 2013<sup>21</sup> : M, menacée; NEP, non en péril; P, préoccupante; VD, en voie de disparition; x, non évaluée

Le grèbe esclavon et la population de l'Est du garrot d'Islande sont deux espèces dont les populations sont en déclin. Le grèbe esclavon est une espèce dont la nidification n'est rapportée qu'aux îles de la Madeleine. Entre 1993 et 2007, pas plus de 25 adultes ont été observés en une seule saison de reproduction, pour une moyenne annuelle de 15 adultes<sup>78</sup>. La population est considérée en déclin, ayant diminué de 22 % au cours de cette période<sup>78</sup>. Pour sa part, la population de l'Est du garrot d'Islande regrouperait 6 800 individus au Québec<sup>79</sup>. Bien qu'il soit difficile d'évaluer les tendances de cette population, il est probable qu'elle ait connu un déclin pendant le 20<sup>e</sup> siècle et que cette situation perdure<sup>80</sup>.

Plusieurs espèces de limicoles connaissent également une situation incertaine depuis les dernières décennies. C'est le cas de la population nord-américaine du pluvier siffleur. La diminution constante de cette espèce est notamment due aux activités de récréation sur les sites favorables à la nidification, au développement domiciliaire côtier et à l'ampleur des marées et des tempêtes qui inondent le haut des plages<sup>76</sup>. Actuellement, une petite population est présente aux îles de la Madeleine, seul endroit du Québec encore habité par l'espèce. En 2012, le nombre de couples de pluviers siffleurs s'y élevait à 26, alors qu'il atteignait 60 en 2007 et 40 en 2010<sup>81</sup>.

La taille des populations du petit blongios et du râle jaune (Photo 80), bien qu'imprécise, est aussi considérée comme étant faible ou en déclin<sup>82, 83</sup>. La population nicheuse du petit blongios au Canada s'élèverait environ à 3 000 individus<sup>83</sup>. La population de râle jaune est pour sa part estimée à environ 10 000 individus matures ou 5 000 couples au Canada<sup>84</sup>. La perte d'habitats localisés sur les côtes de la baie d'Hudson et de la baie James laisse présager que la population a peut-être subi un déclin évalué à moins de 30 % durant les dix dernières années<sup>82</sup>. La principale menace à la survie du râle jaune est la perte des habitats humides riverains du Saint-Laurent<sup>85</sup>.



**Photo 80** A) petit blongios (Isabelle Paré, MDDELCC); B) râle jaune (Larry Master)

Plusieurs espèces d'oiseaux marins du Québec sont également aux prises avec un déclin difficile à renverser. La population nord-américaine de la sterne de Dougall, par exemple, connaît une décroissance depuis les années 1930<sup>77</sup>. En 2009, elle ne comptait que 3 500 à 4 000 couples<sup>86</sup>. La seule colonie du Québec, située aux îles de la Madeleine, se trouve à la limite nord de l'aire de répartition mondiale de l'espèce. Les populations n'y ont jamais été très nombreuses, représentant qu'une faible fraction des effectifs canadiens<sup>87</sup>.



**Photo 81** La sterne caspienne (Larry Master)

La sterne caspienne (Photo 81) a elle aussi connu un déclin marqué au cours du 20<sup>e</sup> siècle au Québec, une diminution qui pourrait bien avoir atteint un point critique<sup>88</sup>. En effet, aucune activité

de nidification n'a été confirmée depuis 1995 dans son unique site de nidification de l'île à la Brume, sur la Côte-Nord, bien que l'espèce y ait été observée à quelques reprises<sup>88</sup>.

La population de goéland argenté dans les refuges d'oiseaux migrateurs de la Côte-Nord se maintient à un bas niveau depuis 1993<sup>67, 74</sup>. Évaluée à plus de 22 000 individus en 1988, elle est passée à environ 5 000 en 1993 et est demeurée à près de 6 000 en 2005<sup>74</sup>. Pour sa part, la mouette tridactyle se remet difficilement d'un faible succès de reproduction dans les années 1990, possiblement attribuable à une hausse de la prédation sur les œufs et les poussins<sup>89</sup>, elle-même probablement provoquée par une baisse de la nourriture d'origine humaine pour les goélands en raison du moratoire sur la pêche à la morue<sup>90</sup>.

Le macareux moine est un oiseau de mer dont les effectifs remontent difficilement suite au déclin marqué de sa population après les années 1950<sup>74</sup>. En effet, après avoir augmenté de façon encourageante entre 1977 et 1993, le nombre de macareux moines nicheurs recensés dans les refuges d'oiseaux migrateurs de la Côte-Nord est passé de plus de 45 000 en 1993 à environ 25 000 en 2005<sup>74</sup>. Dans le cas du guillemot marmette, le nombre de nicheurs, qui avait atteint un sommet à environ 30 000 en 1993 et en 1998-1999, a diminué de moitié, soit à près de 15 000, en 2005<sup>74</sup>. Malheureusement, les causes des variations de la taille des populations chez ces deux dernières espèces sont mal comprises.

Par ailleurs, la population du fou de Bassan (Photo 82) a déjà connu des hauts et des bas, mais la période actuelle se caractérise plutôt par une décroissance des colonies. Après un déclin attribuable à la présence de DDT dans les œufs de la fin des années 1960 jusqu'au début des années 1970, la population de fou de Bassan du Québec a constamment progressé entre 1976 et 2009, passant d'environ 21 000 à 90 000 couples nicheurs<sup>91</sup>. Une diminution des populations est néanmoins observée depuis 2009<sup>4</sup>. Cette diminution s'expliquerait notamment par une baisse du succès de reproduction de l'espèce, tel qu'il a été observé sur l'île Bonaventure<sup>92</sup>.



**Photo 82** Fous de Bassan de la colonie de l'île Bonaventure (Sylvie Blais, MDDELCC)

### Les mammifères semi-aquatiques et marins : un déclin pour certaines espèces, mais une progression pour d'autres

Au Québec, 26 espèces de mammifères sont associées aux écosystèmes aquatiques d'eau douce et marins<sup>3</sup>. Le castor, le rat musqué, le vison d'Amérique et la loutre de rivière sont des mammifères semi-aquatiques d'eau douce, puisqu'ils occupent à la fois les milieux terrestres et aquatiques. Ces espèces sont communes au Québec et leur aire de répartition couvre presque tout le territoire québécois, à l'exception de l'extrême nord<sup>93, 94, 95</sup>. En 2013, aucune information récente n'existait à l'échelle du Québec sur l'état des populations de chacune de ces espèces<sup>96</sup>.

L'ours blanc, plusieurs espèces de phoques, le morse et plusieurs espèces de cétacés, c'est-à-dire les baleines, les dauphins et les marsouins, représentent les mammifères marins du Québec. Un grand nombre de ces espèces sont rares ou en déclin dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent ainsi que dans les eaux marines du nord du Québec. Ces espèces sont donc très fragiles.

En effet, dix espèces ou populations d'espèces sont en situation précaire (Tableau 15). Parmi elles figurent trois populations distinctes de bélugas, dont celle menacée de l'estuaire du Saint-Laurent. Les deux autres populations de cette espèce sont susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables, au même titre que six autres espèces de mammifères marins. L'ours blanc, considéré comme un mammifère marin, est désigné vulnérable. Parmi ces espèces en situation précaire, cinq sont considérées en voie de disparition au Canada, dont deux légalement désignées ainsi, à savoir la baleine noire et le rorqual bleu.

**Tableau 15** Espèces de mammifères marins en situation précaire au Québec

Espèce <sup>1</sup>	Statut des espèces		
	LEMV <sup>2</sup>	COSEPAC <sup>3</sup>	LEP <sup>4</sup>
Béluga			
pop. de l'estuaire du Saint-Laurent	M	M	M
pop. de l'est de la baie d'Hudson	S	VD	M
pop. de la baie d'Ungava	S	VD	VD
Ours blanc	V	P	P
Baleine noire	S	VD	VD
Marsouin commun	S	P	P
Morse	S	P	D
Phoque commun, sous-espèce des Lacs des Loups Marins	S	VD	P
Rorqual bleu	S	VD	VD
Rorqual commun	S	P	P

<sup>1</sup> Dans le cadre de la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables, le terme « espèce » est utilisé pour une sous-espèce, une population géographiquement isolée, une race ou une variété, qu'elle soit faunique ou floristique<sup>9</sup>.

<sup>2</sup> Désignation selon la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables (LEMV) : M, menacée [en date de septembre 2009]<sup>6</sup> ; V, vulnérable [en date de septembre 2009]<sup>6</sup> ; S, susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable [en date de janvier 2010]<sup>7</sup>

<sup>3</sup> Évaluation du Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC), en date de mai 2013<sup>20</sup> : M, menacée; NEP, non en péril; P, préoccupante; VD, en voie de disparition

<sup>4</sup> Désignation selon la Loi sur les espèces en péril (LEP), en date de mars 2013<sup>21</sup> : M, menacée; P, préoccupante; VD, en voie de disparition; D, disparue

La chasse abusive de plusieurs mammifères marins dans le passé a fortement contribué au déclin actuel des populations de plusieurs espèces, dont le béluga<sup>97</sup>, la baleine noire<sup>98</sup>, le rorqual bleu<sup>99</sup>, le rorqual commun<sup>100</sup> et le morse<sup>101</sup>. Dans le cadre du présent rapport, l'état des populations de mammifères se limite aux espèces marines d'intérêt, qualifiées ainsi en raison de leur abondance ou de leur situation précaire au Québec et au Canada.

## L'ours blanc

L'ours blanc est considéré par les scientifiques comme un mammifère marin puisqu'il dépend du milieu marin pour survivre, passant la majorité de son temps sur les glaces et dans les eaux marines.



**Photo 83** L'ours blanc (© 2009, Corinne Pomerleau, Le monde en images, CCDMD)

En fait, l'ours blanc (Photo 83) utilise les banquises et les glaces flottantes comme plateforme pour chasser les phoques et d'autres mammifères marins, dont le morse, le béluga et le narval<sup>102</sup>. Sans ces plaques de glace, il est difficile pour l'ours blanc de se nourrir adéquatement. Autre que pour se nourrir, l'ours blanc fréquente les glaces marines durant la période de reproduction et pour ses déplacements<sup>103</sup>. La mer est donc un habitat essentiel pour l'ours blanc.

Les scientifiques sont d'accord sur le fait que les changements climatiques et la diminution du couvert de glace qui s'ensuit représentent la menace à long terme la plus grave pour les ours blancs<sup>103</sup>. Cette menace est d'autant plus importante au sud de l'aire de répartition de cette espèce<sup>104</sup>. La mauvaise condition physique des ours blancs ainsi que les baisses notées dans les taux de recrutement et de survie indiquent que certaines sous-populations d'ours blancs, dont la sous-population du sud de la baie d'Hudson, en partie au Québec, sont appelées à décliner au cours des prochaines années<sup>105</sup>.

## Les phoques et le morse

Six espèces de phoques fréquentent les eaux salées du Saint-Laurent. De ce nombre, quatre sont plus courantes : le phoque du Groenland, le phoque à capuchon, le phoque commun et le phoque gris<sup>55</sup>. Le phoque commun et le phoque gris (Photo 84 Deux espèces de phoques résidant à l'année dans le Saint-Laurent : A) phoque commun (Fred Klus); B) phoque gris (Jean-Louis Provencher, Parcs Canada)) passent toute l'année dans le Saint-Laurent<sup>55</sup> et sont même observés dans le fjord du Saguenay<sup>106, 107</sup>.



**Photo 84** Deux espèces de phoques résidant à l'année dans le Saint-Laurent : A) phoque commun (Fred Klus); B) phoque gris (Jean-Louis Provencher, Parcs Canada)

En 2012, la population de phoque du Groenland a été estimée à 7,7 millions d'individus dans les eaux du nord-ouest de l'Atlantique, une abondance quatre fois plus élevée que dans les années 1970<sup>108</sup>. La population de phoque gris a elle aussi beaucoup augmenté dans l'est du Canada, passant de moins de 30 000 individus dans les années 1970<sup>109</sup> à plus de 350 000 en 2012<sup>110</sup>. Cette hausse, observée surtout chez la population qui se reproduit sur les terres de l'île de Sable, au large de la Nouvelle-Écosse, ne serait pas aussi marquée chez les phoques gris se reproduisant dans le golfe<sup>111</sup>, dont le nombre est estimé entre 60 000 et 70 000 individus<sup>54</sup>. Un taux de mortalité plus élevé parmi les petits nés sur la glace serait l'une des explications avancées<sup>112</sup>. Par ailleurs, selon les relevés de 2005, la population de phoque à capuchon s'élève à environ 600 000 individus au Canada<sup>110</sup>, un nombre stable depuis le début des années 1980<sup>54</sup>. Enfin, la taille réelle des populations de phoque commun est inconnue, mais elle pourrait

être de l'ordre de 20 000 à 30 000 individus dans l'est du Canada<sup>109</sup>. Dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent plus précisément, il y aurait entre 4 000 et 5 000 phoques communs selon les relevés effectués entre 1995 et 2001<sup>113</sup>.

Une seule population de morse se maintient au Québec, soit celle de la partie nord de la baie d'Hudson et du détroit de Davis. Les effectifs de cette population, en se basant sur des estimations sommaires de 1988 et de 1995, se chiffraient entre 4 000 et 6 000 individus<sup>101</sup>. Les morses de la population de la Nouvelle-Écosse, de Terre-Neuve et du golfe Saint-Laurent étaient autrefois abondants, mais la chasse excessive dont ils ont fait l'objet au cours du 17<sup>e</sup> et du 18<sup>e</sup> siècle a anéanti cette population. Aujourd'hui, le morse est occasionnellement aperçu dans le golfe, mais cette présence fortuite n'est apparemment pas considérée comme un signe de rétablissement de l'espèce dans le Saint-Laurent<sup>101</sup>. Au Québec, l'espèce est susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable (**Tableau 15** Espèces de mammifères marins en situation précaire au Québec). Regroupé sous une même unité désignable au Canada, le morse de l'Atlantique est considéré comme préoccupant par le COSEPAC, en raison notamment de la pression exercée par la chasse de subsistance<sup>101</sup>.

## Les baleines

Cinq espèces de baleines à fanons sont retrouvées dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent : le rorqual commun, le petit rorqual, le rorqual bleu, le rorqual à bosse et la baleine noire de l'Atlantique Nord<sup>55</sup>. De plus, huit espèces de baleines à dents, dont le béluga, le globicéphale noir,

le dauphin à flancs blancs, le dauphin à nez blanc et le marsouin commun, sont observées dans l'estuaire et le golfe. Parmi celles-ci, le béluga (Photo 85) est la seule espèce y résidant en permanence<sup>55</sup>. Le Québec abrite deux autres populations de béluga, soit la population de l'est de la baie d'Hudson et celle de la baie d'Ungava. Ces deux populations sont considérées en déclin principalement en raison de leur surexploitation<sup>97</sup>. La population de la baie d'Ungava aurait peut-être même complètement disparu des eaux québécoises<sup>97</sup>.



Les populations de baleines ont connu des déclinés importants dans le passé. Plusieurs espèces peinent à se rétablir, dont la population de béluga de l'estuaire du Saint-Laurent. Ses effectifs étaient estimés à environ 889 individus en 2012<sup>114</sup>, alors qu'ils devaient être entre 5 000 et 10 000 vers la fin du 19<sup>e</sup> siècle<sup>99</sup>. La population était considérée comme stable jusqu'au début des années 2000, où un déclin s'est amorcé<sup>114</sup>.

**Photo 85** Le béluga, un résident permanent du Saint-Laurent (Renaud Pintiaux)

Plus récemment, une augmentation du taux de mortalité des nouveau-nés a été observée dans le Saint-Laurent<sup>114</sup>. Entre 1983 et 2007, le nombre de nouveau-nés trouvés morts était relativement stable, oscillant entre zéro et trois signalements par année. Par contre, un nombre de cas anormalement élevé a été observé depuis, soit 8 cas en 2008, 8 cas en 2010 et 16 cas en 2012. Les causes de cette hausse de cas rapportés ne sont pas encore bien comprises. Cependant, des conditions environnementales défavorables à l'espèce représentent l'une des hypothèses<sup>114</sup>.

Bien qu'elle ne soit pas directement liée à des effets pathologiques chez le béluga, la contamination chimique figure parmi les causes possibles du déclin de la population de l'estuaire du Saint-Laurent<sup>115</sup>. Le béluga du Saint-Laurent, comme d'autres mammifères marins, accumule dans ses tissus des contaminants persistants, dont les biphényles polychlorés (BPC) et les diphényléthers polybromés (PBDE) présents dans leur environnement et dans les proies qu'ils ingèrent. La longévité de l'espèce et le transfert des contaminants de la mère au petit lors de l'allaitement contribuent à la persistance des contaminants au sein de la population<sup>115</sup>. Les autres menaces potentielles de déclin de la population du Saint-Laurent sont la dégradation de l'habitat, la présence d'algues toxiques, les déversements accidentels, les maladies, le dérangement et les collisions<sup>97, 115</sup>.

La taille de la population de rorqual commun dans l'Atlantique Nord varie entre 5 000 et 11 000 individus selon les différentes estimations réalisées<sup>116</sup>. Selon les plus récents estimés de 2007, les effectifs de rorqual commun du golfe du Saint-Laurent et du plateau néo-écossais, situé au large de la Nouvelle-Écosse, sont estimés à environ 460 individus<sup>117</sup>.

La population de rorqual bleu présente dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent au cours de l'été fait partie de la population de l'Atlantique Nord, dont le nombre se situerait entre 600

et 1 500 individus d'après les estimations<sup>118</sup>. Les études de photo-identification des rorquals bleus réalisées dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent entre 1980 et 2008 ont permis de repérer entre 22 et 110 individus par année dans ce secteur, pour un total de 402 individus au cours de ces 29 années d'étude<sup>119</sup>. La population actuelle de rorquals bleus fréquentant les eaux de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent est inconnue.

## En savoir plus

Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) – Recherche d'espèces sauvages : [http://www.cosewic.gc.ca/fra/sct1/index\\_f.cfm](http://www.cosewic.gc.ca/fra/sct1/index_f.cfm)

COSEPAC – Espèces sauvages canadiennes en péril :  
[http://www.cosewic.gc.ca/fra/sct0/rpt/csar\\_f\\_2012.pdf](http://www.cosewic.gc.ca/fra/sct0/rpt/csar_f_2012.pdf)

Espèces floristiques menacées ou vulnérables au Québec :  
<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/>

Liste des espèces en péril : [http://www.registrelep.gc.ca/sar/listing/schedules\\_f.cfm?id=1](http://www.registrelep.gc.ca/sar/listing/schedules_f.cfm?id=1)

Loi sur les espèces menacées ou vulnérables :  
[http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/E\\_12\\_01/E12\\_01.htm](http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/E_12_01/E12_01.htm)

Plans de conservation d'espèces floristiques menacées ou vulnérables :  
<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/publications.htm>

Registre public des espèces en péril : [http://www.registrelep.gc.ca/default\\_f.cfm](http://www.registrelep.gc.ca/default_f.cfm)

Atlas des amphibiens et des reptiles du Québec :  
[http://www.atlasamphibiensreptiles.qc.ca/index.php?option=com\\_content&view=article&id=33&Itemid=42](http://www.atlasamphibiensreptiles.qc.ca/index.php?option=com_content&view=article&id=33&Itemid=42)

Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) – Recherche d'espèces sauvages : [http://www.cosewic.gc.ca/fra/sct1/index\\_f.cfm](http://www.cosewic.gc.ca/fra/sct1/index_f.cfm)

COSEPAC – Espèces sauvages canadiennes en péril :  
[http://www.cosewic.gc.ca/fra/sct0/rpt/csar\\_f\\_2012.pdf](http://www.cosewic.gc.ca/fra/sct0/rpt/csar_f_2012.pdf)

Liste de la faune vertébrée du Québec : <http://www3.mffp.gouv.qc.ca/faune/vertebree/>

Liste des espèces en péril : [http://www.registrelep.gc.ca/sar/listing/schedules\\_f.cfm?id=1](http://www.registrelep.gc.ca/sar/listing/schedules_f.cfm?id=1)

Liste des espèces fauniques désignées menacées ou vulnérables au Québec :  
<http://www3.mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/menacees/liste.asp>

Loi sur les espèces menacées ou vulnérables :  
[http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/E\\_12\\_01/E12\\_01.htm](http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/E_12_01/E12_01.htm)

Registre public des espèces en péril : [http://www.registrelep.gc.ca/default\\_f.cfm](http://www.registrelep.gc.ca/default_f.cfm)



## Quels sont les effets sur vous?

- L'état des populations aquatiques influence les activités de récolte
- La contamination des mollusques et des poissons influence leur consommation
- Les espèces exotiques envahissantes limitent l'attrait récréatif des écosystèmes aquatiques et menacent les pêches
- En savoir plus
- [Références](#)

Les écosystèmes aquatiques fournissent aux humains de nombreux produits alimentaires et soutiennent une multitude d'activités. Ils génèrent ainsi de nombreuses retombées économiques. En revanche, les écosystèmes aquatiques font face à plusieurs perturbations associées aux activités humaines et aux changements climatiques. Ces perturbations réduisent notamment la capacité de ces écosystèmes à soutenir la chasse, la pêche et les cueillettes commerciale et récréative. L'état des populations des espèces prisées pour la récolte a une incidence directe sur les activités économiques qui en dépendent.

Un déclin de populations amène souvent une diminution des stocks et, ultimement, un ralentissement, voire l'arrêt de l'activité de récolte. Des problèmes de contamination de la chair des poissons d'eau douce ou des mollusques d'eau salée sont également observés, limitant leur consommation dans certains cas. Par ailleurs, l'introduction et la propagation d'espèces exotiques envahissantes peuvent nuire à certaines activités récréatives et commerciales. La santé, le mode de vie et l'économie de plusieurs communautés du Québec sont directement reliés au maintien de populations fauniques en santé.

### L'état des populations aquatiques influence les activités de récolte

Plusieurs populations aquatiques des milieux marins et d'eau douce sont en bonne santé au Québec et soutiennent des activités de récolte commerciale ou récréative aux retombées économiques importantes. D'autres sont par contre en moins bonne condition. Le déclin d'espèces ou de populations oblige alors la mise en place de restrictions quant à leur exploitation. Dans certains cas, sur une portion de territoire plus ou moins grande, un arrêt complet de la récolte peut être promulgué et perdurer parfois de nombreuses années. L'impact économique de telles restrictions est variable et peut toucher un nombre réduit de personnes ou des communautés entières, voire l'ensemble du Québec. Dans certains cas, les restrictions peuvent engendrer la perte d'une activité à forte valeur traditionnelle.

### La pêche commerciale en milieu marin

Les pêches commerciales au Québec ont cours à 99 % en milieu marin<sup>1</sup> le long des côtes de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent, principalement dans les régions de la Gaspésie, des Îles-de-la-Madeleine et de la Côte-Nord<sup>2</sup>. Les données préliminaires de 2013 estimaient les débarquements à environ 60 400 tonnes, pour une valeur d'un peu plus de 166 millions de dollars<sup>3</sup>. Les principales espèces de poissons visées par la pêche commerciale sont le flétan du Groenland, le flétan atlantique, le hareng, le maquereau et, dans une bien moindre mesure

qu'autrefois, la morue. Le crabe des neiges, le homard d'Amérique, la crevette nordique, le buccin et le pétoncle sont les principales espèces de crustacés et de mollusques pêchées commercialement<sup>1</sup>.

### Des communautés côtières affectées par le déclin des poissons de fond

Le déclin dans les années 1990 de différentes populations de poissons de fond, comme la morue, le sébaste, la plie ou la merluche blanche, a fait chuter les débarquements. Les débarquements de morue s'élevaient en moyenne à 82 000 tonnes par année entre 1964 et 1985 pour la seule partie nord du golfe du Saint-Laurent<sup>4</sup>. En 1990, au Québec seulement, les débarquements de poissons de fond avaient diminué à 40 000 tonnes, dont environ 22 300 tonnes concernaient la morue<sup>3</sup>. La baisse drastique de l'abondance de morues a réduit considérablement les quotas de pêche, lesquels étaient fixés à seulement 13 000 tonnes en 1993<sup>5</sup>. À l'été de cette même année, les autorités interdisaient finalement la pêche à la morue dans le golfe<sup>5</sup>, une mesure faisant écho au moratoire déjà mis en place l'année précédente, le long des côtes du Labrador et de Terre-Neuve.

En 2013, la pêche commerciale à la morue était toujours soumise au moratoire dans le sud du golfe du Saint-Laurent et demeurait très restreinte dans la partie nord<sup>6</sup>, où le gouvernement fédéral a autorisé un total de captures de 1 500 tonnes par année pour les saisons 2013-2014 et 2014-2015<sup>7</sup>. D'autres espèces de poissons de fond ont aussi été visées par le moratoire, comme la merluche blanche et le sébaste<sup>5</sup>.

Les collectivités côtières dont les activités économiques sont peu diversifiées et principalement axées sur la pêche ont été durement affectées par les baisses de quotas et les moratoires associés aux poissons de fond telle la morue<sup>8</sup>. En effet, les régions maritimes québécoises, aussi bien la Gaspésie que les Îles-de-la-Madeleine et la Côte-Nord, sont dépendantes de la pêche commerciale, une activité traditionnelle ayant significativement contribué au développement des communautés en place. Plusieurs pêcheurs ont dû cesser leurs activités. Entre 1988 et 2008, le nombre d'entreprises de pêche, par exemple, est passé de 734 à 421 pour le secteur Gaspésie–Bas-Saint-Laurent et de 552 à 320 pour la Côte-Nord. Plus de 70 % des fermetures dans ces régions concernaient des entreprises spécialisées en poissons de fond<sup>9</sup>. Les valeurs au débarquement de morue traduisent également l'état de la situation. Elles atteignaient 18 millions de dollars en 1985<sup>8</sup>, contre seulement 600 000 dollars en 2012<sup>10</sup>.

### Une diversification des espèces exploitées

La crevette et le crabe des neiges ont constitué un substitut à l'effondrement du poisson de fond<sup>11</sup>. En 2012, les crevettes, le crabe des neiges et le homard représentaient ainsi près de 85 % de la valeur des débarquements québécois<sup>10</sup>. La diminution des quotas d'espèces en déclin a donc entraîné une diversification des espèces exploitées commercialement en milieu marin. Cette diversification pourrait par ailleurs se poursuivre en incluant, par exemple, certains végétaux aquatiques. Certaines macroalgues marines, telles que des laminaires, des ascophylles et des fucus<sup>12</sup>, ont commencé à être valorisées, mais cette industrie est encore peu développée dans le

Saint-Laurent. La récolte d'algues au Québec se pratique actuellement dans la baie d'Ungava, sur la Côte-Nord, en Gaspésie et dans le Bas-Saint-Laurent. Le volume prélevé avoisine les 800 tonnes par an<sup>12</sup>. L'industrie peut également compter sur les retombées économiques des activités de mariculture commerciale, en particulier celles de la culture des moules dont les quantités vendues sont passées de 97 tonnes en 1997 à 394 tonnes en 2011<sup>13</sup>.

Une modification des activités de pêches pourrait survenir en raison des changements climatiques attendus. En effet, les répercussions prévues sur la température de l'eau, le taux d'oxygène, la salinité et le pH, par exemple, sont susceptibles de modifier la productivité et la répartition des espèces<sup>14</sup>. Par ailleurs, un réchauffement de l'eau pourrait nuire aux populations de crustacés sur lesquelles reposent aujourd'hui la majorité des activités de pêche commerciale<sup>15</sup>. Le crabe des neiges est d'ailleurs très sensible aux variations de température de l'eau, qui affectent sa reproduction et sa distribution<sup>15</sup>.

### **La pêche commerciale en eau douce**

La pêche commerciale en eau douce, pratiquée surtout dans le couloir fluvial du Saint-Laurent et dans le lac Saint-Pierre<sup>11</sup>, repose sur différentes espèces, dont la plupart sont aujourd'hui exploitées de façon durable. En matière de valeur monétaire, les principales espèces pêchées en eau douce sont l'esturgeon jaune, l'esturgeon noir et l'anguille d'Amérique. En 2012, les débarquements de poissons d'eau douce totalisaient 596 tonnes, pour une valeur d'environ 1,4 million de dollars<sup>16</sup>. Néanmoins, la pêche commerciale en eau douce au Québec a connu un déclin substantiel depuis le début des années 1990<sup>1</sup>. Ce déclin fait suite à la précarité qu'ont connue et que connaissent encore certaines espèces, à l'exemple du saumon atlantique, dont la pêche commerciale a dû être interdite en 2000<sup>17</sup>, ainsi que de l'anguille d'Amérique et de la perchaude, qui font l'objet de mesures restrictives importantes quant à leur exploitation commerciale.

#### Un frein aux pêches commerciales de certaines espèces en difficulté dans le Saint-Laurent

Au milieu des années 1980, quelque 440 tonnes d'**anguilles d'Amérique** étaient pêchées au Québec<sup>18</sup>. Les prises ont toutefois diminué graduellement pour se chiffrer à près de 47 tonnes en 2012<sup>16</sup>. En fait, afin de réduire la pression de la pêche commerciale sur l'anguille, des programmes de retrait volontaire d'autorisations de pêche commerciale ont été mis en place. À partir de 2002, des autorisations de pêche commerciale dans le Saint-Laurent ont ainsi été retirées de manière progressive, visant d'abord les anguilles juvéniles dans le lac Saint-Pierre, puis les anguilles au stade de maturation dans l'estuaire<sup>19</sup>. En 2012, les retraits se sont étendus à la portion amont du lac Saint-Pierre, puis, en 2013, entre le pont Laviolette, à Trois-Rivières, et l'île d'Orléans<sup>20</sup>. Comme le programme de 2013 visait des pêches effectuées avec des engins pouvant capturer différentes espèces de poissons, les retraits d'autorisations sont bénéfiques à l'anguille, mais aussi à la perchaude.

Les débarquements de **perchaude** ont aussi connu une baisse importante dans les dernières décennies. En effet, les débarquements commerciaux de perchaude atteignaient au Québec 252 tonnes en 1986, pour se limiter à quelque 15 tonnes en 2011<sup>18</sup>. Cette baisse des

débarquements de perchaude reflète le déclin de l'espèce depuis la fin des années 1980 et l'application de différents programmes de rachat de permis et de mesures restrictives dans les années 2000, telles que la réduction de la limite de prise, l'instauration d'une taille minimale, le raccourcissement de la saison de pêche<sup>21</sup> et le retrait d'autorisations de pêche dans le lac Saint-Pierre. Un moratoire de cinq ans sur la pêche commerciale de la perchaude dans le lac Saint-Pierre existe depuis 2012<sup>21</sup>. En 2013 et en 2014, d'autres portions du fleuve ont aussi été mises sous moratoire, et ce, jusqu'en 2018<sup>22, 23</sup>. La pêche commerciale à la perchaude est ainsi interdite en tout temps dans le lac Saint-Pierre et en aval de celui-ci, jusqu'à l'île d'Orléans.

Les valeurs totales au débarquement pour l'anguille comme pour la perchaude ont conséquemment connu des baisses au fil des années. Elles sont passées pour l'anguille de 1,14 million de dollars en 2002 à 481 000 dollars en 2012 et, pour ces mêmes années, de 427 000 à 59 000 dollars pour la perchaude<sup>16, 24</sup>. Cela représente des pertes de revenus pour plusieurs familles, de même que la perte d'activités à valeur traditionnelle. La pêche à l'anguille à Kamouraska, notamment, est une tradition de plusieurs siècles. La pêche à la perchaude au lac Saint-Pierre constitue un autre exemple d'activité à caractère traditionnel.

#### Des contraintes d'exploitation pour maintenir la pêche commerciale à l'esturgeon jaune et au doré jaune dans le Saint-Laurent

Des efforts visant à rétablir des populations de poissons en difficulté, telles la réduction des quotas et l'imposition de limites de taille maximale des captures, ont permis le maintien de certaines activités de pêche commerciale au Québec. Bien que moins importante par rapport à ce qu'elle a pu être dans le passé, la pêche à l'**esturgeon jaune** est encore possible dans le Saint-Laurent. Elle s'effectue entre le lac Saint-Louis et la pointe est de l'île d'Orléans<sup>25</sup>. La pêche de ces espèces apporte certains bénéfices économiques aux détenteurs de permis. En 2012, la valeur des débarquements d'esturgeon jaune se chiffrait à 220 000 dollars<sup>26</sup>.

Espèce très populaire en pêche sportive, le **doré jaune** est aussi pêché commercialement depuis 1971 au Québec, mais seulement dans le fleuve Saint-Laurent, entre le pont Laviolette, à Trois-Rivières, et la pointe est de l'île d'Orléans. Environ 10 tonnes sont pêchées annuellement de façon commerciale<sup>27</sup>.

#### **La pêche récréative**

La pêche récréative représente une activité économique importante pour nombre de régions au Québec. En moyenne, environ 750 000 permis ont été vendus annuellement aux amateurs de pêche récréative en eau douce entre 2003 et 2013<sup>28</sup>. Quelque 41 millions de poissons ont été capturés, pour une récolte de 25 millions au Québec en 2010 par les pêcheurs québécois<sup>29</sup>. Parmi les espèces pêchées dans les lacs et les rivières se trouvent l'omble de fontaine, le doré jaune, la perchaude et le touladi<sup>29, 30</sup>. Par ailleurs, la pêche récréative au saumon atlantique se pratique sur environ 70 rivières au Québec<sup>31</sup>.

En ce qui concerne l'**omble de fontaine**, plusieurs indices laissent présager que l'espèce serait surexploitée<sup>30</sup>, bien que les connaissances actuelles soient insuffisantes pour dresser l'état des

populations. Pour plusieurs secteurs de pêche, le nombre de prises par unité d'effort et la taille moyenne des prises sont deux indicateurs de pêche à la baisse. Dans certains territoires structurés, telles des zones d'exploitation contrôlées (ZEC) et des réserves fauniques, la baisse progressive de ces indicateurs de pêche récréative est observée depuis les 20 dernières années<sup>30</sup>.

La pêche sportive au doré est pratiquée majoritairement dans les lacs et les rivières. Environ 28 % des populations de **doré jaune** inventoriées seraient considérées en surexploitation<sup>27</sup>. La qualité de la pêche a d'ailleurs diminué. Les poissons récoltés sont plus petits, la masse moyenne globale des prises ayant baissé d'environ 21 % de 1990 à 2008<sup>27</sup>. L'abondance des populations en général demeure par contre relativement élevée.

La **perchaude** occupait, en 2010, le troisième rang des principales espèces capturées à la pêche sportive au Québec, après l'omble de fontaine et le doré jaune<sup>29</sup>. Au lac Saint-Pierre, la perchaude pouvait représenter, en termes de poids, jusqu'à 36 % des captures à la pêche blanche, une activité familiale lucrative pour la région<sup>32</sup>. En 2012, un moratoire a été décrété et toute pêche à la perchaude est désormais interdite au lac Saint-Pierre ainsi que dans le tronçon du fleuve compris entre le pont Laviolette, en aval du lac Saint-Pierre, et Saint-Pierre-les-Becquets, en aval de Trois-Rivières. Ces mesures sont nécessaires pour assurer la protection de la perchaude ainsi que la pérennité de ses stocks, qui sont en déclin<sup>22</sup>.

Le **saumon atlantique** est pêché au Québec de façon récréative seulement (Photo 86). Les rivières à saumon exploitées se concentrent principalement dans les régions suivantes : Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine, Bas-Saint-Laurent, Capitale-Nationale, Saguenay-Lac-Saint-Jean, Côte-Nord et Nord-du-Québec. Ce poisson fait également l'objet d'une pêche d'alimentation pratiquée par les Autochtones sur une dizaine de rivières réparties dans les régions du Bas-Saint-Laurent, de la Gaspésie, de la Côte-Nord et de la baie d'Ungava<sup>30</sup>. Depuis 1984, le nombre de prises associées à cette pêche d'alimentation est relativement stable. Entre 2007 et 2011, ce nombre était évalué à près de 4 200 en moyenne, par année<sup>31</sup>.

Le **touladi** est un autre poisson d'intérêt pour la pêche récréative. Cependant, la pêche de ce poisson continue de faire l'objet de contraintes depuis le constat, en 1990, d'une surpêche dans les lacs au sud du

**Photo 86** Pêche récréative au saumon sur la rivière Dartmouth, en Gaspésie (Vanessa Cauchon, MFFP)



Québec<sup>33</sup>. Afin de favoriser le rétablissement de l'espèce, le plus récent plan de gestion du touladi ajoute de nouvelles contraintes d'exploitation aux pêcheurs pour la période 2014-2020<sup>30</sup>.

Dans un avenir plus ou moins rapproché, les changements climatiques pourraient avoir des impacts sur la pêche récréative au Québec. Les conséquences attendues des changements

climatiques sur les niveaux d'eau, le régime thermique, la période de stratification et la réduction du volume de certains habitats pourraient réduire la productivité des populations et influencer la pratique de la pêche récréative à certains endroits. Des niveaux d'eau trop bas dans les rivières, par exemple, peuvent causer une diminution du nombre de jours de pêche<sup>34</sup>.

### La chasse aux phoques comme activité complémentaire

Les populations de phoques ont connu une croissance importante depuis les années 1960 et 1970 et demeurent aujourd'hui abondantes, tout particulièrement en ce qui concerne la population de phoque du Groenland. La chasse de ce mammifère marin représente une activité économique traditionnelle pour les communautés des Îles-de-la-Madeleine et de la Basse-Côte-Nord<sup>1</sup>.

Malgré la croissance des populations, la valeur totale des débarquements a diminué depuis 2006 au Canada Atlantique<sup>35</sup>. La situation a aussi touché le Québec, où la chasse commerciale repose presque entièrement sur le **phoque du Groenland**<sup>35</sup>. En 2006, la valeur totale des captures de phoques du Groenland atteignait 3,2 millions de dollars, mais chutait à 0,2 million de dollars en 2008<sup>1</sup>. Les données sur les débarquements des dernières années n'expriment pas une reprise de l'activité. En effet, le nombre de phoques débarqués se chiffrait à 22 884 en 2009<sup>36</sup> et atteignait seulement 3 710 en 2012<sup>37</sup>. Le nombre de chasseurs actifs au Québec a également diminué, passant de 528 en 2009 à 93 en 2013<sup>37</sup>.

La mise en place d'embargos sur les produits dérivés du phoque dans certains pays, notamment au sein de l'Union européenne, a eu pour effet de fermer l'accès à des marchés autrefois lucratifs. En l'absence de ces marchés, la valeur des prises a été affectée négativement. D'autres facteurs connexes sont avancés, soit la fluctuation du couvert de glace et les mauvaises conditions climatiques saisonnières qui rendent la chasse plus difficile, ainsi que la valeur du dollar canadien qui a nui aux exportations ces dernières années.

À plus long terme, la pratique de cette activité pourrait aussi être perturbée par certains effets des changements climatiques, entre autres par une diminution de l'étendue et de la durée du couvert de glace de mer. Des taux de mortalité élevés sont observés chez le phoque du Groenland lors d'années où les glaces sont très instables<sup>35</sup>. En plus d'augmenter la mortalité, des changements dans la couverture de glace utilisable par le phoque pourraient même forcer les animaux à se déplacer vers des régions plus nordiques.

### La chasse à la sauvagine

La chasse à la sauvagine et plus précisément aux Anatidés, c'est-à-dire les **bernaches**, les **oies**, les **canards** et les **espèces apparentées** (Photo 87), génère d'importantes retombées économiques dans le Québec méridional. Le passage de la grande oie des neiges et de la bernache du Canada engendre des retombées économiques estimées annuellement à



**Photo 87** Chasse à la sauvagine  
(France Courchesne)

près de 6,4 millions de dollars<sup>38</sup>. En plus de la chasse, près de 24 millions de dollars proviennent des activités d'observation et des festivals associés à la présence de ces oiseaux<sup>38</sup>.

La plupart des populations de sauvagine du Québec sont stables ou en croissance<sup>39, 40</sup>. De ce fait, il semble que, de façon générale, la chasse ne pose actuellement pas de problème affectant la conservation des populations de sauvagine, d'autant plus que le nombre de chasseurs a diminué depuis les années 1980. En effet, 70 817 permis par an ont été vendus en moyenne pour la période de 1975 à 1984, comparativement à 28 254 pour celle de 2003 à 2007<sup>39</sup>.

Certaines espèces demandent toutefois une attention particulière. Des restrictions sont en vigueur pour les populations de l'Est de l'arlequin plongeur et du garrot d'Islande, deux espèces à statut précaire. La chasse à l'arlequin plongeur est interdite au Québec depuis 1990<sup>41</sup>, alors que la chasse au garrot d'Islande et au garrot à œil d'or, une espèce qui lui ressemble beaucoup, est interdite dans les secteurs et aux périodes fréquentés par le garrot d'Islande. Le maximum quotidien de prises et le maximum d'oiseaux qu'un chasseur peut posséder ont été fixés à un pour le garrot d'Islande. Des restrictions avaient aussi été établies pour la chasse du canard noir en 1984 à la suite d'une forte baisse des effectifs hivernant dans les voies migratoires de l'Atlantique et du Mississippi, aux États-Unis, de 1955 à 1980<sup>39</sup>. En 2012, le Canada et les États-Unis signaient une stratégie internationale sur la récolte du canard noir appuyée sur un mode de gestion évolutive. Appliquée au Québec depuis l'automne 2013, cette stratégie guide le degré de restriction appliqué à la réglementation de la chasse au canard noir<sup>39</sup>. Pour la saison 2014-2015, la limite de prises quotidiennes est de quatre, à l'exception d'une zone où elle est réduite à deux<sup>42</sup>.

En revanche, certaines espèces en forte croissance demandent un assouplissement des restrictions sur la chasse. La grande oie des neiges a été jugée surabondante en 1998, ce qui a entraîné au Québec, dès 1999, l'implantation d'une récolte spéciale de conservation au printemps sur les terres agricoles, des périodes et des méthodes de chasse supplémentaires ainsi qu'une augmentation des limites de prises et de possession<sup>42, 43</sup>. D'ailleurs, depuis 2013 au Québec, il n'y a plus de maximum d'oies des neiges qu'un chasseur peut avoir en sa possession.

À l'avenir, les impacts appréhendés des changements climatiques sur l'érosion côtière et les crues printanières sont susceptibles d'influencer les populations de sauvagine<sup>44, 45</sup>. Ces éventuels changements concernant des espèces exploitées risquent d'influencer la pratique de la chasse.

## **La contamination des mollusques et des poissons influence leur consommation**

Divers contaminants dans l'eau, lorsqu'ils se trouvent sous une forme biodisponible, peuvent pénétrer dans un organisme vivant et contaminer sa chair. D'autres substances, telles que des toxines, des parasites, des virus ou des bactéries, peuvent aussi se loger dans les organismes aquatiques. Les mollusques d'eau salée et les poissons contaminés par ces substances ou microorganismes peuvent, dans certains cas, représenter un risque pour la santé lorsqu'ils sont consommés.

## **Des toxines ou des microorganismes nuisibles dans les mollusques récoltés en milieu marin**

La consommation de mollusques d'eau salée apporte divers bienfaits pour la santé, étant d'excellentes sources de protéines, de vitamines, de minéraux et d'oméga-3<sup>46</sup>. Par contre, leur consommation peut aussi entraîner un risque pour la santé s'il y a présence de toxines ou de microorganismes nuisibles dans leur chair.

Les mollusques contenant des **toxines** produites par certaines algues peuvent intoxiquer le consommateur, qui pourra subir des maux de tête, des étourdissements, des vomissements, des diarrhées, des crampes abdominales et des nausées<sup>47</sup>. À ces symptômes peuvent s'en ajouter d'autres d'ordre neurologique, comme une paralysie musculaire, des convulsions, des difficultés respiratoires, de la confusion ou des pertes de mémoire et d'équilibre. Un suivi effectué dans l'est du Québec, entre le printemps 1999 et l'hiver 2001, a relevé un épisode de contamination lié à la consommation de mollusques ayant provoqué une intoxication paralysante chez neuf personnes<sup>48</sup>. Ces dernières avaient consommé des moules récoltées dans une zone de culture expérimentale. Dans les cas extrêmes, l'intoxication paralysante peut causer la mort, par insuffisance respiratoire, de deux à douze heures après l'ingestion d'aliments contaminés<sup>49</sup>.

L'ingestion de mollusques contenant des **microorganismes nuisibles**, comme *Cryptosporidium* sp.<sup>50</sup>, *Giardia* sp.<sup>51</sup> et *Campylobacter* sp.<sup>52</sup>, peut notamment provoquer des maladies intestinales<sup>47</sup>. Les principaux symptômes associés sont les diarrhées, les crampes abdominales et les nausées.

## **Des contaminants chimiques dans la chair des poissons**

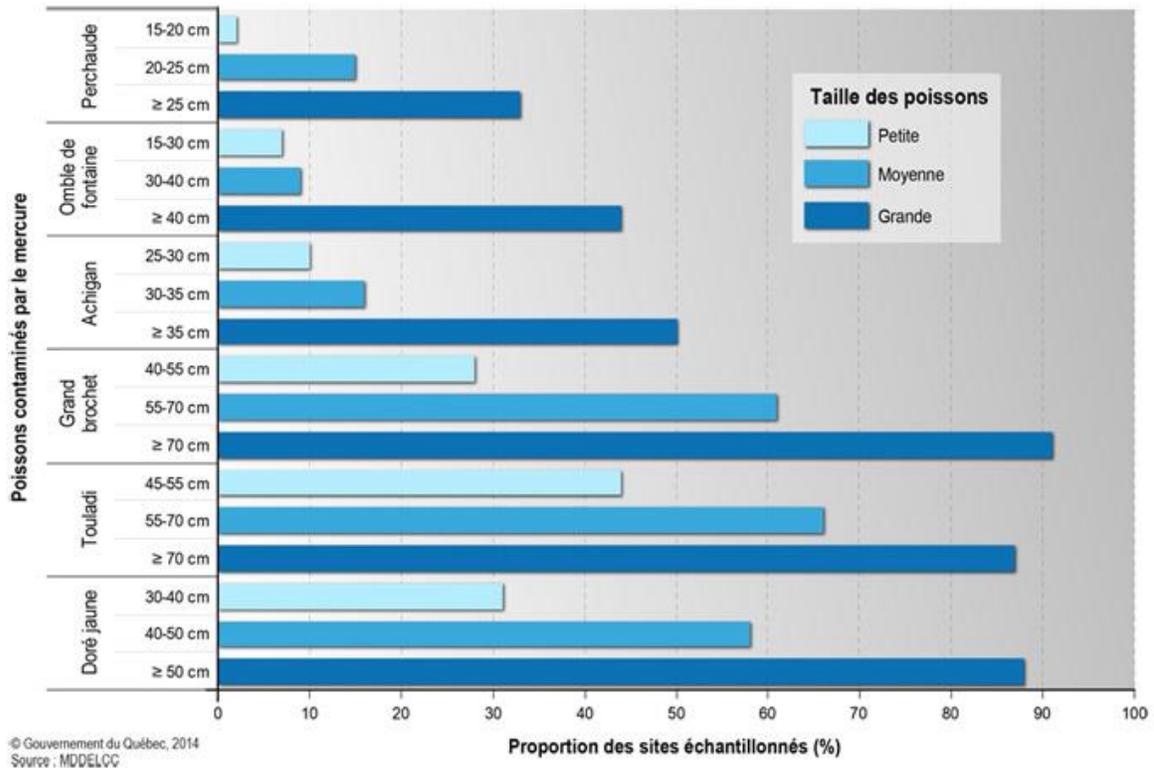
Divers types de substances peuvent s'accumuler dans la chair des poissons. La présence de contaminants chimiques, le plus souvent en faible concentration, n'enlève cependant pas les bienfaits pour la santé que procurent les poissons et fruits de mer. Il suffit de suivre, le cas échéant, certaines règles de base entourant leur consommation.

### Le mercure, principal contaminant du poisson

Le mercure est le principal contaminant environnemental du poisson au Québec<sup>53</sup>. Si ce métal est naturellement présent dans l'air, le roc et l'eau, il est également issu des rejets des industries, de produits de consommation de toute sorte et de la combustion d'énergies fossiles<sup>54</sup>.

La directive canadienne pour la mise en marché des produits de la pêche a établi la teneur limite en mercure à 0,5 mg/kg de chair de poisson<sup>55</sup>. Des dépassements de cette limite sont observés surtout chez les poissons piscivores, c'est-à-dire ceux qui se nourrissent d'autres poissons. Entre 2002 et 2011, la teneur en mercure a été mesurée dans la chair de six espèces de poissons fréquemment capturés par les pêcheurs sportifs dans un grand nombre de plans d'eau au Québec. La perchaude et l'omble de fontaine étaient peu contaminés comparativement à l'achigan et au grand brochet (Figure 32 Proportion des sites, pour la période 2002-2011, où la teneur en mercure dans la chair des poissons de petite, moyenne et grande taille excède la limite de 0,5 mg/kg prescrite par la directive de Santé Canada pour la mise en marché des produits de la pêche<sup>56</sup>). Le touladi et le doré jaune étaient les deux espèces les

plus contaminées au mercure. Les poissons plus âgés et de plus grande taille de même que les espèces prédatrices situées au sommet de la chaîne alimentaire ont accumulé davantage de mercure et sont donc plus à risque pour la santé humaine<sup>56</sup>.



**Figure 32** Proportion des sites, pour la période 2002-2011, où la teneur en mercure dans la chair des poissons de petite, moyenne et grande taille excède la limite de 0,5 mg/kg prescrite par la directive de Santé Canada pour la mise en marché des produits de la pêche<sup>56</sup>

Lorsque les teneurs en mercure dépassent la limite prescrite par la directive canadienne, le nombre de repas à base de poissons pouvant être consommés par mois, sans nuisance pour la santé, doit alors être réduit<sup>54</sup>. Ce contaminant peut en effet causer des risques pour la santé. Selon le degré d'exposition et l'âge de la personne, des déficiences intellectuelles, une perte de coordination, des troubles visuels et auditifs ou même la mort sont le type de risques associés au méthylmercure<sup>57</sup>. De façon générale, les risques toxicologiques pour la santé entourant la consommation des poissons pêchés au Québec sont quasi inexistantes pour les personnes qui consomment du poisson à l'occasion<sup>58</sup>.

### Les poissons parasités ou avec des anomalies sont peu attrayants, mais sans risque pour la santé

Outre les contaminants chimiques, certains parasites diminuent la qualité de la chair des poissons<sup>59</sup>. Des parasites peuvent être observés sur la peau, les branchies et les nageoires des poissons ou dans leur cavité abdominale. Ils peuvent aussi prendre la forme de kystes dans la chair ou sur les viscères, comme le foie et les intestins.

Bien qu'ils rendent la chair peu attrayante, les parasites trouvés chez les poissons sont en majorité inoffensifs et sont facilement détruits par la cuisson<sup>47</sup>. Les cas d'infection sont extrêmement rares chez les humains<sup>59</sup>. Certaines espèces appartenant à la famille des *Anisakidae* et au genre *Diphyllobothrium* comptent parmi les parasites pouvant affecter l'humain. Au Québec, *Anisakis* sp. se retrouve entre autres chez le saumon atlantique. Le parasite *Diphyllobothrium* sp. peut se loger chez plusieurs espèces de poissons, dont les saumons, les truites, les brochets, les dorés et les perchaudes<sup>59</sup>.

En cas d'infection, les symptômes liés à l'ingestion d'un poisson contaminé peuvent être de type gastro-intestinal ou de type allergique, selon le parasite<sup>60</sup>. Quant aux poissons présentant des tumeurs ou des anomalies, ils peuvent être consommés si, de manière générale, la chair est d'apparence saine<sup>61</sup>. Évidemment, les poissons affichant d'importantes tumeurs et anomalies ne devraient pas être mangés<sup>60</sup>.

### Les espèces exotiques envahissantes limitent l'attrait récréatif des écosystèmes aquatiques et menacent les pêches

Plusieurs espèces exotiques envahissantes peuvent avoir des impacts négatifs sur les activités récréatives et touristiques. Les colonies denses d'algues et de plantes aquatiques exotiques envahissantes peuvent restreindre l'accès aux plans d'eau pour s'y baigner, y pêcher ou y faire du nautisme<sup>62</sup>. Certains organismes de bassins versants rapportent cette problématique de plantes envahissantes, dont le myriophylle à épi, dans des lacs de leur territoire. Cette espèce se retrouve dans différentes régions du sud du Québec, notamment en Outaouais et en Estrie<sup>63</sup>, et de nombreux lacs sont affectés dans les Laurentides. Dans le bassin versant de la rivière Gatineau, par exemple, du myriophylle à épi (Photo 88) aurait envahi plusieurs plans d'eau<sup>64</sup>. L'impact négatif de cette plante sur l'habitat du touladi, une espèce prisée par les pêcheurs sportifs, est à l'étude dans cette région<sup>65</sup>.



**Photo 88** Myriophylle à épi  
(Isabelle Simard, MDDELCC)

Outre le myriophylle à épi, l'une des plantes aquatiques exotiques les plus problématiques, d'autres espèces nuisent aux activités récréatives. Les noix de châtaigne d'eau de même que les coquilles de moule zébrée et de moule quagga peuvent incommoder les baigneurs. Par ailleurs, les moules exotiques peuvent abîmer les embarcations et nécessiter que les propriétaires examinent et nettoient leur embarcation avant de se déplacer sur un autre plan d'eau afin d'éviter la propagation. Afin de limiter la propagation de certaines espèces exotiques envahissantes, des

campagnes d'éradication sont mises sur pied, à coûts très élevé. Plus de 1,7 million de dollars, par exemple, a été investi dans un projet d'éradication de la châtaigne d'eau (Photo 89) sur des portions des rivières du Sud, aux Brochets et Richelieu, en Montérégie, de 2001 à 2007<sup>66</sup>.



**Photo 89** Châtaigne d'eau  
(Isabelle Simard, MDDELCC)

Par ailleurs, l'introduction des espèces envahissantes peut entraîner des impacts négatifs considérables sur la pêche et les récoltes commerciales, sportives ou de subsistance<sup>67</sup>. En milieu marin, l'algue verte *Codium fragile* et divers invertébrés, dont le crabe vert, la caprelle japonaise et le botrylle étoilé, ont fait leur apparition aux îles de la Madeleine depuis 2003<sup>68</sup>. Ces espèces peuvent nuire de façon irréversible à la biodiversité, à l'habitat du poisson et des autres ressources halieutiques ainsi qu'aux industries de la pêche et de l'aquaculture, piliers de l'économie locale<sup>68</sup>. Au Québec, l'invasion de ces espèces est récente et peu d'informations sont disponibles sur les impacts économiques de la présence de tuniciers ou d'autres espèces marines exotiques envahissantes.

En eau douce, la moule zébrée, la moule quagga, le gobie à taches noires et la tanche sont des espèces exotiques envahissantes reconnues comme étant des menaces, potentielles ou réelles, pour les populations et les habitats de certaines espèces de poissons exploitées. À titre d'exemple, le gobie à taches noires qui, au Québec, se retrouve principalement dans le fleuve Saint-Laurent, peut évincer les populations de poissons indigènes en consommant leurs œufs ou leurs jeunes et ainsi nuire aux pêches sportive et commerciale<sup>69</sup>. Bien adaptés aux conditions du lac Saint-Pierre, le gobie à taches noires et la tanche présentent une menace pour la perchaude en raison d'une potentielle compétition à l'égard des habitats<sup>70</sup>.

Dans un contexte de changements climatiques, les impacts des espèces exotiques envahissantes sur la pratique d'activités récréatives en milieu aquatique et sur les pêches pourraient être accentués. En effet, l'augmentation de la température de l'eau pourrait favoriser leur survie, leur propagation ou l'extension de leur aire de répartition. De plus, l'augmentation possible de la fréquence d'événements climatiques violents, telles les fortes tempêtes causant des inondations, pourrait faciliter le transport de ces espèces.

### En savoir plus

Guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce :

<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/guide/>

Pêche sportive au Québec :

<http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/enligne/faune/reglementation-peche/index.asp>

Pêches commerciales : <http://www.qc.dfo-mpo.gc.ca/peches-fisheries/commerciale-commercial/index-fra.asp>

Pêches récréatives : <http://www.qc.dfo-mpo.gc.ca/peches-fisheries/recreative-recreational/index-fra.asp>

Présentation du secteur de la pêche et de l'aquaculture commerciales : <http://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Peche/pecheaquaculturecommerciales/Pages/pecheaquaculture.aspx>

Programme canadien de contrôle de la salubrité des mollusques : <http://www.mollusca.gc.ca>

## Que fait-on pour y remédier?

- Suivre les populations floristiques et fauniques
- Conserver la biodiversité
- Favoriser l'utilisation durable des espèces fauniques
- S'adapter aux changements climatiques
- Informer et sensibiliser la population
- En savoir plus
- [Références](#)

Les espèces fauniques et floristiques représentent une composante essentielle à l'équilibre des écosystèmes aquatiques et des milieux humides. Bien qu'une majorité des espèces floristiques et fauniques connues de ces milieux soit en sécurité au Québec, une portion appréciable se trouve en situation précaire et risque de s'éteindre à cause de la perte et de la dégradation des habitats, de la surexploitation ou encore de l'introduction d'espèces exotiques envahissantes. Maintenir l'abondance et la diversité des espèces est un objectif capital pour préserver les bénéfices associés aux écosystèmes aquatiques, entre autres pour soutenir le tourisme et les activités d'observation ou encore la chasse, la pêche et la récolte commerciale et récréative des ressources de ces milieux.

Diverses mesures de gestion durable et de conservation sont mises en place au Québec pour préserver la biodiversité, de même que pour assurer la pérennité et la qualité des ressources associées aux écosystèmes aquatiques et aux milieux humides. Des efforts particuliers sont d'ailleurs déployés pour mieux connaître la situation des espèces, en particulier celles qui sont exploitées ou en situation précaire. Ces différentes mesures contribuent à maintenir, voire à rétablir les populations d'espèces sous pression.

## Suivre les populations floristiques et fauniques

Plusieurs mesures permettent d'améliorer les connaissances sur la flore et la faune du territoire québécois. Des inventaires, des recherches et des suivis de populations fournissent des informations sur la biodiversité des écosystèmes aquatiques et des milieux humides du Québec.

## Le suivi des espèces floristiques

Les données acquises jusqu'à maintenant sur la flore des écosystèmes aquatiques et des milieux humides du Québec se concentrent davantage dans la partie sud du territoire québécois. Les inventaires floristiques d'envergure y sont toutefois peu nombreux et remontent à plusieurs années. Des suivis floristiques particuliers sont effectués pour les espèces en situation précaire afin de mettre à jour l'état de ces espèces, de rechercher de nouvelles populations dans les habitats potentiels ou de retrouver des populations historiques. Un suivi annuel de 2008 à 2012 dans dix sites de l'estuaire d'eau douce du Saint-Laurent a notamment été effectué pour trois espèces menacées, soit la gentiane de Victorin, la cicutaire de Victorin et l'ériocaulon de Parker, afin de mieux comprendre la dynamique de leurs populations<sup>1</sup>. L'aster du golfe du Saint-Laurent, une espèce menacée dont la plus grande partie des effectifs mondiaux se trouve aux îles de la Madeleine, fait l'objet d'un suivi régulier de ses populations<sup>2</sup>.

Récemment, la nécessité de mieux connaître la diversité sur l'ensemble du Québec s'est traduite par un projet d'envergure : l'Atlas de la biodiversité du Québec nordique. Ce projet comporte un important volet d'inventaire floristique en vue de cerner les secteurs de plus grand intérêt pour leur conservation, notamment les écosystèmes rares ou sensibles et les habitats d'espèces floristiques menacées ou vulnérables. On y trouve à l'occasion des espèces très rares, voire nouvelles pour la flore du Québec<sup>3</sup>.

## Des suivis pour chaque groupe d'espèces fauniques

Afin de mieux connaître la faune aquatique du Québec, plusieurs groupes d'espèces sont suivis : invertébrés, amphibiens, tortues, serpents, poissons, oiseaux et mammifères. Ces études et suivis, mis en place par les gouvernements, par la communauté scientifique ou par divers organismes non gouvernementaux, visent généralement à mieux connaître les espèces, leur biologie, leur répartition géographique, l'état de leurs populations, les menaces à leur survie et, parfois même, l'état du milieu dans lequel elles évoluent.

Chez les **invertébrés d'eau douce**, les moules et les macroinvertébrés benthiques (ou benthos) font l'objet de suivis gouvernementaux. Des inventaires de moules d'eau douce sont en effet



**Photo 90** Échantillonnage de benthos dans la rivière des Perdrix (Julie Moisan, MDDELCC)

réalisés depuis 2000 par le gouvernement du Québec dans différentes régions afin de documenter la répartition et l'évolution des populations d'espèces en situation précaire<sup>4</sup>. Un suivi du benthos est effectué depuis 2003 par le gouvernement du Québec dans les cours d'eau afin d'évaluer l'état de santé global des écosystèmes aquatiques. Cet état est évalué à partir de la composition taxonomique, de la richesse taxonomique et de la tolérance à la pollution des macroinvertébrés benthiques présents dans le milieu. Entre 2003 et 2011, 146 stations ont été échantillonnées dans des cours d'eau peu

profonds du Québec méridional<sup>5</sup>. Un réseau de suivi du benthos, nommé RSBenthos, constitué entre autres de 17 stations permanentes échantillonnées annuellement, a été mis en place depuis 2010<sup>5</sup> (Photo 90 Échantillonnage de benthos dans la rivière des Perdrix). D'autres données sont amassées dans le cadre d'un programme de surveillance simplifié et volontaire appelé SurVol Benthos. Ce programme, issu d'un partenariat entre le gouvernement et le Groupe d'éducation et d'écosurveillance de l'eau, permet au gouvernement du Québec et aux organismes du milieu de travailler ensemble pour acquérir des connaissances sur la santé globale des cours d'eau et, ainsi, en assurer une meilleure gestion.

Par ailleurs, le gouvernement du Canada a retenu le benthos comme indicateur de qualité du milieu dans le cadre du programme Suivi de l'état du Saint-Laurent. Un suivi du benthos de 2004 à 2011 a été réalisé à 180 stations dans le fleuve, entre les lacs Saint-François et Saint-Pierre<sup>6</sup>. Ces travaux, toujours en cours en 2014, s'inscrivent dans le cadre du Réseau canadien de biosurveillance aquatique, un programme visant à évaluer l'état de santé biologique des eaux douces du Canada<sup>6</sup>.

Les communautés de **poissons d'eau douce** des lacs, des rivières et du fleuve font l'objet d'études et de programmes d'inventaires continus. Ainsi, un suivi des stocks de doré<sup>7</sup> et de touladi<sup>8</sup> a été lancé en 2010 par le gouvernement du Québec sur quelque 135 lacs. De plus, le gouvernement effectue depuis 1984 un décompte annuel du nombre de saumons en montaison et du nombre de reproducteurs sur une quarantaine de rivières à saumon. Cette activité permet d'assurer un suivi temporel et spatial des fluctuations de l'abondance de l'espèce<sup>9</sup>. Le gouvernement du Québec suit aussi annuellement la dynamique des populations de saumon dans deux rivières témoins, soit la rivière Saint-Jean, en Gaspésie, et la rivière de la Trinité, sur la Côte-Nord, afin d'assurer une gestion adéquate des stocks de saumon atlantique<sup>9</sup>. Par ailleurs, les communautés de poissons des rivières ont été suivies de 1989 à 2003 par le gouvernement du Québec pour mieux définir l'intégrité des milieux, en se basant notamment sur le nombre total d'espèces et la prépondérance d'espèces reconnues pour être tolérantes ou sensibles à la pollution<sup>10</sup>. Les suivis ont repris en 2011 sur des rivières soumises à une forte charge polluante, telles que les rivières Yamaska et des Mille Îles<sup>5</sup>.

Les poissons du fleuve Saint-Laurent sont inventoriés depuis 1995 grâce au Réseau de suivi ichthyologique du gouvernement du Québec. Ces données servent entre autres à calculer l'indice d'intégrité biotique, un indicateur de qualité du milieu retenu dans le cadre du programme Suivi de l'état du Saint-Laurent, qui permet d'évaluer l'état de santé des communautés du fleuve<sup>11</sup>. Depuis 2009, les inventaires ont été élargis aux poissons de l'estuaire par le Réseau d'inventaire des populations de poissons de l'estuaire, qui compte quatre sites de pêche expérimentale en eau douce, saumâtre et salée. Ces inventaires non ciblés contribuent à documenter l'état des populations de poissons en situation précaire<sup>9</sup> et sont également utiles pour recenser les espèces de poissons exotiques envahissantes présentes dans le Saint-Laurent<sup>12</sup>. Les populations de certaines espèces en situation précaire, comme le chevalier cuivré, l'anguille d'Amérique, le saumon atlantique, l'omble chevalier oquassa et l'éperlan arc-en-ciel du sud de l'estuaire, font l'objet de suivis particuliers<sup>12</sup>. De plus, le rétablissement de la population de bar rayé, une espèce

réintroduite dans l'estuaire, est l'un des indicateurs retenus dans le cadre du programme Suivi de l'état du Saint-Laurent<sup>13</sup>.

Des relevés des **invertébrés** et des **poissons marins** à bord de grands chalutiers sont réalisés annuellement depuis les années 1970 par le gouvernement fédéral<sup>14</sup>. Les relevés permettent d'estimer l'abondance et la biomasse de différentes espèces trouvées dans le fjord du Saguenay, dans l'estuaire moyen et maritime du Saint-Laurent et dans la partie nord du golfe du Saint-Laurent. Si ces relevés s'intéressent d'abord aux espèces de poissons ou d'invertébrés commercialement importantes, soit la morue, le flétan, le sébaste et la crevette nordique, ils décrivent également les autres espèces de poissons et d'invertébrés capturés lors de ces échantillonnages<sup>14, 15</sup>. Depuis les années 2000, une plus grande attention est portée aux espèces non commerciales dans les relevés, améliorant ainsi les connaissances sur l'ensemble des espèces marines fréquentant l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent, incluant celles en péril<sup>14</sup>. Ces espèces à statut font également l'objet de suivis et d'inventaires<sup>16</sup>.

L'évolution des populations d'**amphibiens**, de **tortues** et de **serpents** est suivie à l'aide du programme de l'Atlas des amphibiens et reptiles du Québec et du programme Suivi des populations d'amphibiens du Québec. Ces programmes, instaurés respectivement en 1988 et 1993, sont gérés conjointement par le gouvernement du Québec et par la Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent. Basés sur une participation bénévole, ils permettent, d'une part, d'évaluer la répartition des espèces d'amphibiens, de serpents et de tortues par différentes méthodes d'inventaire et, d'autre part, de suivre la présence et l'abondance des populations de grenouilles par l'écoute des chants en période de reproduction au printemps. Des espèces en situation précaire comme la rainette faux-grillon de l'Ouest<sup>17</sup>, la salamandre sombre des montagnes<sup>18</sup> et la tortue des bois<sup>19</sup> bénéficient de suivis de populations.

Un suivi quinquennal des héronnières est réalisé par le gouvernement du Québec afin de tenir à jour le Plan des habitats fauniques protégés couverts par la Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune et le Règlement sur les habitats fauniques. Ce suivi permet de documenter la répartition et l'abondance de populations de trois espèces d'**oiseaux** : le grand héron, le bihoreau à couronne noire et la grande aigrette<sup>20</sup>. De son côté, le gouvernement fédéral suit à divers intervalles plusieurs groupes d'oiseaux migrateurs, soit la sauvagine et les oiseaux aquatiques coloniaux, marins et limicoles, et rend compte de la situation dans différents rapports. Il surveille notamment l'état et les tendances de plusieurs populations d'oiseaux marins dans les refuges d'oiseaux migrateurs de la Côte-Nord<sup>21</sup> ainsi que de celles de 14 oiseaux marins nichant dans la péninsule gaspésienne<sup>22</sup>. Il n'y a pas de programme de suivi gouvernemental des oiseaux de rivage, c'est-à-dire les limicoles, au Québec, mis à part sur quelques espèces particulières comme le pluvier siffleur, une espèce menacée au Québec et en voie de disparition au Canada<sup>23</sup>. Par ailleurs, l'état des populations d'oiseaux du fleuve et du golfe, soit le grand héron, le fou de Bassan, le goéland argenté, la sterne caspienne, le guillemot marmette, le petit pingouin et le macareux moine, renseigne sur la santé de l'écosystème du Saint-Laurent et sert d'ailleurs d'indicateur retenu dans le cadre du Suivi de l'état du Saint-Laurent<sup>24, 25, 26</sup>.

Du côté des **mammifères semi-aquatiques**, les populations de castor, de rat musqué, de vison d'Amérique et de loutre de rivière, très variables d'une année à l'autre, requièrent des inventaires annuels qui s'avèreraient trop coûteux pour maintenir un portrait à jour<sup>27</sup>. Les données de récolte commerciale, soit le nombre de fourrures non apprêtées et négociées à l'état sauvage, peuvent toutefois renseigner sur l'état des populations exploitées au Québec. Les données obtenues sur plusieurs années permettent de déceler, dans une certaine mesure, des tendances ou des changements temporels dans les populations<sup>27</sup>.

En ce qui concerne les **mammifères marins**, les recherches et inventaires effectués par le gouvernement fédéral sont variés. Ils visent entre autres à recenser les populations et les zones d'utilisation intensive de leur habitat ainsi qu'à évaluer les effets des contaminants sur la santé des animaux<sup>28,29</sup>. Les suivis concernent plusieurs espèces, celles en péril aussi bien que celles plus communes comme le rorqual à bosse et les phoques. Des inventaires et des projets de recherche sur la population de béluga du Saint-Laurent, une espèce désignée menacée par les gouvernements du Québec et du Canada, sont également effectués par Pêches et Océans Canada depuis les années 1980<sup>29</sup>. L'état de la population de bélugas de l'estuaire du Saint-Laurent est l'un des indicateurs du programme Suivi de l'état du Saint-Laurent<sup>30</sup>. Par ailleurs, des organismes non gouvernementaux comme la Station de recherche des îles Mingan, le Groupe de recherche et d'éducation sur les mammifères marins et le Réseau d'observation de mammifères marins contribuent à l'amélioration des connaissances sur les mammifères marins dans le Saint-Laurent.

## Conserver la biodiversité

En juin 2013, le gouvernement du Québec a adopté de nouvelles orientations gouvernementales en matière de diversité biologique<sup>31</sup>. Il pose ainsi un geste vers la détermination de cibles concrètes pour répondre aux objectifs d'Aichi contenus dans le Plan stratégique 2011-2020 de la Convention sur la diversité biologique, adopté en 2010 au Japon. Tous les ministères et organismes concernés au Québec sont dès lors invités à mieux intégrer dans leurs activités des considérations relatives à la diversité biologique.

Protéger, restaurer, aménager et mettre en valeur de manière durable la biodiversité constituent l'essence des actions que veut entreprendre le Québec pour conserver la diversité génétique, la diversité des espèces et la diversité des écosystèmes sur son territoire. À ce chapitre, il compte plusieurs initiatives dont certaines, plus générales, s'appliquent aux écosystèmes présents sur le territoire. D'autres visent des espèces ou des habitats en particulier.

## Protéger les écosystèmes aquatiques

La protection des écosystèmes, dont les écosystèmes aquatiques, est l'une des sept orientations gouvernementales du Québec en matière de diversité biologique visant à préserver le patrimoine naturel du territoire<sup>31</sup>. Parmi les principaux moyens mis en œuvre pour y parvenir figurent la création d'aires protégées, la protection des espèces menacées ou vulnérables et de leurs habitats et la lutte contre les espèces exotiques envahissantes.

## **Constituer un réseau d'aires protégées**

Au Québec, différentes lois concourent à l'objectif de sauvegarder le caractère, la diversité et l'intégrité du patrimoine naturel du territoire québécois. Les deux principales sont la Loi sur la conservation du patrimoine naturel et la Loi sur les parcs du gouvernement du Québec. Par ces lois, des statuts de protection sont attribués à des parties de territoire à l'intérieur desquelles des mesures sont mises en place pour favoriser la protection et le maintien à long terme de la nature et des ressources culturelles associées. Les réserves de biodiversité, les réserves aquatiques, les réserves écologiques et les parcs sont notamment créés en vertu de ces lois, lesquelles instaurent dans ces zones un régime d'interdictions. Les activités d'aménagement forestier, d'exploitation minière, gazière ou pétrolière ou d'exploitation des forces hydrauliques y sont notamment interdites. En vertu de différentes lois du Québec ou du Canada, d'autres statuts sont aussi attribués à certaines portions de territoire : habitat faunique, refuge faunique, réserve nationale de faune, refuge d'oiseaux migrateurs ou parc marin. Dans chacune de ces aires, des mesures sont aussi mises en place pour protéger la biodiversité.

Comme ces différentes aires répondent à la définition d'aires protégées, elles forment sur tout le Québec un vaste réseau qui, en 2013, occupait un peu plus de 9 % du territoire<sup>32</sup>. Ces milieux protégés, répartis sur l'ensemble du territoire, contribuent au maintien d'une grande variété d'espèces fauniques et floristiques au Québec.

En 2013, grâce à ce réseau d'aires protégées, le Québec protège 27 000 km<sup>2</sup> d'écosystèmes aquatiques et de milieux humides, comme des tourbières, marais et marécages<sup>32</sup>. En effet, en 2013, 10,4 % du couvert en eau douce et 9,5 % des milieux humides étaient incorporés dans le réseau d'aires protégées terrestres. Par ailleurs, la superficie protégée des milieux marins s'élevait à 3,6 % en 2013.

## **Protéger les espèces en situation précaire et leurs habitats**

L'une des priorités d'action pour préserver la biodiversité québécoise est la sauvegarde de ses éléments les plus fragiles. Cette mesure passe notamment par une bonne connaissance de l'état des diverses populations d'espèces en situation précaire sur le territoire. Les espèces menacées et vulnérables font ainsi l'objet d'études, d'inventaires et de suivis particuliers par les organismes gouvernementaux et non gouvernementaux. Les données amassées et consignées au Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec<sup>33</sup> permettent d'évaluer avec plus de justesse la situation des espèces et de mettre en place des mesures adéquates pour les protéger et améliorer leurs chances de survie.

En 1989, le gouvernement du Québec adoptait la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables visant à sauvegarder la biodiversité par la protection des espèces en situation précaire sur le territoire. Cette loi a notamment pour objectifs d'empêcher la disparition d'espèces vivant au Québec et d'éviter que toute espèce ne devienne menacée ou vulnérable. De cette loi découlent le Règlement sur les espèces floristiques menacées ou vulnérables et leurs habitats ainsi que le Règlement sur les espèces fauniques menacées ou vulnérables et leurs habitats, lesquels identifient les espèces désignées menacées ou vulnérables. Ces dernières bénéficient d'une

protection juridique interdisant leur récolte, leur destruction, leur chasse, leur piégeage ou leur possession hors de leur milieu naturel (Photo 91). Les espèces floristiques et fauniques susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables sont aussi identifiées dans le cadre de la Loi sur les espèces menacées et vulnérables et peuvent bénéficier de programmes favorisant leur survie. Elles font l'objet d'une liste diffusée par un arrêté ministériel<sup>34</sup>. Au Québec, l'évaluation de la situation des espèces floristiques et fauniques relève de la responsabilité de comités avisés dont les membres, des spécialistes de la flore et de la faune, sont nommés par le gouvernement du Québec.



**Photo 91** Protection juridique des espèces désignées menacées ou vulnérables (Éco Nature)

Certains habitats d'espèces floristiques menacées ou vulnérables sont aussi légalement protégés en vertu de la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables. En 2013, 52 habitats floristiques étaient légalement reconnus par le gouvernement du Québec<sup>35</sup>, dont plus de la moitié étaient associés à des milieux aquatiques ou humides<sup>36</sup>. Pour la faune, la cartographie de certains habitats d'espèces associées aux écosystèmes aquatiques et aux milieux humides est en cours de réalisation en vertu de la Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune. Ces plans procurent une protection légale en terres publiques ou une protection volontaire en terres privées au moyen, notamment, d'une intégration aux schémas d'aménagement et de développement des municipalités.

Au Canada, la Loi canadienne sur les espèces en péril vise à prévenir la disparition des espèces sauvages du Canada, à permettre le rétablissement des espèces disparues, en voie de disparition ou menacées et à favoriser la gestion des espèces préoccupantes pour éviter qu'elles ne deviennent des espèces en voie de disparition ou menacées. L'évaluation de la situation des espèces floristiques et fauniques incombe au Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC), une entité indépendante et transparente<sup>37</sup>. La décision d'inscrire une espèce à la Loi canadienne sur les espèces en péril appartient cependant au gouvernement fédéral<sup>37</sup>. Les espèces ainsi désignées bénéficient d'une protection légale et de mesures de rétablissement prévues par la Loi<sup>37</sup>.

En plus de ces mesures légales, le gouvernement du Québec met en œuvre des plans de conservation et des plans de rétablissement des espèces floristiques et fauniques menacées ou vulnérables. De tels plans précisent les actions à mener pour favoriser la pérennité de ces espèces sur l'ensemble de leur aire de répartition au Québec. Lorsqu'il s'agit d'espèces en péril au Canada, des programmes de rétablissement sont élaborés conjointement par les gouvernements du Québec et du Canada. Parmi les mesures prioritaires pour la conservation des espèces en situation précaire figurent, entre autres, la protection de populations d'espèces et d'habitats spécifiques, la réintroduction d'espèces, la recherche et le suivi ainsi que la sensibilisation de la population.

## **Lutter contre les espèces exotiques envahissantes**

L'introduction et la propagation d'espèces exotiques envahissantes constituent une menace à la biodiversité, aux écosystèmes, aux services rendus par ceux-ci ainsi qu'à plusieurs activités et domaines socioéconomiques. Le Québec a donc créé différents comités ou y participe sur les scènes internationale, canadienne et québécoise afin de mieux comprendre les mécanismes d'introduction et de propagation de ces espèces. De telles collaborations entre différents groupes et pays sont nécessaires pour acquérir des données, prévenir les introductions et la propagation d'espèces indésirables, favoriser leur détection rapide et suivre leur progression, ainsi que pour élaborer des solutions viables et arrimer les efforts entre territoires voisins.

Les lois et les règlements actuels en matière d'espèces exotiques envahissantes visent notamment à prévenir l'introduction et la propagation d'espèces fauniques exotiques envahissantes sur le territoire, notamment en ciblant certaines activités à risque. Ainsi, depuis avril 2013, le gouvernement du Québec encadre les activités de pêche sportives et commerciales dans le tronçon fluvial et les eaux intérieures au moyen de la réglementation concernant l'utilisation des poissons-appâts. L'utilisation des poissons-appâts vivants est notamment interdite en période estivale. Le Règlement sur l'aquaculture et la vente de poissons encadre les activités de l'industrie de l'aquaculture et le commerce des poissons. Il prévoit des dispositions relatives à la production, l'ensemencement, la garde en captivité, l'élevage et le transport des poissons ainsi que relatives à l'achat, la vente et l'importation de poissons vivants ou morts.

Le gouvernement du Canada, pour sa part, encadre les activités liées à la navigation dans le Saint-Laurent et les échanges interprovinciaux : la Loi sur la marine marchande et le Règlement sur le contrôle et la gestion de l'eau de lest permettent de freiner le transport d'espèces exotiques par l'eau de ballast des navires. Par ses activités et sa réglementation, l'Agence canadienne d'inspection des aliments contrôle l'importation et les déplacements d'espèces envahissantes au Canada. Le Code national sur l'introduction et le transfert d'organismes aquatiques permet d'évaluer les risques associés aux déplacements d'organismes aquatiques d'un plan d'eau à un autre.

Le Québec s'est aussi doté de moyens pour détecter la présence des espèces exotiques envahissantes sur le territoire et suivre leur évolution. Divers réseaux de détection et de surveillance des espèces exotiques envahissantes ont ainsi été mis sur pied. Ces réseaux s'intéressent aux zones à risque, aux habitats et aux espèces à préserver, mais surtout, ils accordent une attention particulière aux voies d'entrée ainsi qu'aux vecteurs d'introduction et de propagation de ces espèces, soit le moyen par lequel une espèce est transportée. Les détections réalisées dans les eaux douces comme dans les eaux salées du Saint-Laurent sont rapportées grâce à la collaboration des citoyens, des pêcheurs ou des scientifiques. Plusieurs milieux humides dans le secteur fluvial du Saint-Laurent sont échantillonnés afin de suivre la progression des espèces exotiques envahissantes dans ces milieux. Amorcé en 2005 par le gouvernement du Canada, ce suivi est sous la responsabilité du gouvernement du Québec depuis 2011 et mené en collaboration avec les collectivités.



**Photo 92** Châtaigne d'eau  
(Isabelle Simard, MDDELCC)

Outre les mesures de prévention, des actions ponctuelles et locales peuvent être nécessaires pour contrôler et éradiquer les espèces exotiques envahissantes introduites. Le contrôle de la châtaigne d'eau en Montérégie (Photo 92) et le contrôle d'espèces exotiques envahissantes aux îles de la Madeleine, telles que l'algue verte *Codium fragile*, le crabe vert, la caprelle japonaise, le botrylle étoilé, le botrylloïde violet et l'ascidie jaune, en sont des exemples.

La châtaigne d'eau est une plante aquatique envahissante provenant d'Asie, d'Europe et d'Afrique<sup>38</sup>. Elle a été observée pour la première fois au Québec en 1998. Elle a envahi rapidement la rivière du Sud en Montérégie et s'est aussi propagée dans les rivières aux Brochets et Richelieu, notamment. En 2001, un programme d'éradication a été mis sur pied en Montérégie. En dix ans, il a permis de réduire considérablement le nombre de rosettes de châtaigne d'eau, qui est passé de 6,8 millions en 2001 à 41 000 en 2012<sup>38</sup>. Le nombre de sites d'infestation a toutefois continué d'augmenter. De nouvelles colonies de châtaignes d'eau sont apparues dans la rivière des Outaouais, le lac des Deux Montagnes et le parc national de Plaisance. Une surveillance constante de cette plante est assurée afin d'empêcher sa propagation vers le fleuve Saint-Laurent.

### **Intervenir en milieu naturel pour conserver des espèces et des habitats**

La restauration et l'aménagement des écosystèmes, dont les écosystèmes aquatiques, constituent l'une des sept orientations gouvernementales en matière de diversité biologique<sup>31</sup>. Se faisant, le gouvernement du Québec vise à récupérer des services écologiques perdus ou réduits en raison de la dégradation de certains écosystèmes. Parmi les principaux moyens mis en œuvre pour y parvenir figurent divers projets de réintroduction d'espèces, de restauration et d'aménagement d'habitats réalisés par les gouvernements du Québec et du Canada, souvent en collaboration avec d'autres partenaires.

Parmi les cibles prioritaires pour la conservation des espèces en situation précaire figure la **réintroduction d'espèces**, lorsque c'est possible, dans les aires où elles ont déjà été présentes et aux endroits où les habitats semblent les moins perturbés<sup>2, 39, 40</sup>. C'est d'ailleurs le cas du carex faux-lupulina, une espèce floristique désignée menacée au Québec et en voie de disparition au Canada. Entre 2006 et 2009, 600 spécimens produits dans les serres du Biodôme de Montréal ont été introduits sur les rives de la rivière Richelieu et dans le parc national d'Oka<sup>41</sup>. Pour les poissons, la réintroduction d'une population disparue ou le repeuplement d'une population gravement bouleversée à la suite de la destruction de son habitat, d'une surexploitation par la pêche ou de tout autre type de perturbation se fait au moyen d'ensemencements de conservation<sup>42</sup>. Ce type



**Photo 93** Réintroduction du bar rayé dans le Saint-Laurent (MFFP)

d'ensemencement est réalisé par le gouvernement du Québec, notamment pour les espèces suivantes : le saumon atlantique dans les rivières Jacques-Cartier et Rimouski, le chevalier cuivré dans la rivière Richelieu, le doré jaune, le touladi et l'omble de fontaine dans différents lacs du Québec et le bar rayé dans le Saint-Laurent (Photo 93). Les ensemencements visant à augmenter l'offre de pêche sur un lac permettent, parfois indirectement, de réduire la pression de pêche sur les plans d'eau avoisinants et, ainsi, de contribuer à la conservation des populations

indigènes. Ce type d'ensemencement se fait par les organismes locaux tels que les pourvoiries à droits exclusifs, notamment les zones d'exploitation contrôlée (ZEC) et les réserves fauniques<sup>9</sup>.

En plus de la réintroduction d'espèces, il existe d'autres mesures permettant d'assurer le maintien des populations d'espèces floristiques et fauniques, dont la **restauration et l'aménagement d'habitats**. Ces interventions visent à améliorer, à corriger<sup>43</sup> ou à remettre en état<sup>44</sup> un habitat pour créer un milieu propice à une ou des espèces. Depuis 1987, par exemple, plus de 8 000 hectares de milieux humides et de terres adjacentes, essentielles à la sauvagine, ont été aménagés et restaurés le long du fleuve Saint-Laurent et de la rivière des Outaouais dans le cadre du Plan conjoint des habitats de l'Est<sup>45</sup>. La réalisation de ce plan est assurée par des partenaires permanents du gouvernement du Canada, du gouvernement du Québec et d'autres organismes non gouvernementaux. Les travaux ont permis d'améliorer la qualité des milieux humides détériorés ou peu productifs pour les poissons et la sauvagine. Des travaux de restauration de milieux humides et d'aménagements fauniques, réalisés pour les marais Saint-Louis et Saint-Eugène, en périphérie du lac Saint-Pierre, sont menés par différents partenaires du gouvernement, tels que Canards Illimités Canada et le Comité Zone d'intervention prioritaire du lac Saint-Pierre<sup>46</sup>. Ces projets aident à atteindre les objectifs de la Stratégie d'intervention pour l'avenir du lac Saint-Pierre.

D'autres projets de restauration ou d'aménagement, d'envergure variée, sont réalisés un peu partout sur le territoire du Québec. Certains visent à favoriser la reproduction des espèces, comme la création d'étangs pour des amphibiens, l'aménagement de frayères pour les poissons ou la construction de nichoirs pour les oiseaux. D'autres ont pour objectifs de faciliter la libre circulation du poisson, comme la construction de passes migratoires et la réfection de ponceaux. En milieu riverain ou côtier, la végétalisation est un autre exemple d'aménagement et de restauration d'habitats (Photo 94). Outre le maintien



**Photo 94** Végétalisation avec l'élyme des sables dans le Bas-Saint-Laurent (Comité ZIP du Sud-de-l'Estuaire)

et la conservation du couvert végétal à l'intérieur d'une bande riveraine de 10 ou 15 mètres de largeur, la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables du gouvernement du Québec encourage la restauration des rives dénaturalisées. Ces mesures minimales, inscrites dans la Politique, constituent un cadre normatif pouvant être bonifié par la réglementation municipale.

### **Favoriser l'utilisation durable des espèces fauniques**

Différentes lois confèrent les pouvoirs aux instances concernées pour la gestion des espèces pêchées, chassées, piégées ou cueillies. Certaines sont provinciales, telles la Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune et la Loi sur les pêcheries commerciales et la récolte commerciale de végétaux aquatiques. D'autres sont fédérales, telles la Loi sur les pêches et la Loi de 1994 sur la convention concernant les oiseaux migrateurs. Toutes ces lois permettent d'encadrer et de gérer les espèces exploitées dans une perspective d'utilisation durable.

L'exploitation de la faune à des fins commerciales ou récréatives fait l'objet de diverses mesures de gestion au Québec. Parmi ces mesures figurent la désignation de zones et de périodes d'exploitation, les restrictions relatives à la quantité et à la taille des prises, l'attribution de permis d'exploitation de même que la certification des produits.

Le plan de gestion est un outil d'importance pour assurer la conservation et la gestion durable des ressources fauniques exploitées. Il permet entre autres de préciser l'état de situation d'une espèce, de déterminer les facteurs limitant son abondance et, au besoin, de mettre en place des mesures pour améliorer sa situation. Par exemple, il peut encadrer l'exploitation des poissons en diminuant la limite de prise et de possession, en exigeant la remise à l'eau des individus immatures, en imposant des limites de taille ou, encore, en interdisant la pêche par voie de moratoire<sup>9</sup>. Plusieurs plans de gestion d'espèces de poissons d'eau douce préparés par le gouvernement du Québec ont récemment été publiés ou le seront dans un avenir rapproché : doré jaune<sup>47</sup>, touladi<sup>48</sup>, saumon atlantique<sup>9</sup>, omble de fontaine<sup>9</sup> et esturgeon jaune<sup>9</sup>. Au fédéral, des plans de gestion intégrée ont été élaborés pour la pêche au maquereau bleu<sup>49</sup> et pour la chasse au phoque de l'Atlantique<sup>50</sup>, entre autres. Par ailleurs, les populations de sauvagine bénéficient de mesures élaborées dans le cadre du Plan nord-américain de gestion de la sauvagine<sup>51</sup>, issu d'un partenariat international incluant notamment le gouvernement du Canada.

### **Assurer une consommation des ressources fauniques aquatiques sans risque pour la santé**

Le Programme canadien de contrôle de la salubrité des mollusques marins est un programme fédéral qui a pour objectif de protéger les consommateurs contre les risques pour la santé associés à la consommation de mollusques bivalves marins contaminés, comme les moules, les huîtres et les palourdes<sup>52</sup>. Dans le cadre de ce programme, le gouvernement exécute des contrôles et s'assure que seuls les mollusques répondant aux normes de salubrité et de qualité des aliments se retrouvent sur les marchés. Le gouvernement du Canada fait respecter les fermetures des sites coquilliers contaminés aux termes de la Loi sur les pêches.

Par ailleurs, un réseau de suivi a été mis en œuvre en 1978 par le gouvernement du Québec pour connaître le degré de contamination de la chair des poissons de pêche sportive par différentes substances chimiques, dont le mercure. En 2013, la chair de poisson a été analysée à un peu plus de 1 000 sites d'échantillonnage répartis dans les lacs du Québec, au rythme de 20 à 30 nouveaux lacs chaque année depuis 1978<sup>5</sup>. Un même lac est habituellement revisité après cinq à dix ans. Grâce à ce réseau, le gouvernement du Québec établit notamment des recommandations pour la consommation humaine<sup>53</sup>.

### **S'adapter aux changements climatiques**

Dans le cadre du Plan d'action 2013-2020 sur les changements climatiques du gouvernement du Québec, différentes mesures sont définies pour favoriser la conservation et la résilience des écosystèmes et des espèces associées. Le niveau de vulnérabilité des milieux naturels et des espèces fauniques et floristiques sera d'ailleurs établi pour ceux ayant une importance environnementale, économique ou sociale majeure, dont les espèces menacées et vulnérables. Un indice de vulnérabilité aux changements climatiques est prévu pour les habitats et les écosystèmes déjà soumis à de fortes pressions anthropiques. Ce plan d'action envisage également l'examen des voies d'entrée et des modes de propagation des espèces exotiques envahissantes favorisées par les changements climatiques. Par ailleurs, l'effet des changements climatiques sur les populations d'espèces fauniques exploitées sera évalué afin d'adapter la gestion de ces espèces aux nouvelles conditions climatiques.

Dans un même ordre d'idées, le projet CC-Bio, soutenu entre autres par le gouvernement du Québec et piloté par l'Université du Québec à Rimouski depuis 2007, tente de prédire les effets potentiels des changements climatiques sur la répartition et l'abondance d'une vaste panoplie d'espèces animales et végétales du Québec, dont certaines occupent les écosystèmes aquatiques et humides. CC-Bio constitue le premier projet en matière de changements climatiques et de biodiversité soutenu par le consortium Ouranos.

### **Informier et sensibiliser la population**

Une panoplie d'actions de sensibilisation est mise en œuvre un peu partout au Québec pour favoriser la protection de la faune et de la flore aquatique. Le gouvernement du Québec a le mandat de communiquer, sous différentes formes, dont l'actuel Rapport sur l'état de l'eau et des écosystèmes aquatiques au Québec, une foule de renseignements utiles à la population. Parmi les documents produits sur la faune aquatique, certains sont des guides d'identification des espèces ou des guides pour l'aménagement et la protection d'habitats. Des brochures, des fiches descriptives et des rapports sont également diffusés et informent la population sur l'état de la situation de différentes espèces au Québec. D'autres interventions sont réalisées dans un but d'information et de sensibilisation : expositions, conférences, relations avec les médias, visites dans les écoles et rencontres des élus, par exemple, pour des formations ou des visites de terrain.

Par ailleurs, plusieurs acteurs locaux, comme des groupes de citoyens, des groupes environnementaux ou des municipalités, collaborent de près aux actions de sensibilisation

inscrites, par exemple, dans les plans de rétablissement d'espèces menacées ou vulnérables relevant du gouvernement du Québec. En outre, le Programme interactions communautaires, mis en œuvre par les gouvernements du Québec et du Canada dans le cadre du Plan d'action Saint-Laurent, permet à des organismes à but non lucratif d'obtenir des fonds pour réaliser des activités de sensibilisation ou des projets de restauration ou d'étude d'écosystèmes du Saint-Laurent, incluant des projets de protection de la biodiversité.

Enfin, plusieurs campagnes sont menées de façon ponctuelle par le gouvernement ou des organisations non gouvernementales pour sensibiliser la population à l'adoption de comportements éclairés afin de réduire le nombre d'introductions de nouvelles espèces exotiques envahissantes ou de limiter leur propagation. La campagne de sensibilisation et le site Web Habitattitude, par exemple, ont été mis sur pied pour proposer des moyens simples et sécuritaires de se départir d'organismes provenant des aquariums et des jardins d'eau. L'installation de panneaux d'information dans certaines descentes de bateaux est un autre exemple d'efforts visant à sensibiliser les amateurs de nautisme à l'importance du nettoyage des embarcations entre leurs déplacements d'un plan d'eau à l'autre (Figure 33).



Figure 33 Affiche de sensibilisation sur l'importance du nettoyage des embarcations

### En savoir plus

Atlas de la biodiversité du Québec nordique :

<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/atlas/>

Atlas des amphibiens et reptiles du Québec : <http://www.atlasamphibiensreptiles.qc.ca/>

Atlas interactif de la qualité des eaux de surface et des écosystèmes aquatiques :

[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/Atlas\\_interactif/stations/stations\\_benthos.asp#onglets](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/Atlas_interactif/stations/stations_benthos.asp#onglets)

CC-Bio : [http://cc-bio.uqar.ca/francais/fr\\_summary.html](http://cc-bio.uqar.ca/francais/fr_summary.html)

Centre de données sur le patrimoine naturel : <http://www.cdpnq.gouv.qc.ca/>

Espèces exotiques envahissantes – Faune :

<http://www.mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/envahissantes/index.jsp>

Espèces exotiques envahissantes – Flore :

<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/especes-exotiques-envahissantes/index.asp>

Fondation de la faune – Initiatives fauniques : <http://www.fondationdelafaune.qc.ca/initiatives/>

Habitattitude : <http://www.habitattitude.ca/fr/>

Lois et règlements du Canada : <http://laws-lois.justice.gc.ca/fra/>

Lois et règlements du Québec :

[http://www3.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/loisreglements.fr.html?liens\\_fr](http://www3.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/loisreglements.fr.html?liens_fr)

Orientations gouvernementales en matière de diversité biologique :

<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/orientations/Orientations.pdf>

Outil de détection des espèces exotiques envahissantes – Sentinelle :

<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/especes-exotiques-envahissantes/sentinelle.htm>

Plan d'action 2013-2020 sur les changements climatiques du gouvernement du Québec :

[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/changements/plan\\_action/pacc2020.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/changements/plan_action/pacc2020.pdf)

Portrait du réseau d'aires protégées au Québec :

[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/aires\\_protegees/portrait02-09/index.htm](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/aires_protegees/portrait02-09/index.htm)

Programme interactions communautaires :

[http://planstlaurent.qc.ca/fr/interactions\\_communautaires.html](http://planstlaurent.qc.ca/fr/interactions_communautaires.html)

Programme Suivi des populations d'amphibiens du Québec :

[http://www.atlasamphibiensreptiles.qc.ca/index.php?option=com\\_content&view=article&id=216&Itemid=180](http://www.atlasamphibiensreptiles.qc.ca/index.php?option=com_content&view=article&id=216&Itemid=180)

Registre des aires protégées :

[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/aires\\_protegees/registre/](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/aires_protegees/registre/)

Réseau d'inventaire des poissons de l'estuaire : <http://ogsl.ca/fr/biodiversite/poissons/mffp-ripe/sommaire.html>

Réseau de suivi ichtyologique : <http://ogsl.ca/fr/biodiversite/poissons/mffp/sommaire.html>

Suivi de la santé du benthos : [http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco\\_aqua/suivi\\_mil-aqua/benthos-allege.htm](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/suivi_mil-aqua/benthos-allege.htm)

SurVol Benthos : <http://www.g3e-ewag.ca/programmes/survol/accueil.html>

## En conclusion

- La santé des écosystèmes aquatiques et des milieux humides
- La qualité de vie de la population
- Les actions gouvernementales
- De 2014 vers 2019

La production du Rapport sur l'état de l'eau et des écosystèmes aquatiques au Québec est un projet d'envergure gouvernementale effectué dans un contexte de partenariat interministériel, sous la responsabilité du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC). Il vise à dresser un portrait général de la situation et ainsi favoriser une meilleure vue d'ensemble des enjeux et défis auxquels la population et le gouvernement du Québec font face.

Ce rapport constitue le premier bilan couvrant l'ensemble du territoire québécois et abordant dans un même document tous les éléments reliés à l'eau et aux écosystèmes aquatiques. Dans la mesure du possible, les liens entre les diverses pressions qui s'exercent sur l'eau et les écosystèmes aquatiques, l'état de santé de ces milieux et le bien-être de la population qui en résulte sont présentés. Le rapport fait également état des principales actions mises en œuvre par le gouvernement pour faire face aux problématiques actuelles et futures.

La production de ce rapport repose sur la recherche d'informations existantes et accessibles au moment de la rédaction des textes ainsi que sur la consultation d'experts dans les différents domaines concernés. Les informations recueillies ciblent principalement le Québec méridional, étant donné que la majeure partie des suivis de l'état de l'eau et des écosystèmes aquatiques concerne cette portion du territoire. Ces informations ont permis de dégager des constats généraux, lesquels sont résumés dans les paragraphes suivants.

### La santé des écosystèmes aquatiques et des milieux humides

Les écosystèmes aquatiques et les milieux humides possèdent des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques, influencées notamment par le relief, le type de roche ou de sol, de même que par les conditions climatiques et la végétation présente sur le territoire. Toutefois, l'humain et la façon dont il occupe et utilise le territoire sont susceptibles d'avoir un impact sur ces écosystèmes. Ainsi, les lacs, les rivières, le fleuve Saint-Laurent, les milieux humides et, dans une moindre mesure, les nappes d'eau souterraine subissent aujourd'hui de nombreuses pressions ou stress associés aux activités humaines et aux changements climatiques. Ces pressions amènent des modifications de l'état de ces écosystèmes et réduisent dans certains cas la capacité de ces milieux à maintenir leurs fonctions écologiques et les services qu'ils offrent à la population.



Raymonde Pomerleau, MFFP

## Les lacs

Les conditions d'**acidité** de la majorité des lacs étudiés dans le cadre d'un programme de suivi se sont améliorées entre 1990 et 2010. Cette situation est attribuable à la mise sur pied, dès les années 1980 et 1990, de divers programmes de réduction de rejets atmosphériques nord-américains. Malgré tout, plusieurs lacs demeurent toujours vulnérables aux apports acides.

Par ailleurs, les trois quarts des lacs situés dans la portion sud du territoire et faisant l'objet d'un suivi présentent peu de signes d'**eutrophisation**, c'est-à-dire qu'ils sont peu riches en matières nutritives comme le phosphore. En revanche, le quart restant montre des signes d'eutrophisation plus avancée liée soit à des processus naturels, soit aux activités humaines. La qualité de l'eau de plusieurs lacs situés dans des bassins versants à forte présence humaine s'est d'ailleurs dégradée. Entre 2007 et 2012, 413 plans d'eau, dont 388 lacs ou réservoirs, ont fait l'objet d'un signalement et étaient effectivement touchés par des **fleurs d'eau d'algues bleu-vert**, le plus grand nombre de lacs touchés se trouvant dans des régions très prisées pour la villégiature, à savoir les Laurentides, Lanaudière, l'Outaouais et l'Estrie. Le principal facteur responsable de ces fleurs d'eau serait l'enrichissement des lacs en phosphore.

Parmi les **poissons** d'intérêt sportif présents dans les lacs, dont le doré jaune, l'omble de fontaine et le touladi, plusieurs montrent, à des degrés divers, des signes de déclin ou de lent rétablissement en raison d'une surexploitation ou d'une dégradation de leur habitat. En ce qui concerne la **sauvagine**, la situation est similaire pour le garrot d'Islande, dont les effectifs

diminuent depuis le début des années 2000. Toutefois, l'état des populations des autres espèces de sauvagine associées aux lacs est stable ou en croissance.

## Les rivières et le fleuve Saint-Laurent

Les scénarios de projection climatique à l'horizon 2050 indiquent que les **crues** printanières en rivière seront fort probablement plus hâtives. Leur volume devrait diminuer légèrement au sud de la province. À l'été et à l'automne, les débits de crues pourraient par contre augmenter. Quant aux **étiages** estivaux, ils seront fort probablement plus sévères et plus longs. Finalement, toujours selon les projections, le débit annuel moyen des rivières demeurerait globalement stable au sud du Québec alors qu'il augmenterait dans la portion nord.

La **qualité générale** de l'eau des rivières et du fleuve Saint-Laurent était bonne ou satisfaisante en 2009-2011. Les efforts d'assainissement des eaux usées municipales et industrielles de même que l'adoption de bonnes pratiques agricoles et forestières ont permis d'améliorer la qualité de l'eau au Québec depuis les années 1980. Néanmoins, à certains endroits, la qualité de l'eau de surface demeure préoccupante.

- En rivière, les secteurs les plus dégradés sont localisés dans des territoires où la densité de population ou les activités agricoles sont importantes, soit dans les basses terres du Saint-Laurent ainsi que dans la plaine du lac Saint-Jean. De plus, les suivis des communautés benthiques effectués démontrent une faible diversité biologique ou une augmentation d'espèces tolérantes à la pollution dans les bassins versants à forte vocation agricole et dans les zones urbanisées;
- Dans le Saint-Laurent, la qualité de l'eau est mauvaise dans le centre du fleuve et le long de la rive nord, entre Montréal et le lac Saint-Pierre, en raison principalement des stations d'épuration de Montréal, Longueuil et Repentigny qui rejettent des eaux non désinfectées. Parmi les communautés benthiques ayant fait l'objet de suivis dans ce secteur, une nette diminution du nombre d'espèces et un accroissement des espèces tolérantes à la pollution sont relevés, traduisant aussi une dégradation de la qualité de l'eau dans ce secteur.

En outre, la présence simultanée de plusieurs **pesticides** est observée dans les cours d'eau à forte vocation agricole, notamment à proximité des cultures de maïs, des cultures de soya et des cultures maraîchères. Dans plusieurs cours d'eau situés près des cultures de maïs et de soya, les concentrations de pesticides dépassent les critères établis pour la protection des espèces aquatiques dans 4 à 24 % des échantillons prélevés. Des pesticides sont également détectés, quoiqu'en plus faibles concentrations, à l'embouchure des tributaires du lac Saint-Pierre et dans le fleuve Saint-Laurent, à la hauteur de Québec.

Les concentrations en **métaux** mesurées dans les rivières et le fleuve ne sont pas préoccupantes, sauf dans les régions minières. Des **contaminants émergents** ou d'intérêt émergent ont été détectés dans le fleuve Saint-Laurent et ses tributaires au cours des dernières années. Ces produits chimiques sont parfois trouvés en concentrations préoccupantes dans les cours d'eau.

Sur la portion fluviale du Saint-Laurent, 30 % des **rives** seraient naturelles et stables, le reste étant en érosion ou artificialisé. Les îles sont particulièrement sensibles à l'action des vagues et la fluctuation des niveaux d'eau du fleuve. Les processus d'érosion pourraient s'accroître sous l'effet des changements climatiques.

La situation des populations de **moules d'eau douce**, espèces indicatrices de la qualité des écosystèmes, est préoccupante. En effet, sur les 21 espèces répertoriées, 8 sont susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables. Les principales causes de déclin de ces espèces sont la perte et la dégradation d'habitats, la présence de la moule zébrée et de la moule quagga, deux espèces exotiques envahissantes, ainsi que la diminution des poissons-hôtes sur lesquels les moules se fixent durant leur stade larvaire.

Plusieurs espèces de **poissons** fréquentant les rivières du Québec présentent, à des degrés variables, des signes de déclin, dont l'omble de fontaine, qui subirait les effets d'une surexploitation, et le saumon atlantique, dont la survie serait grandement affectée par les changements observés dans l'écosystème marin. Quant à l'état de santé des communautés de poissons d'eau douce et diadromes du fleuve Saint-Laurent, il est généralement faible à moyen. Cet état est toutefois très variable selon les secteurs étudiés. Des améliorations sont observées dans des secteurs comme sur la rive nord du lac Saint-Louis. En revanche, des signes importants de dégradation sont constatés dans les communautés de poissons de la rive sud du lac Saint-Pierre, comme la perchaude ou le doré jaune. Selon l'espèce, ce constat est attribué à une combinaison de différents facteurs tels que la détérioration de la qualité des habitats, la surpêche, la prolifération d'espèces exotiques envahissantes et la prédation. D'autres espèces comme le bar rayé et, dans une moindre mesure, l'esturgeon jaune montrent des signes de rétablissement depuis la mise en place de mesures de gestion.

Parmi les espèces clés d'**oiseaux aquatiques** qui côtoient les eaux des rivières et du fleuve Saint-Laurent, soit pour y nicher, soit lors de leur migration, plusieurs croissent en effectif, dont le cormoran à aigrette et plusieurs espèces de sauvagine. D'autres espèces voient leur population demeurer relativement stable, comme le grand héron, ou se rétablir tranquillement tel l'arlequin plongeur.

## L'estuaire et le golfe du Saint-Laurent

Les **niveaux d'eau** de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent s'élèvent graduellement de quelques millimètres par année sous l'effet des variations des conditions climatiques. L'ampleur observée de cette hausse est plus importante dans la partie sud du golfe, aux îles de la Madeleine et dans la baie des Chaleurs. Dans certains cas, cette hausse graduelle du niveau de la mer, conjuguée à des grandes marées, des vagues de tempêtes et des basses pressions atmosphériques, peut déclencher une élévation très rapide et parfois extrême des niveaux d'eau. Cette élévation peut entraîner une submersion des zones côtières. Ces niveaux d'eau extrêmes deviendraient plus fréquents avec la hausse graduelle attendue du niveau de la mer.

Par ailleurs, la **qualité des eaux** profondes de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent se dégrade. Ces eaux s'appauvrissent en oxygène et s'acidifient. Le changement dans les apports des courants

océaniques, les émissions de CO<sub>2</sub> atmosphérique et les apports en nutriments expliqueraient ces phénomènes.

Sur les quelque 4 500 km de **côtes** situées dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent, plus de 50 % sont en érosion. Le rythme d'érosion aurait tendance à s'accélérer depuis le milieu des années 1990 sous l'effet conjugué de fortes tempêtes, de la réduction du couvert de glace et des processus de gel-dégel. Les scénarios climatiques envisagés prévoient à certains endroits une accélération du phénomène.

Enfin, plusieurs populations d'espèces d'**oiseaux marins** ainsi que près de la moitié des **mammifères marins** qui cohabitent dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent voient leurs effectifs décroître. Pour les oiseaux, ce déclin serait attribuable, selon le cas, à la compétition entre espèces et à la dégradation des écosystèmes où évoluent ces espèces. Pour les mammifères, les chasses abusives passées et des conditions environnementales défavorables figurent parmi les facteurs responsables de l'effondrement des populations.

### Les milieux humides

Dans les basses terres du Saint-Laurent, 19 % de la **superficie totale** des milieux humides auraient été perturbés ou perdus entre 1990 et 2011. Les plus grandes superficies perturbées couvrent les régions du Centre-du-Québec et de la Montérégie. Les principales sources de perturbations sont associées aux activités agricoles et forestières qui sont responsables de ce bilan. Par ailleurs, dans la partie nord du Québec, même si l'empreinte humaine est limitée au regard de l'immensité de ce vaste territoire, les milieux humides subissent des pertes et des perturbations surtout associées à la production d'hydroélectricité et aux activités forestières. Par ailleurs, les effets des changements climatiques sur les milieux humides deviennent nettement perceptibles tant au nord qu'au sud du Québec.

Parmi les **plantes vasculaires** de milieux humides, 138 espèces sont considérées en situation précaire. Les menaces directes que subissent ces espèces floristiques sont liées à la destruction, la dégradation et la fragmentation des habitats ainsi qu'à la propagation d'espèces exotiques envahissantes. De plus, près de la moitié des populations d'**amphibiens**, de **tortues** et de **serpents** ainsi que certaines populations d'**oiseaux** associées aux milieux humides, comme le râle jaune et le petit blongios, sont en situation précaire. Leur déclin est vraisemblablement lié à la perte de superficies de milieux humides.

### Les nappes d'eau souterraine

Bien que l'eau souterraine soit généralement abondante, elle est répartie inégalement sur l'ensemble du territoire québécois. Cette **répartition** est liée aux capacités des formations géologiques à favoriser l'infiltration et la circulation de l'eau. Les **volumes d'eau** contenus dans les nappes d'eau souterraine sont influencés par la distribution temporelle et la quantité des précipitations qui s'infiltrent dans le sol, mais également par les formations géologiques.

En général, la **qualité de l'eau** souterraine est bonne d'un point de vue physicochimique. Des dépassements des normes établies pour l'eau potable s'observent de façon sporadique pour les

fluorures, le baryum et l'arsenic. En revanche, les critères esthétiques de qualité de l'eau, c'est-à-dire relatifs au goût, à l'odeur ou à la couleur de l'eau, sont fréquemment dépassés, en particulier pour le manganèse et le fer. La grande majorité des dépassements des normes de qualité de l'eau potable et des critères esthétiques relève d'une contamination naturelle des eaux souterraines. De plus, dans certains bassins versants à vocation agricole, les études ont révélé que les activités humaines avaient un impact sur cette ressource en eau.

## La qualité de vie de la population

La conservation d'écosystèmes en bonne santé, c'est-à-dire d'écosystèmes aptes à maintenir leurs fonctions écologiques, est à la base du bien-être humain. Ces écosystèmes nous procurent en effet de nombreux services dits écologiques, tous les jours, gratuitement et sans que l'on s'en rende compte. Ils permettent par exemple de contrôler les inondations ou fournissent des ressources qui répondent aux besoins des populations en matière de nourriture et de santé. Cette capacité à fournir ces services écologiques dépend de l'état de santé des écosystèmes et de leur résilience, c'est-à-dire de leur aptitude à se rétablir à la suite d'une perturbation. Or, aujourd'hui, les écosystèmes aquatiques et humides font face à de nombreuses perturbations associées aux activités humaines et aux changements climatiques. Par conséquent, notre santé, notre sécurité, notre mode de vie et même notre économie sont susceptibles d'être directement touchés par la dégradation de ces milieux.



Geneviève Brunet, MFFP

## L'approvisionnement en eau

Les Québécois ont accès, la grande majorité du temps, à des volumes d'eau suffisants pour s'alimenter en **eau potable**. Malgré tout, en période de sécheresse sévère, des problèmes locaux et souvent temporaires d'approvisionnement en eau surviennent. Certaines municipalités connaissent en outre des difficultés d'approvisionnement en eau de qualité qui perdurent

pendant plusieurs mois, voire plusieurs années. Le coût élevé de production d'eau potable à partir d'eau de surface de mauvaise qualité oblige ces municipalités à se tourner vers des sources d'eau souterraine ou à établir des ententes avec des municipalités voisines. Par ailleurs, la surconsommation d'eau ainsi que les pertes et fuites des réseaux de distribution placent toujours les Québécois parmi les plus grands consommateurs d'eau potable au monde.

Au Québec, 86 % de la population est alimentée en eau potable par un réseau municipal ou privé. L'eau ainsi distribuée respecte à plus de 99 % les quelque 80 normes de qualité de l'eau potable. Pour les 14 % de la population alimentée par des installations individuelles de captage des eaux, il est plus difficile de tracer un portrait de la qualité de l'eau puisque la responsabilité du suivi de cette qualité incombe à chaque propriétaire.

### Les activités aquatiques récréatives

La qualité bactériologique de l'eau permet assez souvent la pratique de la **baignade**, de la **planche à voile** ou du **ski nautique** dans plusieurs rivières et sur différents secteurs du fleuve Saint-Laurent. L'eau des plages faisant l'objet d'un contrôle de salubrité et situées principalement en lac est la plupart du temps de qualité excellente à bonne pour la baignade. Dans le fleuve, en revanche, l'absence de désinfection des eaux usées dans les stations d'épuration de Montréal, Longueuil et Repentigny et les débordements des réseaux d'égout constituent les principaux facteurs responsables de la dégradation de la qualité bactériologique de l'eau sur les sites potentiels de baignade. Si les effets d'une contamination bactériologique sur la santé d'une personne sont généralement connus, leur ampleur est peu documentée, car les cas sont rarement rapportés aux responsables de la santé publique.

Chaque année, plusieurs plans d'eau sont touchés par des fleurs d'algues bleu-vert, notamment dans les régions très prisées pour la **villégiature**. Outre les effets potentiels sur la santé, leur présence peut engendrer des impacts socioéconomiques liés à un intérêt réduit pour la pratique d'activités récréatives et à la perte de revenus potentiels. Cependant, peu d'avis de restriction d'usages récréatifs ont été émis entre 2007 et 2012 parmi les sites visités après des signalements de fleurs d'algues bleu-vert dans les lacs. En 2014, les avis de restriction ont été remplacés par des recommandations générales pour la santé, jugées suffisantes par les autorités gouvernementales pour protéger la santé publique.

Parmi les espèces de poissons les plus prisées pour la **pêche récréative** et dont les populations sont en déclin ou en lent rétablissement, des restrictions limitant ou interdisant l'activité ont été adoptées. C'est le cas de la perchaude pour laquelle un moratoire a été décrété en 2012 entre le lac Saint-Pierre et l'aval de Trois-Rivières. Ces mesures ont des conséquences non seulement sur les habitudes de pêche, mais engendrent par ailleurs des pertes économiques pour les entreprises de service qui œuvrent dans ce domaine.

Enfin, la **chasse sportive** de la sauvagine, et en particulier de la bernache du Canada, de l'oie des neiges et du canard colvert, se porte bien, d'autant plus que les populations de ces espèces sont en forte augmentation et que le nombre de chasseurs diminue depuis plus de 30 ans. Pour

d'autres espèces, en revanche, tels le garrot d'Islande ou l'arlequin plongeur, les fortes baisses du nombre d'individus enregistrées ont entraîné des limites de prises.

## Les activités commerciales sur le Saint-Laurent

Les bas niveaux d'eau influencent la **navigation commerciale** sur le fleuve Saint-Laurent, obligeant à limiter la charge de transport des navires et à augmenter le nombre de voyages. Les ports québécois situés en amont du lac Saint-Pierre et fréquentés par les navires à fort tirant d'eau sont plus particulièrement sensibles à ces bas niveaux d'eau. Ces contraintes de navigation risquent de s'aggraver avec les scénarios climatiques appréhendés, accentuant ainsi les pertes économiques pour l'industrie du transport maritime, lesquelles se répercuteraient sur le prix des marchandises. En contrepartie, le réchauffement des températures, en allongeant la saison de navigation en eaux libres sur le fleuve Saint-Laurent et dans le golfe, pourrait être économiquement favorable.

Même si les populations de phoques du Groenland ont fortement augmenté depuis les années 1960 et 1970, l'intérêt de la **chasse commerciale** pour cette espèce a fortement diminué depuis 2008 en raison de conditions climatiques difficiles pour la pratique de cette activité et d'un marché économiquement défavorable. En conséquence, le nombre de chasseurs actifs au Québec a également diminué.

Les collectivités côtières du fleuve et du golfe du Saint-Laurent dont les activités économiques sont principalement axées sur la **pêche commerciale** ont été durement touchées par les programmes de retrait volontaire, les rachats de permis de pêche ou les moratoires progressivement mis en place, voire les interdictions de pêche. Aujourd'hui, ces collectivités diversifient leurs activités. Dans le golfe, par exemple, la pêche commerciale autrefois axée sur les poissons de fond comme la morue, la merluche blanche et le sébaste se concentre maintenant sur des espèces comme le crabe des neiges, la crevette et le homard.

## L'occupation des rives et des côtes

Plusieurs communautés établies en bordure de cours d'eau ou du fleuve Saint-Laurent sont vulnérables aux inondations et aux submersions, d'autant plus que la fréquence de ces événements semble augmenter depuis le début des années 2000. Par ailleurs, l'accélération du recul des côtes de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent a conduit certaines municipalités, notamment sur la Côte-Nord, à restreindre l'aménagement et le développement sur les zones soumises à un risque d'érosion ou de glissement de terrain. La perte graduelle de plages et de marais côtiers a également eu des conséquences négatives sur la pratique d'activités comme la baignade, la pêche, la récolte de mollusques ou la chasse à la sauvagine.

Bien que naturels, les phénomènes d'inondation, de submersion et de recul côtier ont des répercussions sur la santé des personnes ainsi que sur leur sécurité. Ils représentent aussi une menace pour les biens matériels, engendrant des pertes économiques et des coûts accrus pour les particuliers et la société. La fréquence et l'intensité de ces événements risquent de s'accroître avec les changements climatiques anticipés.

## Les actions gouvernementales

À l'instar de plusieurs pays, le Québec a convenu de gérer l'eau et les écosystèmes aquatiques de façon intégrée. Ainsi, des efforts importants sont déployés pour acquérir de nouvelles connaissances dans divers domaines, que ce soit pour apprécier la dynamique des cours d'eau, localiser et caractériser les milieux humides ou identifier et décrire les nappes d'eau souterraine. D'autres engagements visent à assurer le suivi de l'état des écosystèmes pour, entre autres, évaluer la qualité de l'eau de surface ou étudier l'évolution des espèces exploitées ou en situation précaire associées aux écosystèmes aquatiques et humides. L'objectif des projets d'acquisition de connaissance et des programmes de suivi est de prédire et d'atténuer les situations problématiques et, ultimement, de faciliter la prise de décision.

Afin d'assurer une quantité suffisante d'eau pour alimenter la population et assurer la santé des écosystèmes aquatiques, des mesures de conservation et d'utilisation efficace de la ressource sont mises en place. Ces dernières visent entre autres à gérer de manière optimale les prélèvements d'eau et à réduire la consommation d'eau potable. Des efforts concrets sont déployés en ce sens par les industries et les municipalités, notamment par la réutilisation des eaux prélevées et par des mesures d'économies d'eau potable. De plus, différentes actions sont mises de l'avant pour cerner les risques associés aux inondations et aux submersions, minimiser les impacts socioéconomiques et assurer au bout du compte la santé et la sécurité des populations riveraines et côtières.

Protéger la qualité de l'eau des lacs, des cours d'eau et des nappes d'eau souterraine, tout en garantissant à la population une eau de qualité pour s'alimenter et s'adonner à des activités aquatiques sécuritaires, est une priorité pour le gouvernement. Ainsi, au fil des années, des efforts ont été entrepris pour prévenir la pollution de l'eau et ont mené à plusieurs travaux d'assainissement des eaux usées municipales et industrielles et à un contrôle accru des eaux usées d'habitations ou de bâtiments non raccordés à un réseau d'égout. La gestion optimale des eaux de ruissellement en milieu urbanisé et l'implantation de bonnes pratiques en milieu agricole sont en outre encouragées afin de limiter, entre autres, la contamination des cours d'eau par les matières en suspension et le phosphore.

Devant les risques d'érosion des milieux riverains et côtiers, les actions gouvernementales mises en place visent à diminuer la vulnérabilité des communautés et à assurer la sécurité, la santé et le bien-être socioéconomiques de la population. Elles s'articulent autour de mesures préventives qui ciblent l'appréciation du risque en déterminant les zones de contraintes liées à l'érosion et des mesures de protection et d'adaptation en aménagement du territoire.

Protéger, restaurer, aménager et mettre en valeur, de manière durable, la diversité génétique, la diversité des espèces et la diversité des écosystèmes constituent l'essence des actions entreprises au Québec pour conserver la biodiversité sur son territoire. Parmi les moyens mis en œuvre pour assurer la protection des écosystèmes aquatiques et humides figurent la création d'aires protégées, la sauvegarde des espèces floristiques et fauniques menacées ou vulnérables et de leurs habitats, l'application de mécanismes d'autorisation et d'encadrement des activités humaines réalisées dans ces milieux ainsi que la lutte contre les espèces exotiques envahissantes.

Par la réintroduction d'espèces et la restauration et l'aménagement d'habitats, le gouvernement vise à récupérer des services écologiques perdus ou réduits. De plus, l'exploitation des espèces fauniques pêchées, chassées, piégées ou cueillies à des fins commerciales ou récréatives fait l'objet de diverses actions qui visent une gestion durable des espèces.



Mike Campbell, MDDELCC

Afin de lutter contre les changements climatiques et de préparer la population québécoise aux changements appréhendés, le gouvernement du Québec s'est doté pour 2013-2020 d'un Plan d'action pour lutter contre les changements climatiques et d'une Stratégie gouvernementale d'adaptation aux changements climatiques. Différentes mesures sont ainsi établies pour favoriser la conservation et la protection des ressources hydriques ainsi que la résilience des écosystèmes et des espèces associées.

Enfin, l'information et la sensibilisation du public demeurent des activités essentielles à la préservation de la ressource en eau et des écosystèmes.

## De 2014 vers 2019

Le Rapport sur l'état de l'eau et des écosystèmes aquatiques au Québec soulève divers enjeux, notamment en matière de quantité d'eau, de qualité de l'eau, d'érosion riveraine et côtière ainsi que de biodiversité. Il fait également état des mesures actuellement mises en place par le gouvernement du Québec afin de maintenir des écosystèmes aquatiques en santé et d'assurer le bien-être de la population.

Ainsi, ce rapport constitue un intrant majeur aux travaux entrepris pour la mise à jour des orientations gouvernementales en matière de gestion intégrée des ressources en eau. En ayant une meilleure compréhension de la situation à l'égard de l'eau sur son territoire, le gouvernement

s'assure d'orienter de manière plus efficace et efficiente les décisions collectives pour gérer cette ressource.

Enfin, la production de ce premier bilan global de l'état de l'eau et des écosystèmes aquatiques s'inscrit dans une démarche d'amélioration continue. Le bilan met en lumière certaines lacunes dans la disponibilité et l'accessibilité des données, des informations et des connaissances nécessaires à la gestion intégrée des ressources en eau. La détermination de ces lacunes favorisera la définition des besoins en matière d'acquisition, de partage et de diffusion des connaissances. Le présent rapport servira donc de point de référence pour les éditions à venir, dont la prochaine est prévue pour 2019.



Richard Bissonnette, MDDELCC

## Références

-

- Un rapport en appui à la GIRELe portrait du Québec aquatique
  - De l'eau du nord au sud et d'est en ouest
  - Un patrimoine protégé
- Quantité d'eau
  - Quelle est la situation et quelles sont les causes?
    - Les rivières et le fleuve Saint-Laurent
    - L'estuaire et le golfe du Saint-Laurent
    - Les nappes d'eau souterraine
  - Quels sont les effets sur vous?
  - Que fait-on pour y remédier?
- La qualité d'eau
  - Quelle est la situation et quelles sont les causes?
    - La qualité de l'eau des lacs
    - La qualité de l'eau des rivières et du fleuve Saint-Laurent
    - La qualité de l'eau de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent
    - La qualité des nappes d'eau souterraine
  - Quels sont les effets sur vous?
  - Que fait-on pour y remédier?
- Les rives et les côtes
  - Quelle est la situation et quelles sont les causes?
    - Les rivières et le fleuve Saint-Laurent
    - Les côtes de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent
  - Quels sont les effets sur vous?
  - Que fait-on pour y remédier?
- Les milieux humides
  - Quelle est la situation et quelles sont les causes?
  - Quels sont les effets sur vous?
  - Que fait-on pour y remédier?
- La flore et la faune aquatiques
  - Quelle est la situation et quelles sont les causes?
    - La flore des écosystèmes aquatiques et humides
    - La faune des écosystèmes aquatiques et humides
  - Quels sont les effets sur vous?
  - Que fait-on pour y remédier?

## Un rapport en appui à la GIRE

- 1 – ENVIRONNEMENT CANADA. « Hydrographie du Saint-Laurent ». [En ligne]. [<http://www.ec.gc.ca/stl/default.asp?lang=Fr&n=59C4915D-1>]. Page consultée le 19 avril 2013.
- 2 – Entente sur les ressources en eaux durables du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent. 2005.
- 3 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. 2012. *Gestion intégrée des ressources en eau : cadre de référence*. Québec. Gouvernement du Québec, 36 p. [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/bassinversant/GIRE-cadre-reference.pdf>]
- 4 – Informations fournies pour le rapport en 2013 par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction générale des politiques de l'eau, Direction de la gestion intégrée de l'eau.

## Le portrait du Québec aquatique

### De l'eau du nord au sud et d'est en ouest

- 1 – Gouvernement du Québec. 2014. *Le Québec chiffres en main – Édition 2014*. Institut de la statistique du Québec, 72 p. [En ligne]. [[http://www.stat.gouv.qc.ca/quebec-chiffre-main/pdf/qcm2014\\_fr.pdf](http://www.stat.gouv.qc.ca/quebec-chiffre-main/pdf/qcm2014_fr.pdf)].
- 2 – Informations fournies pour le rapport en 2013 par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction de l'écologie et de la conservation, Service de l'expertise en biodiversité.
- 3 – TOUCHART, L. 2000. « *Qu'est-ce qu'un lac?* ». Bulletin de l'association de géographes français, CNRS, vol. 4, décembre 2000, p. 320.
- 4 – GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. 2005. *Plan directeur provisoire : Projet de parc Albanel-Témiscanie-Otish*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 41 p. [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/parcs/ato/Plandir.pdf>].
- 5 – Informations fournies pour le rapport en 2013 par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Centre d'expertise hydrique du Québec, Direction de l'expertise hydrique, Service de l'hydrologie et de l'hydraulique.
- 6 – ENVIRONNEMENT CANADA. « *Hydrographie du Saint-Laurent* ». [En ligne]. [<http://www.ec.gc.ca/stl/default.asp?lang=Fr&n=59C4915D-1>]. Page consultée le 19 avril 2013.
- 7 – DUFOUR, R., et P. OUELLET. 2007. *Rapport d'aperçu et d'évaluation de l'écosystème marin de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent*. Pêches et Océans Canada, 123 p.
- 8 – Informations fournies pour le rapport en 2013 par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction générale des politiques de l'eau, Direction de la gestion intégrée de l'eau.
- 9 – ENVIRONNEMENT CANADA. « *Les débits du Saint-Laurent et de ses principaux affluents* ». [En ligne]. [<http://www.ec.gc.ca/stl/default.asp?lang=Fr&n=B82B3625-1>]. Page consultée le 9 mai 2013.

- 10 – CENTRE SAINT-LAURENT. 1996. *Rapport synthèse sur l'état du Saint-Laurent : Volume 1 L'écosystème du Saint-Laurent*. Environnement Canada, 44 p.
- 11 – ENVIRONNEMENT CANADA. « *Fleuve Saint-Laurent* ». [En ligne]. [<http://www.ec.gc.ca/stl/default.asp?lang=Fr&n=F46CF5F8-1>]. Page consultée le 10 mai 2013.
- 12 – ENVIRONNEMENT CANADA. « *Les masses d'eau du Saint-Laurent* ». [En ligne]. [<http://www.ec.gc.ca/stl/default.asp?lang=Fr&n=3776F8EF-1>]. Page consultée le 19 avril 2013.
- 13 – COMMISSION DE TOPONYMIE DU QUÉBEC. « *Île d'Orléans* ». [En ligne]. [[http://www.toponymie.gouv.qc.ca/ct/toposweb/fiche.aspx?no\\_seq=45799](http://www.toponymie.gouv.qc.ca/ct/toposweb/fiche.aspx?no_seq=45799)]. Page consultée le 19 avril 2013.
- 14 – MÉNARD, N., M. PAGÉ, V. BUSQUE, I. CROTEAU, R. PICARD et D. GOBEIL. 2007. *Rapport sur l'état du parc marin du Saguenay – Saint-Laurent 2007*. Gouvernement du Québec et gouvernement du Canada, 69 p.
- 15 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS. 2008. *Guide technique : Captage d'eau souterraine pour des résidences isolées*. Gouvernement du Québec, 66 p. [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/souterraines/guide.pdf>]
- 16 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS. 2012. *Les milieux humides et l'autorisation environnementale*. Direction du patrimoine écologique et des parcs, Direction des politiques de l'eau et Pôle d'expertise hydrique et naturel, 46 p. [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rives/milieux-humides-autorisations-env.pdf>].
- 17 – MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE, DES MINES ET DES RESSOURCES, CANADA. « *Base nationale de données topographiques (BNDT, CanVec) à l'échelle de 1/50 000* ». Consultée en 2013.
- 18 – JEAN, M., et G. LÉTOURNEAU. 2011. *Changements dans les milieux humides du fleuve Saint-Laurent de 1970 à 2002*. Environnement Canada, Direction générale des sciences et de la technologie, Monitoring et surveillance de la qualité de l'eau au Québec, 302 p.
- 19 – MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT. 2004. *Stratégie québécoise sur la diversité biologique 2004-2007 pour la mise en œuvre au Québec de la Convention sur la diversité biologique des Nations Unies*. Gouvernement du Québec, 111 p. [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/2004-2007/strategie.pdf>].
- 20 – BROUILLET, L., F. Coursol, S. J. Meades, M. Favreau, M. Anions, P. Bélisle et P. Desmet. « VASCAN, la Base de données des plantes vasculaires du Canada ». [En ligne]. [<http://data.canadensys.net/vascan/>]. Page consultée le 22 mai 2013.
- 21 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS. 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*. Gouvernement du Québec, 8 p. et 4 annexes. [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rives/note-explic.pdf>].
- 22 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. « *Faune vertébrée du Québec – Liste de la faune vertébrée* ». Mise à jour du Ministère des Ressources naturelles et de la Faune – septembre 2009. [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/faune/vertebree/>]. Page consultée le 12 décembre 2013.
- 23 – Informations fournies pour le rapport en 2012 par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction générale de l'expertise sur la faune et ses habitats, Direction de la biodiversité et des maladies de la faune.

24 – Informations fournies pour le rapport en 2013 par Environnement Canada, Service canadien de la faune, Section conservation des populations.

25 – REGROUPEMENT QUÉBEC OISEAUX. 2012. « *Liste des oiseaux du Québec* ». [En ligne]. [[http://www.quebecoiseaux.org/files/2012\\_Liste%20des%20oiseaux%20du%20Qu%C3%A9bec.pdf](http://www.quebecoiseaux.org/files/2012_Liste%20des%20oiseaux%20du%20Qu%C3%A9bec.pdf)].

## Un patrimoine protégé

1 – GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. 2012. *Portrait du réseau d'aires protégées au Québec – Période 2002-2009*. Québec. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 229 p., 6 annexes. [En ligne].

[[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/aires\\_protegees/portrait02-09/fr/intro.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/aires_protegees/portrait02-09/fr/intro.pdf)]

2 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. « *Les aires protégées au Québec* ». [En ligne].

[[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/aires\\_protegees/aires\\_quebec.htm#def](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/aires_protegees/aires_quebec.htm#def)]. Page consultée le 19 avril 2013.

3 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. « *Registre des aires protégées* ». Direction du patrimoine écologique et des parcs, Service des aires protégées, mise à jour du 11 novembre 2013.

4 – GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. 2011. Orientations stratégiques du Québec en matière d'aires protégées. *Le Québec voit grand! – Période 2011-2015*. Québec. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 8 p. [En ligne].

[[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/aires\\_protegees/orientations-strateg2011-15.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/aires_protegees/orientations-strateg2011-15.pdf)]

5 – Informations fournies pour le rapport en 2013 par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction de l'écologie et de la conservation, Service des aires protégées.

6 – GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. « *Loi sur la conservation du patrimoine naturel du Québec* ». [En ligne].

[[http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/C\\_61\\_01/C61\\_01.html](http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/C_61_01/C61_01.html)]. Page consultée le 17 juin 2014.

7 – Informations fournies pour le rapport en 2014 par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction des parcs nationaux.

8 – GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. 2013. *Réserve aquatique projetée de Manicouagan – Plan de conservation*. Québec. Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, 16 p. [En ligne].

[<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/aquatique/manicouagan/plan-conservation.pdf>]

## Quantité d'eau

### Quelle est la situation et quelles sont les causes?

#### **Les rivières et le fleuve Saint-Laurent**

1 – CANTIN, J.-F., et A. BOUCHARD. 2002. *L'évolution des niveaux et débits du fleuve*. Fiche issue du « Programme de suivi de l'état du Saint-Laurent ». Gouvernement du Canada et gouvernement du Québec, 8 p. [En ligne].

[[http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/site\\_documents/documents/SESL/Niveaux\\_debits\\_2002\\_f.pdf](http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/site_documents/documents/SESL/Niveaux_debits_2002_f.pdf)].

2 – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. 2013. « Summary for Policymakers », p. 3-29. Dans *Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex et P.M. Midgley (éd.)], Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni, et New York, NY, É.-U. En ligne. <[http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5\\_SPM\\_FINAL.pdf](http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_SPM_FINAL.pdf)>.

3 – Informations fournies pour le rapport en 2013 par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Centre d'expertise hydrique du Québec, Direction de l'expertise hydrique, Service de l'hydrologie et de l'hydraulique.

4 – CENTRE D'EXPERTISE HYDRIQUE DU QUÉBEC. 2013. *Atlas hydroclimatique du Québec méridional – Impact des changements climatiques sur les régimes de crue, d'étiage et d'hydraulicité à l'horizon 2050*. Gouvernement du Québec, 51 p. [En ligne].  
[[http://www.cehq.gouv.qc.ca/hydrometrie/atlas/atlas\\_hydroclimatique.pdf](http://www.cehq.gouv.qc.ca/hydrometrie/atlas/atlas_hydroclimatique.pdf)].

5 – Informations fournies pour le rapport en 2013 par Environnement Canada, Section Hydrologie et Écohydraulique, Service météorologique du Canada.

6 – LEFAIVRE, D. 2005. *Effet des changements climatiques sur les niveaux d'eau du fleuve Saint-Laurent entre Montréal et Québec : Projections pour les années 2050*. Rapport présenté au Comité de concertation navigation du Plan d'action Saint-Laurent phase 4, Pêches et Océans Canada, Direction des sciences océaniques, Institut Maurice-Lamontagne, 34 p.

7 – OURANOS. 2010. *Savoir s'adapter aux changements climatiques*. Consortium sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques, 128 p. [En ligne].  
[[http://www.ouranos.ca/fr/pdf/53\\_sccc\\_21\\_06\\_lr.pdf](http://www.ouranos.ca/fr/pdf/53_sccc_21_06_lr.pdf)].

8 – POIRIER, C., T.-C. FORTIER FILION, R. TURCOTTE et P. LACOMBE. 2014. *Reconstitution historique des apports verticaux (eaux de fonte et de pluie) de 1900 à 2010 – version 2012*. Contribution au Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES). Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ), Direction de l'expertise hydrique, 107 p.

9 – HUDON, C., P. GAGNON et M. JEAN. 2005. « Hydrological factors controlling the spread of common reed (*Phragmites australis*) in the St. Lawrence River (Quebec, Canada) ». *Ecoscience*, vol. 12, no 3, p. 347-357.

10 – HUDON, C., J.-P. AMYOT et C. PLANTE. 2003. *Répartition verticale des communautés de plantes aquatiques en fonction des variations de niveau du Saint-Laurent*. Rapport scientifique présenté à la Commission Mixte Internationale, Groupe de travail sur l'environnement, Étude

- des niveaux du Lac Ontario et du Saint-Laurent. Environnement Canada - Région du Québec, Section Recherche sur les écosystèmes fluviaux, Centre Saint-Laurent, 177 p. [En ligne].  
[\[http://www.eng.buffalo.edu/glp/IJC/Documents/Wetland%20Reports/Modele\\_Plantes\\_Emergentes\\_Yr2\\_Hudon.pdf\]](http://www.eng.buffalo.edu/glp/IJC/Documents/Wetland%20Reports/Modele_Plantes_Emergentes_Yr2_Hudon.pdf).
- 11 – BIRON, P., T. BUFFIN-BÉLANGER, M. LAROCQUE, S. DEMERS, T. OLSEN, M.-A. OUELLET, G. CHONÉ, C.-A. CLOUTIER et M. NEEDELMAN. 2013. *Espace de liberté : un cadre de gestion intégrée pour la conservation des cours d'eau dans un contexte de changements climatiques*. Université Concordia et Ouranos, 167 p. [En ligne].  
[\[http://www.ouranos.ca/media/publication/299\\_RapportBironetal2013.pdf\]](http://www.ouranos.ca/media/publication/299_RapportBironetal2013.pdf).
- 12 – SYNDICAT MIXTE D'ÉTUDES ET DE TRAVAUX POUR L'AMÉNAGEMENT ET LA PROTECTION DE LA RIVIÈRE DORDOGNE. « Lit mineur et lit majeur, définition et législation ». [En ligne].  
[\[http://www.espace-riviere.org/site/ens\\_juri.html\]](http://www.espace-riviere.org/site/ens_juri.html). Page consultée le 5 février 2014.
- 13 – DE LAFONTAINE, Y., A. ARMELLIN, F. MARCHAND, M. MINGELBIER, P. BRODEUR et J. MORIN. 2006. « Impacts du régime hydrologique sur les communautés de poissons du Saint-Laurent et leurs habitats », p. 86-107 (Chapitre 7). Dans *Enjeux de la disponibilité de l'eau pour le fleuve Saint-Laurent : Synthèse environnementale*. Environnement Canada, 215 p. [En ligne].  
[\[http://publications.gc.ca/collections/collection\\_2010/ec/En154-43-2006-fra.pdf\]](http://publications.gc.ca/collections/collection_2010/ec/En154-43-2006-fra.pdf).
- 14 – CENTRE D'EXPERTISE HYDRIQUE DU QUÉBEC. 2012. *Mise à jour sur les changements récents des indicateurs hydrologiques aux stations hydrométriques du Québec*. Gouvernement du Québec, 16 p.
- 15 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. « Banque de données hydriques ». Centre d'expertise hydrique du Québec, Direction de l'expertise hydrique, Service de l'hydrologie et de l'hydraulique. Base de données consultée le 28 mars 2014.
- 16 – ENVIRONNEMENT CANADA. « Relevés hydrologiques du Canada ». [En ligne].  
[\[http://www.wsc.ec.gc.ca/applications/H2O/HydromatD-fra.cfm\]](http://www.wsc.ec.gc.ca/applications/H2O/HydromatD-fra.cfm). Page consultée le 9 mai 2014.
- 17 – CENTRE D'EXPERTISE HYDRIQUE DU QUÉBEC. « Fiche signalétique de la station ». [En ligne].  
[\[http://www.cehq.gouv.qc.ca/hydrometrie/historique\\_donnees/fiche\\_station.asp?NoStation=061022\]](http://www.cehq.gouv.qc.ca/hydrometrie/historique_donnees/fiche_station.asp?NoStation=061022). Page consultée le 30 juin 2014.
- 18 – LELIÈVRE, M.-A., T. BUFFIN-BÉLANGER et F. MORNEAU. 2008. « L'approche hydrogéomorphologique pour la cartographie des zones à risque d'inondation dans les vallées de petites et moyennes tailles : un exemple commenté pour la vallée de Rivière-au-Renard ». Dans *Comptes rendus de la 4<sup>e</sup> Conférence canadienne sur les géorisques : des causes à la gestion*. J. Locat, D. Perret, D. Turmel, D. Demers et S. Leroueil (éditeurs), Québec. Presse de l'Université Laval, 594 p. [En ligne].  
[\[http://www.saguenay.ggl.ulaval.ca/geohazard/alea/lelievre.pdf\]](http://www.saguenay.ggl.ulaval.ca/geohazard/alea/lelievre.pdf).
- 19 – ORGANISATION DE LA SÉCURITÉ CIVILE DU QUÉBEC. 2008. *Rapport d'événement : Gaspé 2007 « Une nouvelle expérience, une nouvelle référence »*. Ministère de la Sécurité publique du Québec, Service de soutien à l'OSCC, Direction de la planification, Direction générale de la sécurité civile et de la sécurité incendie, 14 p. [En ligne].  
[\[http://www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/securite\\_civile/publications/evnement\\_gaspe/gaspesie.pdf\]](http://www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/securite_civile/publications/evnement_gaspe/gaspesie.pdf).

- 20 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. 2011. *Tempête post-tropicale Irène 2011-08-28*. Gouvernement du Québec, 1 p. [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/climat/surveillance/Irene20110828.pdf>].
- 21 – VILLE DE MONTRÉAL. « Historique des sinistres à Montréal ». [En ligne]. [[http://ville.montreal.qc.ca/portal/page?\\_pageid=7637,88441614&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL](http://ville.montreal.qc.ca/portal/page?_pageid=7637,88441614&_dad=portal&_schema=PORTAL)]. Page consultée le 22 juillet 2014.
- 22 – CANTIN, J.-F., A. BOUCHARD, J. MORIN, Y. DE LAFONTAINE et M. MINGELBIER. 2006. « Modifications anthropiques et régime hydrologique du Saint-Laurent fluvial en aval de Cornwall », p. 11-24 (Chapitre 2). Dans *Enjeux de la disponibilité de l'eau pour le fleuve Saint-Laurent : Synthèse environnementale*. Environnement Canada, 215 p. [En ligne]. [[http://publications.gc.ca/collections/collection\\_2010/ec/En154-43-2006-fra.pdf](http://publications.gc.ca/collections/collection_2010/ec/En154-43-2006-fra.pdf)].
- 23 – BRODEUR, P., M. MINGELBIER et J. MORIN. 2006. « Impact de la régularisation du débit des Grands Lacs sur l'habitat de reproduction des poissons dans la plaine inondable du fleuve Saint-Laurent ». *Le naturaliste canadien*, vol. 130, no 1, p. 60-68.
- 24 – ENVIRONNEMENT CANADA. « Rivière des Mille Îles à Bois-des-Filion (02OA003) ». [En ligne]. [<http://www.wsc.ec.gc.ca/applications/H2O/graph-fra.cfm?yearb=&yeare=&station=02OA003&report=daily&data=flow&year=2010>]. Page consultée le 17 janvier 2014.
- 25 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS. 2011. *Rapport d'analyse environnementale concernant la demande de modification du décret numéro 504-2010 du 16 juin 2010 relatif à la soustraction du projet d'excavation d'un haut-fond dans la rivière des Mille Îles sur le territoire des villes de Deux-Montagnes et de Laval, de la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement et la délivrance d'un certificat d'autorisation au ministre du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, agissant par le Centre d'expertise hydrique du Québec*. Gouvernement du Québec, 19 p. [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/evaluations/decret/2011/690-2011.pdf>].
- 26 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. 2010. *Précipitations de neige 2009-2010 : pourcentage de la normale 1996-2005*. Gouvernement du Québec, 3 p. [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/climat/surveillance/precipitation-neige2009-2010.pdf>].
- 27 – ENVIRONNEMENT CANADA. « Bilan climatologique du printemps 2010 ». [En ligne]. [[http://www.climat-quebec.gc.ca/home.php?id=monthly\\_seasonal\\_summary&mpn=climate\\_mon&slt\\_year=9&slt\\_periode=1&slt\\_season=3&sub=Afficher](http://www.climat-quebec.gc.ca/home.php?id=monthly_seasonal_summary&mpn=climate_mon&slt_year=9&slt_periode=1&slt_season=3&sub=Afficher)]. Page consultée le 8 mai 2014.
- 28 – RICHARD, L.-P. 2010. *L'érosion des berges en eau douce*. Fiche issue du « Programme de suivi de l'état du Saint-Laurent ». Gouvernement du Canada et gouvernement du Québec, 8 p. [En ligne]. [[http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/site\\_documents/documents/SESL/Erosion\\_2010\\_f.pdf](http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/site_documents/documents/SESL/Erosion_2010_f.pdf)].

### **L'estuaire et le golfe du Saint-Laurent**

- 1 – CHURCH, J. A., et N. J. WHITE. 2011. « Sea-level rise from the late 19th to the early 21st century ». *Surveys in Geophysics*, vol. 32, no 4-5, p. 585-602.
- 2 – RHEIN, M., S.R. RINTOUL, S. AOKI, E. CAMPOS, D. CHAMBERS, R.A. FEELY, S. GULEV, G.C. JOHNSON, S.A. JOSEY, A. KOSTIANOY, C. MAURITZEN, D. ROEMMICH, L.D. TALLEY et

F. WANG. 2013. « Observations – Ocean », p. 255-315 (Chapter 3). Dans *Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex et P.M. Midgley (éditeurs), Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni, et New York, NY, É.-U. [En ligne].

[\[http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5\\_Chapter03\\_FINAL.pdf\]](http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_Chapter03_FINAL.pdf).

3 – SLANGEN, A.B.A., R.S.W. VAN DE WAL, Y. WADA et L.L.A. VERMEERSEN. 2014. « Comparing tide gauge observations to regional patterns of sea-level change (1961-2003) ». *Earth System Dynamics Discussions*, vol. 5, p. 169-201.

4 – JUNEAU, M. N. 2012. *Hausse récente du niveau marin relatif aux îles-de-la-Madeleine*. Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Rimouski, Département de biologie, chimie et géographie, 161 p.

5 – HARTMANN, D.L., A.M.G. KLEIN TANK, M. RUSTICUCCI, L.V. ALEXANDER, S. BRÖNNIMANN, Y. CHARABI, F.J. DENTENER, E.J. DLUGOKENCKY, D.R. EASTERLING, A. KAPLAN, B.J. SODEN, P.W. THORNE, M. WILD et P.M. ZHAI. 2013. « Observations: Atmosphere and Surface », p. 159-254 (Chapter 2). Dans *Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex et P.M. Midgley (éditeurs), Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni, et New York, NY, É.-U. [En ligne].

[\[http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5\\_Chapter02\\_FINAL.pdf\]](http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_Chapter02_FINAL.pdf).

6 – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. 2013. « Summary for Policymakers », p. 3-29. Dans *Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex et P.M. Midgley (éditeurs), Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni, et New York, NY, É.-U. [En ligne]. [\[http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5\\_SPM\\_FINAL.pdf\]](http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_SPM_FINAL.pdf).

7 – STOCKER, T.F., D. QIN, G.-K. PLATTNER, L.V. ALEXANDER, S.K. ALLEN, N.L. BINDOFF, F.-M. BRÉON, J.A. CHURCH, U. CUBASCH, S. EMORI, P. FORSTER, P. FRIEDLINGSTEIN, N. GILLETT, J.M. GREGORY, D.L. HARTMANN, E. JANSEN, B. KIRTMAN, R. KNUTTI, K. KRISHNA KUMAR, P. LEMKE, J. MAROTZKE, V. MASSON-DELMOTTE, G.A. MEEHL, I.I. MOKHOV, S. PIAO, V. RAMASWAMY, D. RANDALL, M. RHEIN, M. ROJAS, C. SABINE, D. SHINDELL, L.D. TALLEY, D.G. VAUGHAN et S.-P. XIE. 2013. « Technical Summary », p. 33-115. Dans *Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex et P.M. Midgley (éditeurs), Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni, et New York, NY, É.-U. [En ligne].

[\[http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5\\_TS\\_FINAL.pdf\]](http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_TS_FINAL.pdf).

8 – CHURCH, J.A., P.U. CLARK, A. CAZENAVE, J.M. GREGORY, S. JEVREJEVA, A. LEVERMANN, M.A. MERRIFIELD, G.A. MILNE, R.S. NEREM, P.D. NUNN, A.J. PAYNE, W.T. PFEFFER, D. STAMMER et A.S. UNNIKRIISHNAN. 2013. « Sea Level Change », p. 1137-1216 (Chapter 13). Dans *Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex et P.M. Midgley

(éditeurs), Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni, et New York, NY, É.-U. [En ligne]. [[http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5\\_Chapter13\\_FINAL.pdf](http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_Chapter13_FINAL.pdf)].

9 – BONSAI, B., et A. SHABBAR. 2011. *Oscillations climatiques à grande échelle ayant une incidence sur le Canada, de 1900 à 2008. Biodiversité canadienne : état et tendances des écosystèmes en 2010, Rapport technique thématique no 4*. Conseil canadien des ministres des ressources, 15 p. [En ligne].

[[http://www.speciestrisk.ca/resource/DOCUMENT/860No.4\\_Climate%20Oscillations%20April%202011\\_F.pdf](http://www.speciestrisk.ca/resource/DOCUMENT/860No.4_Climate%20Oscillations%20April%202011_F.pdf)].

10 – VERMEER, M., et S. RAHMSTORF. 2009. « Global sea level linked to global temperature ». *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 106, no 51, p. 21527-21532.

11 – YIN, J. 2012. « Century to multi-century sea level rise projections from CMIP5 models ». *Geophysical Research Letters*, vol. 39, L17709, p. 1-7.

12 – KOOHZARE, A., P. VANICEK et M. SANTOS. 2008. « Pattern of recent vertical crustal movements in Canada ». *Journal of Geodynamics*, vol. 45, p. 133-145. [En ligne].

[[http://www2.unb.ca/gge/Personnel/Santos/JGeodyn2007\\_final.pdf](http://www2.unb.ca/gge/Personnel/Santos/JGeodyn2007_final.pdf)].

13 – PARENT, M., et S. OCCHIETTI. 1988. « Late Wisconsinan Deglaciation and Champlain Sea Invasion in the St. Lawrence Valley, Québec ». *Géographie physique et Quaternaire*, vol. 42, no 3, p. 215-246.

14 – SAVARD, J.-P., P. BERNATCHEZ, F. MORNEAU, F. SAUCIER, P. GACHON, S. SENNEVILLE, C. FRASER et Y. JOLIVET. 2008. *Étude de sensibilité des côtes et de la vulnérabilité des communautés du golfe du Saint-Laurent aux impacts des changements climatiques – Synthèse des résultats*. 48 p. [En ligne].

[[http://www.ouranos.ca/media/publication/20\\_Rapport\\_Savard\\_maritime\\_2008.pdf](http://www.ouranos.ca/media/publication/20_Rapport_Savard_maritime_2008.pdf)].

15 – BERNATCHEZ, P., C. FRASER, S. FRIESINGER, Y. JOLIVET, S. DUGAS, S. DREJZA et A. MORISSETTE. 2008. *Sensibilité des côtes et vulnérabilité des communautés du golfe du Saint-Laurent aux impacts des changements climatiques*. Université du Québec à Rimouski, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, 256 p. [En ligne].

[[http://www.ouranos.ca/media/publication/145\\_Bernatchezetal2008.pdf](http://www.ouranos.ca/media/publication/145_Bernatchezetal2008.pdf)].

16 – BERNATCHEZ, P., G. BOUCHER-BROSSARD et M. SIGOUIN-CANTIN. 2012. *Contribution des archives à l'étude des événements météorologiques et géomorphologiques causant des dommages aux côtes du Québec maritime et analyse des tendances, des fréquences et des temps de retour des conditions météo-marines extrêmes. Rapport présenté au ministère de la Sécurité publique du Québec*. Université du Québec à Rimouski, Chaire de recherche en géoscience côtière, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, 140 p.

17 – MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE. 2010. *Guide sur les référentiels géodésiques et altimétriques au Québec*. Gouvernement du Québec, 91 p. [En ligne].

[[http://www.mern.gouv.qc.ca/publications/territoire/outils/guide\\_sur\\_les\\_referentiels.pdf](http://www.mern.gouv.qc.ca/publications/territoire/outils/guide_sur_les_referentiels.pdf)].

18 – MORNEAU, F. 2012. « Enjeux environnementaux associés aux incidences appréhendées des changements climatiques sur le littoral en milieu marin ». Dans *Forum science environnement* (46<sup>e</sup>), tenu à Québec, le 5 décembre 2012.

19 – FORRESTER, W. D. 1983. *Manuel canadien des marées*. Ministère des Pêches et des Océans, Service hydrographique du Canada, 148 p.

- 20 – BERNATCHEZ, P., G. MARIE, U. BOYER-VILLEMAIRE et S. DREJZA. 2012. « Les aléas côtiers dans l'est du Québec et les impacts des changements climatiques ». Consultation dans le cadre de l'élaboration du prochain Plan d'action sur les changements climatiques, février 2012. Présentation de l'Université du Québec à Rimouski, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières et Chaire de recherche en géoscience côtière.
- 21 – LEFAIVRE, D. 2011. « Débordement et déferlement des eaux : Cas du 6 décembre 2010 ». *Infocéans - Bulletin d'information de la région du Québec*, vol. 14, no 1, p. 3. [En ligne]. [<http://www.gc.dfo-mpo.gc.ca/infoceans/201102/INFOCEANS-fra.pdf>].
- 22 – QUINTIN, C., P. Bernatchez, et Y. Jolivet. 2013. *Impacts de la tempête du 6 décembre 2010 sur les côtes du Bas-Saint-Laurent et de la baie des Chaleurs : Rapport présenté au ministère de la Sécurité publique du Québec*. Université du Québec à Rimouski, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières et Chaire de recherche en géoscience côtière, volume I : 48 p. + volume II : 170 p.
- 23 – ENVIRONNEMENT CANADA. « Rapport de données horaires pour le 6 décembre 2010 – Mont-Joli A, Québec ». [En ligne]. [[http://climat.meteo.gc.ca/climateData/hourlydata\\_f.html?timeframe=1&Prov=QUE%20&StationID=5814&hlyRange=1953-01-01|2013-03-14&Year=2010&Month=12&Day=6](http://climat.meteo.gc.ca/climateData/hourlydata_f.html?timeframe=1&Prov=QUE%20&StationID=5814&hlyRange=1953-01-01|2013-03-14&Year=2010&Month=12&Day=6)]. Page consultée le 17 janvier 2014.
- 24 – ENVIRONNEMENT CANADA. « Rapport de données horaires pour le 6 décembre 2010 – Gaspé A, Québec ». [En ligne]. [[http://climat.meteo.gc.ca/climateData/hourlydata\\_f.html?timeframe=1&Prov=QUE%20&StationID=5794&hlyRange=1965-02-24|2013-03-14&Year=2010&Month=12&Day=6](http://climat.meteo.gc.ca/climateData/hourlydata_f.html?timeframe=1&Prov=QUE%20&StationID=5794&hlyRange=1965-02-24|2013-03-14&Year=2010&Month=12&Day=6)]. Page consultée le 17 janvier 2014.
- 25 – ENVIRONNEMENT CANADA. « Rapport de données horaires pour le 6 décembre 2010 – New Carlisle 1, Québec ». [En ligne]. [[http://climat.meteo.gc.ca/climateData/hourlydata\\_f.html?timeframe=1&Prov=QUE%20&StationID=10898&hlyRange=1994-02-01|2014-01-21&Year=2010&Month=12&Day=6](http://climat.meteo.gc.ca/climateData/hourlydata_f.html?timeframe=1&Prov=QUE%20&StationID=10898&hlyRange=1994-02-01|2014-01-21&Year=2010&Month=12&Day=6)]. Page consultée le 17 janvier 2014.
- 26 – PÊCHES ET OCÉANS CANADA. « Les données dans l'inventaire de la station – Station 2330 ». [En ligne]. [<http://www.meds-sdmm.dfo-mpo.gc.ca/isdm-gdsi/twl-mne/inventory-inventaire/sd-ds-fra.asp?no=2330&user=isdm-gdsi&region=LAU>]. Page consultée le 17 janvier 2014.
- 27 – MINISTÈRE DE LA SÉCURITÉ PUBLIQUE. « L'estuaire et le golfe du Saint-Laurent durement touchés par les pluies torrentielles et les grandes marées ». *Infocéans – Bulletin d'information de la région du Québec*, vol. 2, no 1. [En ligne]. [<http://www.securitepublique.gouv.gc.ca/securite-civile/publications-statistiques-civile/inter-action/inter-action-vol-2-no-1/6980/6982.html>]. Page consultée le 1er avril 2014.
- 28 – PÊCHES ET OCÉANS CANADA. « Les données dans l'inventaire de la station – Station 2985 ». [En ligne]. [<http://www.meds-sdmm.dfo-mpo.gc.ca/isdm-gdsi/twl-mne/inventory-inventaire/sd-ds-fra.asp?no=2985&user=isdm-gdsi&region=LAU>]. Page consultée le 17 janvier 2014.
- 29 – Informations fournies pour le rapport en 2014 par Pêches et Océans Canada, Service hydrographique du Canada, région du Québec.

30 – PÊCHES ET OCÉANS CANADA. « Les données dans l'inventaire de la station – Station 2145 ». [En ligne]. [<http://www.meds-sdmm.dfo-mpo.gc.ca/isdm-gdsi/twl-mne/inventory-inventaire/sd-ds-fra.asp?no=2145&user=isdm-gdsi&region=ATL>]. Page consultée le 17 janvier 2014.

31 – Informations fournies pour le rapport en 2014 par Pêches et Océans Canada, Service hydrographique du Canada, région de l'Atlantique.

### **Les nappes d'eau souterraine**

1 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. « Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines ». [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/souterraines/programmes/acquisition-connaissance.htm>]. Page consultée le 30 avril 2013.

2 – CUSTODIO, E. 2002. « Aquifer overexploitation: what does it mean? ». *Hydrogeology Journal*, vol. 10, no 2, p. 254-277.

3 – KALF, F.R.P., et D.R. WOOLLEY. 2005. « Applicability and methodology of determining sustainable yield in groundwater systems ». *Hydrogeology Journal*, vol. 13, no 1, p. 295-312.

4 – FAGNAN, N., E. BOURQUE, Y. MICHAUD, R. LEFEBVRE, E. BOISVERT, M. PARENT et R. MARTEL. 1999. « Hydrogéologie des complexes deltaïques sur la marge nord de la mer de Champlain, Québec ». *Hydrogéologie*, no 4, p. 9-22.

5 – Informations fournies pour le rapport en 2013 par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction générale des politiques de l'eau, Direction de l'aménagement et des eaux souterraines.

6 – LEBLANC, Y., G. LÉGARÉ, K. LACASSE, M. PARENT et S. CAMPEAU. 2013. *Caractérisation hydrogéologique du sud-ouest de la Mauricie*. Rapport final présenté au ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs dans le cadre du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines du Québec. Université du Québec à Trois-Rivières, Département des sciences de l'environnement, 134 p. et 15 annexes.

7 – LAROCQUE, M., S. GAGNÉ, L. TREMBLAY et G. MEYZONNAT. 2013. *Projet de connaissance des eaux souterraines du bassin versant de la rivière Bécancour et de la MRC de Bécancour – Rapport final*. Rapport présenté au ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs. 219 p.

8 – CLOUTIER, V., D. BLANCHETTE, P.-L. DALLAIRE, S. NADEAU, E. ROSA et M. ROY. 2013. *Projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines de l'Abitibi-Témiscamingue (partie 1)*. Rapport final présenté au ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs dans le cadre du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines du Québec. Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, Institut de recherche en mines et en environnement, 135 p.

9 – CARRIER, M.-A., R. LEFEBVRE, C. RIVARD, M. PARENT, J.-M. BALLARD, N. BENOIT, H. VIGNEAULT, C. BEAUDRY, X. MALET, M. LAURENCELLE, J.-S. GOSELLINI, P. LADEZÈVE, R. THÉRIAULT, I. BEAUDIN, A. MICHAUD, A. PUGIN, R. MORIN, H. CROW, E. GLOAGUEN, J. BLESSER, A. MARTIN et D. LAVOIE. 2013. *Portrait des ressources en eau souterraine en Montérégie Est, Québec, Canada*. Projet réalisé conjointement par l'INRS, la CGC, l'OBV Yamaska et l'IRDA dans le cadre du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines, rapport final, 283 p. et 7 annexes.

- 10 – CÔTÉ, M.-J., Y. LACHANCE, C. LAMONTAGNE, M. NASTEV, R. PLAMONDON et N. ROY. 2006. *Atlas du bassin versant de la rivière Châteauguay*. Collaboration étroite avec la Commission géologique du Canada et l'Institut national de la recherche scientifique – Eau, Terre et Environnement. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 64 p.
- 11 – COBARIC et UPA. 2008. *Atlas des eaux souterraines du bassin versant de la rivière Chaudière : secteurs de la Basse-Chaudière et de la Moyenne-Chaudière*. CD-ROM.
- 12 – PARADIS, D., M. SAVARD, M. NASTEV et R. LEFEBVRE. 2002. *Atlas hydrogéologique du système aquifère fracturé du sud-ouest du Québec – Partie III : Caractérisation hydrogéologique régionale du système aquifère fracturé du sud-ouest du Québec*. Ressources naturelles Canada et Commission géologique du Canada, 48 p.
- 13 – NASTEV, M., M.M. SAVARD, R. LEFEBVRE, R. MARTEL, N. FAGNAN, E. BOURQUE, A. HAMEL, G. KARANTA et J.M. LEMIEUX. 2001. « Regional hydrogeological mapping project of the St. Lawrence Lowlands of southwestern Quebec: hydrogeological characterization work 1999-2000 ». *Current Research 2001-D9*, p. 1-10.
- 14 – BOURQUE, P.-A. « L'eau dans les roches et les sédiments ». [En ligne]. [<http://www2.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/s3/eau.ds.roches.html>]. Page consultée le 8 mai 2014.
- 15 – RESSOURCES NATURELLES CANADA ET INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE. 2008. *Guide méthodologique pour la caractérisation régionale des aquifères en roches sédimentaires fracturées*. Gouvernement du Canada et gouvernement du Québec, 162 p. [En ligne]. [[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/souterraines/aquiferes/guide\\_fractures.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/souterraines/aquiferes/guide_fractures.pdf)].
- 16 – TALBOT POULIN, M.C., G. COMEAU, Y. TREMBLAY, R. THERRIEN, M.M. NADEAU, J.M. LEMIEUX, J. MOLSON, R. FORTIER, P. THERRIEN, L. LAMARCHE, F. DONATI-DAOUST et S. BÉRUBÉ. 2013. *Projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines du territoire de la Communauté métropolitaine de Québec – Rapport final*. Université Laval, Département de géologie et de génie géologique, 172 p. et 19 annexes.
- 17 – RIVARD, C., H. VIGNEAULT, A.R. PIGGOTT, M. LAROCQUE, F. ANCTIL, L. TREMBLAY et A.N. ROUSSEAU. 2008. « Examining the Impacts of Climate Change and Human Activities on Groundwater Recharge in Canada Using Historical Data ». Dans *GeoEdmonton 2008 : 61<sup>e</sup> conférence géotechnique canadienne et 9<sup>e</sup> conférence conjointe SCG/AIH-SNC sur les eaux souterraines*, tenue à Edmonton du 21 au 24 septembre 2008.
- 18 – RIVARD, C., J. MARION, Y. MICHAUD, S. BENHAMMANE, A. MORIN, R. LEFEBVRE et A. RIVERA. 2003. *Étude de l'impact potentiel des changements climatiques sur les ressources en eau souterraine dans l'Est du Canada*. Ressources naturelles Canada et Commission géologique du Canada, 39 p. et 5 annexes. [En ligne]. [[ftp://ftp2.cits.rncan.gc.ca/pub/geott/ess\\_pubs/214/214161/of\\_1577.pdf](ftp://ftp2.cits.rncan.gc.ca/pub/geott/ess_pubs/214/214161/of_1577.pdf)].
- 19 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. « Réseau de suivi des eaux souterraines du Québec ». [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/piezo/index.htm>]. Page consultée le 7 mai 2013.
- 20 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. « CLIMATOLOGIE - stations 7011190, 7012071 et 7012080 ». Direction du suivi de l'état de l'environnement, Service de l'information sur les milieux atmosphériques. Base de données consultée le 29 janvier 2014.

21 – GREEN, T.R., M. TANIGUCHI, H. KOOI, J.J. GURDAK, D.M. ALLEN, K.M. HISCOCK, H. TREIDEL et A. AURELI. 2011. « Beneath the surface of global change: Impacts of climate change on groundwater ». *Journal of Hydrology*, vol. 405, no 3-4, p. 532-560.

22 – LAROCQUE, M., L. PARROTT, D. GREEN, M. LAVOIE, S. PELLERIN, J. LEVISON, P. GIRARD et M.-A. OUELLET. 2013. *Modélisation hydrogéologique et modélisation des populations de salamandres sur le mont Covey Hill : Perspectives pour la conservation des habitats en présence de changements climatiques – Rapport final*. 27 p. et 3 annexes. [En ligne].  
[[http://www.ouranos.ca/media/publication/173\\_RapportLarocquesetal2013.pdf](http://www.ouranos.ca/media/publication/173_RapportLarocquesetal2013.pdf)].

## Quels sont les effets sur vous?

1 – 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 – Rapport final*. Université de Montréal et Université Laval, 104 p. [En ligne].  
[<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rives/Analyse-situation-milieux-humides-recommandations.pdf>].

2 – ROUSSEAU, A., S. SAVARY et M. FOSSEY. 2013. *Modélisation hydrologique des milieux humides dans les basses-terres du Saint-Laurent*. Rapport final du volet hydrologique présenté à Ouranos. Institut national de la recherche scientifique - Centre Eau Terre et Environnement, 61 p.

3 – CENTRE D'EXPERTISE HYDRIQUE DU QUÉBEC. 2013. *Atlas hydroclimatique du Québec méridional – Impact des changements climatiques sur les régimes de crue, d'étiage et d'hydraulicité à l'horizon 2050*. Gouvernement du Québec, 51 p. [En ligne].  
[[http://www.cehq.gouv.qc.ca/hydrometrie/atlas/atlas\\_hydroclimatique.pdf](http://www.cehq.gouv.qc.ca/hydrometrie/atlas/atlas_hydroclimatique.pdf)].

4 – MAILHOT, A., S. DUCHESNE, G. TALBOT, A. N. ROUSSEAU et D. CHAUMONT. 2008. *Changements climatiques au Québec méridional : Approvisionnement en eau potable et santé publique : projections climatiques en matière de précipitation et d'écoulement pour le sud du Québec – Résumé*. Institut national de santé publique du Québec, 14 p. [En ligne].  
[[http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/866\\_RES\\_EauPotable\\_WEB.pdf](http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/866_RES_EauPotable_WEB.pdf)].

5 – CONSEIL DES BASSINS VERSANTS DES MILLE ÎLES. 2012. *Problème prioritaire : Approvisionnement en eau*. 5 p. [En ligne].  
[[http://www.cobamil.ca/sites/default/files/files/prob\\_D.pdf](http://www.cobamil.ca/sites/default/files/files/prob_D.pdf)].

6 – Informations fournies pour le rapport en 2014 par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction générale de l'eau, de l'expertise et des évaluations environnementales.

7 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS. 2011. *Rapport d'analyse environnementale concernant la demande de modification du décret numéro 504-2010 du 16 juin 2010 relatif à la soustraction du projet d'excavation d'un haut-fond dans la rivière des Mille Îles sur le territoire des villes de Deux-Montagnes et de Laval, de la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement et la délivrance d'un certificat d'autorisation au ministre du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, agissant par le Centre d'expertise hydrique du Québec*. Gouvernement du Québec, 19 p. [En ligne].  
[<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/evaluations/decret/2011/690-2011.pdf>].

- 8 – Informations fournies pour le rapport en 2013 par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction générale des politiques de l'eau, Direction des eaux municipales.
- 9 – ROUSSEAU, A. N., A. MAILHOT, M. SLIVITZKY, J.-P. VILLENEUVE, M. J. RODRIGUEZ et A. BOURQUE. 2004. « Usages et approvisionnement en eau dans le sud du Québec : niveau des connaissances et axes de recherche à privilégier dans une perspective de changements climatiques ». *Canadian Water Resource Journal*, vol. 29, no 2, p. 121-134. [En ligne]. [<http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.4296/cwrj121>].
- 10 – HYDRO-QUÉBEC. 2013. *Rapport annuel 2012*. 122 p. [En ligne]. [[http://www.hydroquebec.com/publications/fr/rapport\\_annuel/pdf/rapport-annuel-2012.pdf](http://www.hydroquebec.com/publications/fr/rapport_annuel/pdf/rapport-annuel-2012.pdf)].
- 11 – OURANOS. 2010. *Savoir s'adapter aux changements climatiques*. Consortium sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques, 128 p. [En ligne]. [[http://www.ouranos.ca/fr/pdf/53\\_ssc\\_21\\_06\\_lr.pdf](http://www.ouranos.ca/fr/pdf/53_ssc_21_06_lr.pdf)].
- 12 – ASSOCIATION MARITIME DU QUÉBEC. 2011. *Tourisme nautique au Québec : étude sur les marchés potentiels – Rapport de recherche*. 58 p. et 9 annexes. [En ligne]. [<http://www.nautismequebec.com/files/files/RAPPORT.pdf>].
- 13 – Informations fournies pour le rapport en 2014 par l'Association maritime du Québec.
- 14 – ENVIRONNEMENT CANADA. « Prairies (rivière des) au rapide du cheval blanc (02OA004) ». [En ligne]. [<http://www.wsc.ec.gc.ca/applications/H2O/graph-fra.cfm?yearb=&yeare=&station=02OA004&report=daily&data=level&year=2012>]. Page consultée le 9 juin 2014.
- 15 – ENVIRONNEMENT CANADA. « Mille Îles (rivière des) à Bois-des-Filion (02OA003) ». [En ligne]. [<http://www.wsc.ec.gc.ca/applications/H2O/graph-fra.cfm?yearb=&yeare=&station=02OA003&report=daily&data=level&year=2012>]. Page consultée le 9 juin 2014.
- 16 – CENTRE D'EXPERTISE HYDRIQUE DU QUÉBEC. « Données moyennes mensuelles - Station 052219 ». [En ligne]. [[http://www.cehq.gouv.qc.ca/depot/historique\\_donnees\\_som\\_mensuels/052219\\_Q\\_MOY.txt](http://www.cehq.gouv.qc.ca/depot/historique_donnees_som_mensuels/052219_Q_MOY.txt)]. Page consultée le 9 juin 2014.
- 17 – ENVIRONNEMENT CANADA. « Saint-Laurent (fleuve) à Lanoraie (02OB011) ». [En ligne]. [<http://www.wsc.ec.gc.ca/applications/H2O/graph-fra.cfm?yearb=&yeare=&station=02OB011&report=daily&year=2012>]. Page consultée le 9 juin 2014.
- 18 – LAMOTHE, M. 2012. « Niveau des cours d'eau : des riverains découragés ». *Le Nouvelliste*, 13 juillet 2012. [En ligne]. [<http://www.lapresse.ca/le-nouveliste/actualites/201207/13/01-4543256-niveau-des-cours-deau-des-riverains-decourages.php>].
- 19 – ENVIRONNEMENT CANADA. « La problématique environnementale liée à la navigation de plaisance sur le Saint-Laurent ». [En ligne]. [<http://www.ec.gc.ca/stl/default.asp?lang=Fr&n=432B8619-1>]. Page consultée le 3 avril 2014.
- 20 – ÉCORESSOURCES. 2013. *Analyse économique des impacts des changements climatiques sur les étiages et leurs conséquences sur divers usages de l'eau dans le bassin versant de la rivière*

- Yamaska. Document réalisé pour Ouranos, 103 p. [En ligne].  
[[http://www.ouranos.ca/media/publication/275\\_RapportNolet2013.pdf](http://www.ouranos.ca/media/publication/275_RapportNolet2013.pdf)].
- 21 – STATISTIQUE CANADA. 2012. *Le transport maritime au Canada 2010*. Gouvernement du Canada, 192 p. [<http://www.statcan.gc.ca/pub/54-205-x/54-205-x2010000-fra.pdf>].
- 22 – LES CONSEILLERS ADEC INC. 2012. *Étude de l'impact économique de l'industrie maritime au Québec*. Société de développement économique du Saint-Laurent et ministère des Transports du Québec, 76 p. [En ligne].  
[[http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/Librairie/Publications/fr/maritime/sodes\\_rapport.pdf](http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/Librairie/Publications/fr/maritime/sodes_rapport.pdf)].
- 23 – COMITÉ DE CONCERTATION NAVIGATION DE SAINT-LAURENT VISION 2000. 2004. *Stratégie de navigation durable pour le Saint-Laurent*. Ministère des Transports du Québec et Pêches et Océans Canada, 111 p. [En ligne]. [[http://www.st-laurent.org/sites/default/files/publications/strategie\\_navigation\\_durable.pdf](http://www.st-laurent.org/sites/default/files/publications/strategie_navigation_durable.pdf)].
- 24 – PÊCHES ET OCÉANS CANADA. « Références verticales ». [En ligne].  
[<http://www.tides.gc.ca/fra/info/referencesverticales>]. Page consultée le 5 février 2014.
- 25 – CANTIN, J.-F., et A. BOUCHARD. 2002. *L'évolution des niveaux et débits du fleuve*. Fiche issue du « Programme de suivi de l'état du Saint-Laurent ». Gouvernement du Canada et gouvernement du Québec, 8 p. [En ligne].  
[[http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/site\\_documents/documents/SESL/Niveaux\\_debits\\_2002\\_f.pdf](http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/site_documents/documents/SESL/Niveaux_debits_2002_f.pdf)].
- 26 – LEFAIVRE, D. 2010. « Niveaux d'eau exceptionnellement bas dans le Saint-Laurent ». *Infocéans – Bulletin d'information de la région du Québec*, vol. 13, no 4, p. 1. [En ligne].  
[<http://www.qc.dfo-mpo.gc.ca/infoceans/201008/INFOCEANS-fra.pdf>].
- 27 – MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC. « Niveaux d'eau du Saint-Laurent ». [En ligne].  
[[http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/ministere/ministere/environnement/changements\\_climatiques/adapter\\_transports\\_impacts\\_changements\\_climatiques/niveaux\\_eau\\_saint-laurent](http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/ministere/ministere/environnement/changements_climatiques/adapter_transports_impacts_changements_climatiques/niveaux_eau_saint-laurent)]. Page consultée le 30 juillet 2013.
- 28 – GROUPE D'ÉTUDE INTERNATIONAL SUR LE LAC ONTARIO ET LE FLEUVE SAINT-LAURENT. « Navigation commerciale ». [En ligne]. [<http://www.losl.org/twg/navigation-f.html>]. Page consultée le 30 juillet 2013.
- 29 – D'ARCY, P., J.-F. BIBEAULT et R. RAFFA. 2005. *Changements climatiques et transport maritime sur le Saint-Laurent : Étude exploratoire d'options d'adaptation*. Document présenté au Comité de concertation navigation du Plan d'action Saint-Laurent, 140 p. [En ligne].  
[[http://www.ouranos.ca/media/publication/21\\_Rapport\\_Darcy\\_eau\\_2005.pdf](http://www.ouranos.ca/media/publication/21_Rapport_Darcy_eau_2005.pdf)].
- 30 – PARENT, A.-C., et F. ANCTIL. 2012. *Pour des mesures de conservation et d'utilisation efficace de l'eau adaptable aux changements climatiques pour le bassin du fleuve Saint-Laurent*. Université Laval, 191 p. [En ligne].  
[[http://www.ouranos.ca/media/publication/180\\_RapportAnctil2012.pdf](http://www.ouranos.ca/media/publication/180_RapportAnctil2012.pdf)].
- 31 – MOULTON, R. J., et D. R. CUTHBERT. 2000. « Cumulative Impacts/Risk Assessment of Water Removal or Loss from the Great Lakes–St. Lawrence River System ». *Revue canadienne des ressources hydriques*, vol. 25, no 2, p. 181-208. [En ligne].  
[<http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.4296/cwrj2502181>].

- 32 – BOURQUE, A., et G. SIMONET. 2008. « Chapitre 5 – Québec », p. 171-226. Dans *Vivre avec les changements climatiques au Canada : édition 2007*. Lemmen, D.S., F.J. Warren, J. Lacroix et E. Bush (éditeurs). Gouvernement du Canada. [En ligne].  
[[http://www.ouranos.ca/fr/pdf/ouranos\\_chapitre-quebec\\_vivreaveclescc\\_fr.pdf](http://www.ouranos.ca/fr/pdf/ouranos_chapitre-quebec_vivreaveclescc_fr.pdf)].
- 33 – DUBOIS, J.-M., P. BERNATCHEZ, J.-D. BOUCHARD, B. DAIGNEAULT, D. CAYER et S. DUGAS. 2005. *Évaluation du risque d'érosion du littoral de la Côte-Nord du Saint-Laurent pour la période de 1996-2003*. Conférence régionale des élus de la Côte-Nord, 291 p. et 5 annexes.
- 34 – BERNATCHEZ, P., G. BOUCHER-BROSSARD et M. SIGOUIN-CANTIN. 2012. *Contribution des archives à l'étude des événements météorologiques et géomorphologiques causant des dommages aux côtes du Québec maritime et analyse des tendances, des fréquences et des temps de retour des conditions météo-marines extrêmes*. Rapport présenté au ministère de la Sécurité publique du Québec. Université du Québec à Rimouski, Chaire de recherche en géoscience côtière, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, 140 p.
- 35 – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATIC CHANGE. 2013. « Summary for Policymakers », p. 3-29. Dans *Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex et P.M. Midgley (éditeurs). Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni, et New York, É.-U. [En ligne].  
[[http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5\\_SPM\\_FINAL.pdf](http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_SPM_FINAL.pdf)].
- 36 – SÉCURITÉ PUBLIQUE CANADA. « Base de données canadienne sur les catastrophes ». [En ligne]. [<http://bdc.securitepublique.gc.ca/srchpg-fra.aspx?dynamic=false>]. Page consultée le 14 janvier 2014./p>
- 37 – ORGANISATION DE LA SÉCURITÉ CIVILE DU QUÉBEC. 2008. *Rapport d'événement : Gaspé 2007 « Une nouvelle expérience, une nouvelle référence »*. Ministère de la Sécurité publique, 14 p. [En ligne].  
[[http://www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/securite\\_civile/publications/evnement\\_gaspe/gaspesie.pdf](http://www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/securite_civile/publications/evnement_gaspe/gaspesie.pdf)].
- 38 – PROGRAMME DE MISE EN VALEUR DU LAC CHAMPLAIN. 2013. *Résilience aux inondations dans le bassin du lac Champlain et la rivière Richelieu*. 109 p. [En ligne].  
[[http://www.lcbp.org/wp-content/uploads/2013/04/FloodReport2013\\_fr.pdf](http://www.lcbp.org/wp-content/uploads/2013/04/FloodReport2013_fr.pdf)].
- 39 – D'HALEWYN, M.-A., J.-M. LECLERC, N. KING, M. BÉLANGER, M. LEGRIS et Y. FRENETTE. 2002. *Les risques à la santé associés à la présence de moisissures en milieu intérieur*. Institut national de santé publique du Québec, 166 p. [En ligne].  
[[http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/126\\_RisquesMoisissuresMilieuInterieur.pdf](http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/126_RisquesMoisissuresMilieuInterieur.pdf)].
- 40 – INSTITUT NATIONAL DE SANTÉ PUBLIQUE DU QUÉBEC. 2006. *Événements climatiques extrêmes et santé : examen des initiatives actuelles d'adaptation aux changements climatiques au Québec*. Gouvernement du Québec, 27 p. [En ligne].  
[[http://www.ouranos.ca/media/publication/41\\_Feuillet\\_INSPQ\\_Evenements20Extremes\\_Adaptations\\_Oct\\_2006.pdf](http://www.ouranos.ca/media/publication/41_Feuillet_INSPQ_Evenements20Extremes_Adaptations_Oct_2006.pdf)].
- 41 – AGENCE DE LA SANTÉ PUBLIQUE DU CANADA. « Fiche d'informations sur les changements climatiques et la santé publique ». [En ligne]. [<http://www.phac-aspc.gc.ca/hp-ps/eph-esp/fs-fi-d-fra.php>]. Page consultée le 8 octobre 2013.

- 42 – ENVIRONNEMENT CANADA. « La cause des inondations ». [En ligne]. [<http://www.ec.gc.ca/eau-water/default.asp?lang=Fr&n=E7EF8E56-1>]. Page consultée le 13 mars 2014.
- 43 – GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. 2013. *Rapport d'événement : Inondations printanières Montérégie 2011*. Ministère de la Sécurité publique, Direction générale de la sécurité civile et de la sécurité incendie, Direction de la prévention et de la planification, 19 p. [En ligne]. [[http://www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/securite\\_civile/inondations\\_monteregie\\_2011/rapport\\_evenement\\_inondations\\_monteregie.pdf](http://www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/securite_civile/inondations_monteregie_2011/rapport_evenement_inondations_monteregie.pdf)].
- 44 – ENVIRONNEMENT CANADA. « Les dix événements météorologiques les plus marquants au Canada en 2011 ». [En ligne]. [<http://ec.gc.ca/meteo-weather/default.asp?lang=Fr&n=8E2C07A1-1>]. Page consultée le 1er novembre 2012.
- 45 – GOUVERNEMENT DU CANADA. 2006. *Mieux comprendre les enjeux en santé environnementale pour mieux communiquer : Inondation et érosion des berges*. Fiche d'information thématique. Santé Canada, Environnement Canada et Stratégie Saint-Laurent, 2 p. [En ligne]. [[http://strategiessl.qc.ca/df/formation\\_sante\\_inondationserosion.pdf](http://strategiessl.qc.ca/df/formation_sante_inondationserosion.pdf)].
- 46 – Informations fournies pour le rapport en 2014 par le ministère de la Sécurité publique, Direction de la prévention et de la planification.

### Que fait-on pour y remédier?

- 1 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. « Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines ». [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/souterraines/programmes/acquisition-connaissance.htm>]. Page consultée le 30 avril 2013.
- 2 – ENVIRONNEMENT CANADA. « Données hydrométriques ». [En ligne]. [<http://www.wsc.ec.gc.ca/applications/H2O/index-fra.cfm?stype=station>]. Page consultée le 23 janvier 2014.
- 3 – Informations fournies pour le rapport en 2014 par Environnement Canada, Service météorologique du Canada, Section Hydrologie et Écohydraulique.
- 4 – PÊCHES ET OCÉANS CANADA. « Marées, courants et niveaux d'eau ». [En ligne]. [<http://www.tides.gc.ca/fra/trouver/region/4>]. Page consultée le 23 janvier 2014.
- 5 – OBSERVATOIRE GLOBAL DU SAINT-LAURENT. « Prévisions océaniques ». [En ligne]. [<http://ogsl.ca/ocean/>]. Page consultée le 10 février 2014.
- 6 – Informations fournies pour le rapport en 2013 par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Centre d'expertise hydrique du Québec, Direction de la sécurité des barrages.
- 7 – CENTRE D'EXPERTISE HYDRIQUE DU QUÉBEC. « Répertoire des barrages ». [En ligne]. [[http://www.cehq.gouv.qc.ca/depot/Barrages/bd/repertoire\\_des\\_barrages.xls](http://www.cehq.gouv.qc.ca/depot/Barrages/bd/repertoire_des_barrages.xls)]. Page consultée le 21 mai 2013.
- 8 – COMMISSION MIXTE INTERNATIONALE. « Plan 2014 : Régularisation du Lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent ». [En ligne]. [<http://www.ijc.org/fr/Plan2014>]. Page consultée le 25 juin 2014.

- 9 – STATISTIQUE CANADA. 2012. *Utilisation industrielle de l'eau – 2009 : mise à jour*. Gouvernement du Canada, 66 p. et annexes. [En ligne]. [<http://www.statcan.gc.ca/pub/16-401-x/16-401-x2012001-fra.pdf>].
- 10 – GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. 2011. *Stratégie québécoise d'économie d'eau potable : Je consomme eautrement!* Gouvernement du Québec, 36 p. [En ligne]. [[http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/grands\\_dossiers/strategie\\_eau/strategie\\_eau\\_potable.pdf](http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/grands_dossiers/strategie_eau/strategie_eau_potable.pdf)].
- 11 – Entente sur les ressources en eaux durables des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent. 2005.
- 12 – MINISTÈRE DES AFFAIRES MUNICIPALES, DES RÉGIONS ET DE L'OCCUPATION DU TERRITOIRE. 2013. *Rapport annuel de l'usage de l'eau potable 2012 : Stratégie québécoise d'économie d'eau potable*. Gouvernement du Québec, Feuillet 1. [En ligne]. [[http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/grands\\_dossiers/strategie\\_eau/rapport\\_annuel\\_SEEP.xls](http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/grands_dossiers/strategie_eau/rapport_annuel_SEEP.xls)].
- 13 – STATISTIQUE CANADA. 2013. *Enquête sur les usines de traitement de l'eau potable 2011*. Gouvernement du Canada, 59 p. [En ligne]. [<http://www.statcan.gc.ca/pub/16-403-x/16-403-x2013001-fra.pdf>].
- 14 – CENTRE D'EXPERTISE HYDRIQUE DU QUÉBEC. « Zones inondables – Réalisations par le gouvernement du Québec ». [En ligne]. [<http://www.cehq.gouv.qc.ca/zones-inond/realisations-Qc.htm>]. Page consultée le 9 janvier 2014.
- 15 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. 2013. *Guide d'interprétation : Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Direction des politiques de l'eau, 131 p. [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/Eau/rives/guide-interpretationPPRLPI.pdf>].
- 16 – MINISTÈRE DE LA SÉCURITÉ PUBLIQUE. 2013. « Ville de Bonaventure : Une nouvelle cartographie des zones inondables et des zones de submersion ». *InterAction – Bulletin d'information*, vol. 4, no 2, p. 10-11. [En ligne]. [[http://www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/securite\\_civile/inter\\_action/2013/inter-action\\_vol4\\_no2\\_automne2013.pdf](http://www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/securite_civile/inter_action/2013/inter-action_vol4_no2_automne2013.pdf)].
- 17 – LELIÉVRE, M.-A., T. BUFFIN-BÉLANGER et F. MORNEAU. 2008. « L'approche hydrogéomorphologique pour la cartographie des zones à risque d'inondation dans les vallées de petites et moyennes tailles : un exemple commenté pour la vallée de Rivière-au-Renard ». Dans *Comptes rendus de la 4e Conférence canadienne sur les géorisques : des causes à la gestion*. J. Locat, D. Perret, D. Turmel, D. Demers et S. Leroueil, Québec, Presse de l'Université Laval, 594 p. [<http://www.saguenay.ggl.ulaval.ca/geohazard/alea/lelievre.pdf>].
- 18 – MORNEAU, F., T. BUFFIN-BÉLANGER, S. DEMERS, T. OLSEN, J. DUBÉ et M.-A. ROY. 2012. *Cartographie des risques fluviaux dans la vallée de la rivière Matane : Recueil cartographique*. 93 p.
- 19 – DEMERS, S., T. OLSEN, T. BUFFIN-BÉLANGER, J.-P. MARCHAND, P. M. BIRON et F. MORNEAU. 2014. « L'hydrogéomorphologie appliquée à la gestion de l'aléa d'inondation en climat tempéré froid : l'exemple de la rivière Matane (Québec) ». *Physio-Géo*, vol. 8. [En ligne]. [<http://physio-geo.revues.org/3813#text>]. Page consultée le 2 avril 2014.

- 20 – MINISTÈRE DE LA SÉCURITÉ PUBLIQUE. 2013. « Cadre de prévention des principaux risques naturels 2006-2013 : Un bilan des travaux mis en œuvre ». *InterAction – Bulletin d'information*, vol. 4, no 2, p. 8-9. [En ligne].  
[[http://www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/securite\\_civile/inter\\_action/2013/inter-action\\_vol4\\_no2\\_automne2013.pdf](http://www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/securite_civile/inter_action/2013/inter-action_vol4_no2_automne2013.pdf)].
- 21 – DEMERS, S., J. DUBÉ, T. OLSEN, T. BUFFIN-BÉLANGER et F. MORNEAU. 2009. *Cartographie hydrogéomorphologique pour l'évaluation des aléas fluviaux dans la vallée de la rivière Cap-Chat et de la rivière Verte*. Rapport présenté au ministère de la Sécurité publique. Université du Québec à Rimouski, 70 p.
- 22 – OLSEN, T., S. DEMERS, J. DUBÉ, T. BUFFIN-BÉLANGER et F. MORNEAU. 2011. *Cartographie des aléas fluviaux dans la vallée de la rivière Matane par l'approche hydrogéomorphologique*. Volume 1 : Guide d'interprétation. Rapport présenté au ministère de la Sécurité publique. Université du Québec à Rimouski, 21 p. et 104 cartes.
- 23 – BIRON, P., T. BUFFIN-BÉLANGER, M. LAROCQUE, S. DEMERS, T. OLSEN, M.-A. OUELLET, G. CHONÉ, C.-A. CLOUTIER et M. NEEDELMAN. 2013. *Espace de liberté : un cadre de gestion intégrée pour la conservation des cours d'eau dans un contexte de changements climatiques*. Université Concordia et Ouranos, 167 p. [En ligne].  
[[http://www.ouranos.ca/media/publication/299\\_RapportBironetal2013.pdf](http://www.ouranos.ca/media/publication/299_RapportBironetal2013.pdf)]
- 24 – CENTRE D'EXPERTISE HYDRIQUE DU QUÉBEC. 2014 (en préparation). *Détermination des zones inondables par une approche combinée, rivière de la Fourche, Municipalités d'Armagh et de Notre-Dame-Auxiliatrice-de-Buckland*.
- 25 – Informations fournies pour le rapport en 2014 par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Centre d'expertise hydrique du Québec, Direction de l'expertise hydrique, Service de l'hydrologie et de l'hydraulique.
- 26 – MINISTÈRE DE LA SÉCURITÉ PUBLIQUE. « Ressources gouvernementales ». [En ligne].  
[<http://www.securitepublique.gouv.qc.ca/securite-civile/securite-civile-quebec/qui-fait-quoi/ressources-gouv-qui-fait-quoi.html>]. Page consultée le 7 février 2014.
- 27 – MINISTÈRE DE LA SÉCURITÉ PUBLIQUE. « Programmes d'aide financière aux sinistrés ». [En ligne].  
[<http://www.securitepublique.gouv.qc.ca/securite-civile/aide-financiere-sinistres/programmes-aide-sinistres.html>]. Page consultée le 7 février 2014.
- 28 – OOURANOS. 2010. *Savoir s'adapter aux changements climatiques*. Consortium sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques, 128 p. [En ligne].  
[[http://www.ouranos.ca/fr/pdf/53\\_sccc\\_21\\_06\\_lr.pdf](http://www.ouranos.ca/fr/pdf/53_sccc_21_06_lr.pdf)].
- 29 – CYR, J.-F. 2012. « Impacts potentiels des changements climatiques sur les événements hydrologiques extrêmes : sévérité des étiages et risques de crues ». Présentation au Colloque en agroclimatologie tenu à Drummondville, le 7 mars 2012. Centre de référence en agriculture et en agroalimentaire du Québec, 22 p. [En ligne].  
[[http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/Cyr\\_Jean\\_Fr.pdf](http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/Cyr_Jean_Fr.pdf)]

## La qualité d'eau

Quelle est la situation et quelles sont les causes?

### La qualité de l'eau des lacs

- 1 – DUPONT, J. 2004. *La problématique des lacs acides au Québec*. Ministère de l'Environnement, Direction du suivi de l'état de l'environnement, 18 p. [En ligne].  
[\[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco\\_aqua/lacs\\_acides/2004/lacs-acides-Qc.pdf\]](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/lacs_acides/2004/lacs-acides-Qc.pdf).
- 2 – Informations fournies pour le rapport en 2014 par Environnement Canada, Direction générale des sciences et de la technologie, Science et technologie – Eau, Division de la recherche sur les contaminants aquatiques.
- 3 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES. « Banque de données sur la qualité du milieu aquatique (BQMA) ». Direction du suivi de l'état de l'environnement. Banque de données consultée le 12 mai 2014.
- 4 – ENVIRONNEMENT CANADA. 2004. *Évaluation scientifique 2004 des dépôts acides au Canada*. Service météorologique du Canada, 440 p. [En ligne].  
[\[http://publications.gc.ca/collections/Collection/En4-46-2004F.pdf\]](http://publications.gc.ca/collections/Collection/En4-46-2004F.pdf).
- 5 – LÉGARÉ, S., P. LABONTÉ et L. CHAMPOUX. 2008. « Impacts des précipitations acides sur la faune benthique des lacs québécois ». *Le naturaliste canadien*, vol. 132, no 2, p. 67-74.
- 6 – COMMISSION MIXTE INTERNATIONALE. 2012. *Accord sur la qualité de l'air – Rapport d'étape 2012*. Gouvernement du Canada, 94 p. [En ligne].  
[\[https://www.ec.gc.ca/Publications/D9D6380B-4834-41C4-9D36-B6E3348F1A39/AccordCanadaEtatsUnisSurLaQualiteDeLairRapportDetape2012.pdf\]](https://www.ec.gc.ca/Publications/D9D6380B-4834-41C4-9D36-B6E3348F1A39/AccordCanadaEtatsUnisSurLaQualiteDeLairRapportDetape2012.pdf).
- 7 – GLEN CORE XSTRATA. « Fonderie Horne : L'acide sulfurique ». [En ligne].  
[\[http://www.fonderiehorne.ca/FR/aproposdenous/Pages/Lacidesulfurique.aspx\]](http://www.fonderiehorne.ca/FR/aproposdenous/Pages/Lacidesulfurique.aspx). Page consultée le 22 avril 2014.
- 8 – DUPONT, J. 2004. *Projet Noranda phase IV : Évolution récente de l'acidité des lacs de l'Ouest québécois*. Ministère de l'Environnement, Direction du suivi de l'état de l'environnement, 26 p. et 4 annexes. [En ligne].  
[\[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco\\_aqua/noranda/Noranda.pdf\]](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/noranda/Noranda.pdf).
- 9 – KERNAN, M., R. W. BATTARBEE et B. R. MOSS. 2010. *Climate Change Impacts on Freshwater Ecosystems*. Wiley-Blackwell, 328 p.
- 10 – Informations fournies pour le rapport en 2013 par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Service de l'information sur les milieux aquatiques.
- 11 – KALFF, J. 2002. *Limnology : inland water ecosystems*. Prentice Hall Inc., New Jersey, 592 p.
- 12 – OURANOS. 2010. *Savoir s'adapter aux changements climatiques*. Consortium sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques, 128 p. [En ligne].  
[\[http://www.ouranos.ca/fr/pdf/53\\_sccc\\_21\\_06\\_lr.pdf\]](http://www.ouranos.ca/fr/pdf/53_sccc_21_06_lr.pdf).
- 13 – VINCENT, W. F. 2009. « Effects of climate change on lakes ». Dans *Encyclopedia of Inland Waters vol. 3*. Likens, G. E. (éditeur), Elsevier, Oxford, Royaume-Uni, p.55-60.

14 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS. 2012. *Portrait de la qualité des eaux de surface au Québec 1999-2008*. Direction du suivi de l'état de l'environnement, 97 p. [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/portrait/eaux-surface1999-2008/>]

15 – LAVOIE, I., I. LAURION, A. WARREN et W. F. VINCENT. 2007. *Les fleurs d'eau de cyanobactéries : revue de littérature*. Institut national de recherche scientifique, 124 p. [En ligne]. [[http://www1.ete.inrs.ca/doc/Cyanobacteries\\_revue\\_litterature.pdf](http://www1.ete.inrs.ca/doc/Cyanobacteries_revue_litterature.pdf)].

16 – SANTÉ CANADA. « Les algues bleues (cyanobactéries) et leurs toxines ». [En ligne]. [<http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/cyanobacter-fra.php>]. Page consultée le 13 mai 2014.

### **La qualité de l'eau des rivières et du fleuve Saint-Laurent**

1 – HÉBERT, S. 1997. *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, 20 p. et 4 annexes. [En ligne]. [[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco\\_aqua/rivieres/indice/IQBP.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/rivieres/indice/IQBP.pdf)].

2 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES. « Critères de qualité de l'eau de surface ». [En ligne]. [[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/criteres\\_eau/index.asp](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.asp)]. Page consultée le 27 mai 2014.

3 – Informations fournies pour le rapport en 2013 par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Service de l'information sur les milieux aquatiques.

4 – MINISTÈRE DES AFFAIRES MUNICIPALES, DES RÉGIONS ET DE L'OCCUPATION DU TERRITOIRE. 2012. *Ouvrages de surverse et stations d'épuration : Évaluation de performance des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux pour l'année 2011*. Gouvernement du Québec, 41 p. et 11 annexes. [En ligne]. [[http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/infrastructures/suivi\\_ouvrages\\_assainissement\\_eaux/eval\\_perform\\_rapport\\_2011.pdf](http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/infrastructures/suivi_ouvrages_assainissement_eaux/eval_perform_rapport_2011.pdf)].

5 – MINISTÈRE DES AFFAIRES MUNICIPALES, DES RÉGIONS ET DE L'OCCUPATION DU TERRITOIRE. 2011. *Ouvrages de surverse et stations d'épuration : Évaluation de performance des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux pour l'année 2010*. Gouvernement du Québec, 40 p. et 10 annexes. [En ligne]. [[http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/infrastructures/suivi\\_ouvrages\\_assainissement\\_eaux/eval\\_perform\\_rapport\\_2010.pdf](http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/infrastructures/suivi_ouvrages_assainissement_eaux/eval_perform_rapport_2010.pdf)].

6 – MINISTÈRE DES AFFAIRES MUNICIPALES, DES RÉGIONS ET DE L'OCCUPATION DU TERRITOIRE. 2009. *Ouvrages de surverse et stations d'épuration : Évaluation de performance des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux pour l'année 2008*. Gouvernement du Québec, 41 p. et 9 annexes. [En ligne]. [[http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/infrastructures/suivi\\_ouvrages\\_assainissement\\_eaux/eval\\_perform\\_rapport\\_2008.pdf](http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/infrastructures/suivi_ouvrages_assainissement_eaux/eval_perform_rapport_2008.pdf)].

7 – MINISTÈRE DES AFFAIRES MUNICIPALES, DES RÉGIONS ET DE L'OCCUPATION DU TERRITOIRE. 2008. *Ouvrages de surverse et stations d'épuration : Évaluation de performance des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux pour l'année 2007*. Gouvernement du Québec, 37 p. et 9 annexes. [En ligne].

[[http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/infrastructures/suivi\\_ouvrages\\_assainissement\\_eaux/eval\\_perform\\_rapport\\_2007.pdf](http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/infrastructures/suivi_ouvrages_assainissement_eaux/eval_perform_rapport_2007.pdf)].

8 – ROUSSEAU, A. N., A. MAILHOT, M. SLIVITZKY, J.-P. VILLENEUVE, M. J. RODRIGUEZ et A. BOURQUE. 2004. « Usages et approvisionnement en eau dans le sud du Québec : Niveau des connaissances et axes de recherche à privilégier dans une perspective de changements climatiques ». *Canadian Water Resources Journal*, vol. 29, no 2, p. 121-134. [En ligne]. [<http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.4296/cwrj121>].

9 – MINISTÈRE DES AFFAIRES MUNICIPALES, DES RÉGIONS ET DE L'OCCUPATION DU TERRITOIRE. 2010. *Ouvrages de surverse et stations d'épuration : Évaluation de performance des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux pour l'année 2009*. Gouvernement du Québec, 45 p. et 9 annexes. [En ligne]. [[http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/infrastructures/suivi\\_ouvrages\\_assainissement\\_eaux/eval\\_perform\\_rapport\\_2009.pdf](http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/infrastructures/suivi_ouvrages_assainissement_eaux/eval_perform_rapport_2009.pdf)].

10 – OURANOS. 2010. *Savoir s'adapter aux changements climatiques*. Consortium sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques, 128 p. [En ligne]. [[http://www.ouranos.ca/fr/pdf/53\\_sccc\\_21\\_06\\_lr.pdf](http://www.ouranos.ca/fr/pdf/53_sccc_21_06_lr.pdf)].

11 – FORTIER, C. 2013. *Impact des changements climatiques sur les débordements des réseaux d'égouts unitaires*. Université du Québec, Institut national de la recherche scientifique – Centre Eau Terre Environnement. Mémoire présenté pour l'obtention du grade de maîtrise en sciences de l'eau, 125 p. et 6 annexes.

12 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. « Foire aux questions : Le Règlement sur les exploitations agricoles (REA) ». [En ligne]. [[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/milieu\\_agri/agricole/faq.htm](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/milieu_agri/agricole/faq.htm)]. Page consultée le 27 mai 2013.

13 – BLAIS, S., M. PATOINE, M. SIMONEAU et Y. RICHARD. 2003. « Le phosphore en milieu aquatique dans les agroécosystèmes ». Dans *Colloque sur le phosphore : Une gestion éclairée (2<sup>e</sup>)*, tenu à Drummondville le 22 janvier 2003, Ordre des agronomes du Québec, 19 p.

14 – CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DE L'ENVIRONNEMENT. « Phosphore ». [En ligne]. [<http://www.ccme.ca/sourcetotap/phosphorus.fr.html>]. Page consultée le 15 avril 2014.

15 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS. 2011. *Lignes directrices applicables à l'industrie agroalimentaire hors réseau*. Gouvernement du Québec. 73 p. [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/agroalimentaire-hors-reseau/lignes-directrices.pdf>].

16 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS. 2013. *Bilan annuel de conformité environnementale 2011 : Secteur des pâtes et papiers*. Gouvernement du Québec, 7 p. et 9 annexes. [En ligne]. [[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/milieu\\_ind/bilans/pates2011/bilan2011.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/milieu_ind/bilans/pates2011/bilan2011.pdf)].

17 – BIRD, D., A. PANNARD, Y. PRAIRIE et P. CHEVALIER. 2009. *Changements climatiques au Québec méridional : Conséquence des changements climatiques sur le comportement et la prolifération des cyanobactéries au Québec – Résumé*. Institut national de santé publique du Québec, 11 p. [En ligne]. [<http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/bs1947479>].

18 – MINISTÈRE DES AFFAIRES MUNICIPALES ET DE L'OCCUPATION DU TERRITOIRE. « Suivi des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux (SOMAE) ». Direction des infrastructures. Base de données consultée le 3 juin 2013.

- 19 – RONDEAU, B., D. COSSA, P. GAGNON et L. BILODEAU. 2000. « Budget and sources of suspended sediment transported in the St. Lawrence River, Canada ». *Hydrological Processes*, vol. 14, no 1, p. 21-36.
- 20 – GORSE, I. et C. BALG. 2013. *Bilan des ventes de pesticides au Québec pour l'année 2010*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, 65 p. [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/pesticides/bilan/bilan2010.pdf>].
- 21 – GIROUX, I., C. ROBERT et N. DASSYLVA. 2006. *Présence de pesticides dans l'eau au Québec : bilan dans des cours d'eau de zones en 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, 57 p. et 5 annexes. [En ligne]. [[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/pesticides/mais\\_soya/P1-pesticides-mais-soya-2002-2004.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/pesticides/mais_soya/P1-pesticides-mais-soya-2002-2004.pdf)].
- 22 – LEMIRE, P., E. MASSICOTTE, L. ROBITAILLE, A.-M. ROY, J.-J. GRAND et M.-C. RIOUX. 2014. *Profil sectoriel de l'industrie bioalimentaire au Québec – Édition 2013*. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Institut de la statistique du Québec, 132 p. [En ligne]. [<http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/agriculture/profil-bioalimentaire2013.pdf>].
- 23 – ENVIRONNEMENT CANADA. « Suivi de la qualité de l'eau du Saint-Laurent ». [En ligne]. [<http://www.ec.gc.ca/stl/default.asp?lang=Fr&n=ECB00D30-1>]. Page consultée le 19 juillet 2014.
- 24 – 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*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, 46 p. et 3 annexes. [En ligne]. [[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/pesticides/mais\\_soya/bilan-4coursdeau-2008-2009-2010.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/pesticides/mais_soya/bilan-4coursdeau-2008-2009-2010.pdf)].
- 25 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS. 2012. *Portrait de la qualité des eaux de surface au Québec 1999-2008*. Direction du suivi de l'état de l'environnement, 97 p. [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/portrait/eaux-surface1999-2008/>].
- 26 – TRUDEAU, V., M. RONDEAU et A. SIMARD. 2010. *Pesticides aux embouchures de tributaires du lac Saint-Pierre (2003-2008)*. Environnement Canada, Direction des sciences et de la technologie de l'eau, Monitoring et surveillance de la qualité de l'eau au Québec, 62 p. [En ligne]. [<http://www.ec.gc.ca/Publications/8DF6C93B-DD04-4BC1-965D-440C4DF98599%5CPesticidesAuxEmbouchuresTributairesLacStPierre20032008.pdf>].
- 27 – 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, 76 p. [En ligne]. [[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/pesticides/mais\\_soya/rapport-mais-soya05-06-07.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/pesticides/mais_soya/rapport-mais-soya05-06-07.pdf)].
- 28 – RONDEAU, B. 2005. *La qualité de l'eau du secteur fluvial : la contamination par les toxiques – 2<sup>e</sup> édition*. Fiche issue du « Programme de suivi de l'état du Saint-Laurent ». Gouvernement du Canada et gouvernement du Québec, 6 p. [En ligne]. [[http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/publications/fiches\\_indicateurs/qualite\\_eau\\_toxique\\_2005\\_f.pdf](http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/publications/fiches_indicateurs/qualite_eau_toxique_2005_f.pdf)].

- 29 – OFFICE NATIONAL DE L'EAU ET DES MILIEUX AQUATIQUES et INERIS. 2009. *Les substances émergentes dans l'environnement : Note de synthèse sur l'état de l'art concernant les produits pharmaceutiques, les cosmétiques et les produits d'hygiène corporelle*. Convention de partenariat ONEMA-INERIS, 41 p. et 4 annexes. [En ligne].  
[[http://www.onema.fr/IMG/pdf/R\\_09\\_06381C\\_Action29\\_final.pdf](http://www.onema.fr/IMG/pdf/R_09_06381C_Action29_final.pdf)].
- 30 – CONSEIL CANADIEN DES MINISTRE DE L'ENVIRONNEMENT (CCME). 2001. « Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life: Nonylphenol and its ethoxylates ». *Canadian Environmental Quality Guidelines, 1999*, Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME), Winnipeg, 8 p.
- 31 – ENVIRONNEMENT CANADA. 2004. *Stratégie de gestion du risque concernant le nonylphénol et ses dérivés éthoxylés en vertu de la LCPE (1999)*. 12 p. [En ligne].  
[[http://publications.gc.ca/collections/collection\\_2014/ec/En14-139-2004-fra.pdf](http://publications.gc.ca/collections/collection_2014/ec/En14-139-2004-fra.pdf)].
- 32 – ENVIRONNEMENT CANADA. « Nonylphénols et ses dérivés éthoxylés ». [En ligne].  
[<http://www.ec.gc.ca/toxiques-toxics/Default.asp?lang=Fr&n=98E80CC6-1&xml=8DD95B0E-9364-4BBE-A5F4-D93D8AADEE3E>]. Page consultée le 15 mai 2013.
- 33 – BERRYMAN, D., J. BEAUDOIN, S. CLOUTIER, D. LALIBERTÉ, F. MESSIER, H. TREMBLAY et A. D. MOISSA. 2009. *Les polybromodiphényléthers (PBDE) dans quelques cours d'eau du Québec méridional et dans l'eau de consommation produite à deux stations de traitement d'eau potable*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, 18 p. et 3 annexes. [En ligne].  
[[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco\\_aqua/toxique/Rapport\\_PBDE.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/toxique/Rapport_PBDE.pdf)].
- 34 – LALIBERTÉ, D. 2011. *Teneurs en polybromodiphényléthers (PBDE) dans les poissons du fleuve Saint-Laurent et des lacs et rivières du Québec (2002-2008)*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, 48 p. [En ligne]. [[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco\\_aqua/toxique/pbde2002-2008/rapport.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/toxique/pbde2002-2008/rapport.pdf)].
- 35 – GOUVERNEMENT DU CANADA. « Polybromodiphényléthers (PBDE) ». [En ligne].  
[<http://www.chemicalsubstanceschimiques.gc.ca/fact-fait/pbde-fra.php>]. Page consultée le 14 mai 2013.
- 36 – PELLETIER, M. 2009. *Suivi de la qualité des sédiments au lac Saint-Louis*. Environnement Canada, Direction des sciences et de la technologie de l'eau, Monitoring et surveillance de la qualité de l'eau au Québec, 116 p.
- 37 – PELLETIER, M. 2008. *Évolution spatiale et temporelle de la dynamique et de la géochimie des sédiments du lac Saint-Pierre*. Environnement Canada, Direction des sciences et de la technologie de l'eau, Monitoring et surveillance de la qualité de l'eau au Québec, 94 p. et 2 annexes.
- 38 – PELLETIER, M. 2010. *Suivi de la qualité des sédiments au lac Saint-François*. Environnement Canada, Direction générale des sciences et de la technologie, Monitoring et surveillance de la qualité de l'eau au Québec, 67 p.
- 39 – ENVIRONNEMENT CANADA. « La qualité des sédiments du Saint-Laurent ». [En ligne].  
[<http://www.ec.gc.ca/stl/default.asp?lang=Fr&n=9BBD091A-1>]. Page consultée le 14 mai 2013.
- 40 – PELLETIER, M., et M. RONDEAU. 2013. *Les polybromodiphényléthers (PBDE) dans les matières en suspension et les sédiments du fleuve Saint-Laurent*. Fiche issue du « Programme de

suivi de l'état du Saint-Laurent ». Gouvernement du Canada et gouvernement du Québec, 12 p. [En ligne]. [[http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/site\\_documents/documents/SESL/PBDE\\_f.pdf](http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/site_documents/documents/SESL/PBDE_f.pdf)].

### **La qualité de l'eau de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent**

1 – PÊCHES ET OCÉANS CANADA. « La marée rouge de 2008 : une mortalité faunique record ». [En ligne]. [<http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/publications/article/2011/04-05-11-fra.html>]. Page consultée le 14 mai 2013.

2 – PÊCHES ET OCÉANS CANADA. « Floraison d'algues toxiques dans l'estuaire du Saint-Laurent ». [En ligne]. [<http://www.dfo-mpo.gc.ca/media/npress-communique/2008/gr-rq46-fra.htm>]. Page consultée le 15 mai 2013.

3 – DUFOUR, R., H. BENOÎT, M. CASTONGUAY, J. CHASSÉ, L. DEVINE, P. GALBRAITH, M. HARVEY, P. LAROUCHE, S. LESSARD, B. PETRIE, L. SAVARD, C. SAVENKOFF, L. ST-AMAND et M. STARR. 2010. *Rapport sur l'état et les tendances de l'écosystème : écozone de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent*. Pêches et Océans Canada, Secrétariat canadien de consultation scientifique, 187 p. [En ligne]. [[http://www.dfo-mpo.gc.ca/CSAS/Csas/publications/resdocs-docrech/2010/2010\\_030\\_b.pdf](http://www.dfo-mpo.gc.ca/CSAS/Csas/publications/resdocs-docrech/2010/2010_030_b.pdf)].

4 – PÊCHES ET OCÉANS CANADA. « Floraison d'algues toxiques dans l'estuaire du Saint-Laurent : conclusions des experts ». [En ligne]. [<http://www.dfo-mpo.gc.ca/media/back-fiche/2008/algae-algues-fra.htm>]. Page consultée le 15 mai 2013.

5 – WEISE, A. M., M. LEVASSEUR, F. J. SAUCIER, S. SENNEVILLE, E. BONNEAU, S. ROY, G. SAUVÉ, S. MICHAUD et J. FAUCHOT. 2002. « The link between precipitation, river runoff, and blooms of the toxic dinoflagellate *Alexandrium tamarense* in the St. Lawrence ». *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 59, no 3, p. 464-473.

6 – PLAN SAINT-LAURENT. 2009. « L'estuaire retient son souffle ». [En ligne]. [[http://www.planstlaurent.qc.ca/archives/articles/2009/1\\_20090226\\_hypox\\_f.html](http://www.planstlaurent.qc.ca/archives/articles/2009/1_20090226_hypox_f.html)]. Page consultée le 5 décembre 2012.

7 – QUÉBEC OCÉAN. 2011. *Le Saint-Laurent manque d'oxygène*. Université Laval, Groupe interinstitutionnel de recherches océanographiques du Québec, 2 p. [En ligne]. [[http://www.quebec-ocean.ulaval.ca/pdf\\_xls\\_files/Fiche2.pdf](http://www.quebec-ocean.ulaval.ca/pdf_xls_files/Fiche2.pdf)].

8 – GILBERT, D., D. CHABOT, P. ARCHAMBAULT, B. RONDEAU et S. HÉBERT. 2007. « Appauvrissement en oxygène dans les eaux profondes du Saint-Laurent marin : causes possibles et impacts écologiques ». *Le naturaliste canadien*, vol. 131, no 1, p. 67-75. [En ligne]. [[http://www.provancher.qc.ca/upload/file/131\\_1%20p%2067-75\(1\).pdf](http://www.provancher.qc.ca/upload/file/131_1%20p%2067-75(1).pdf)].

9 – BENOÎT, H. P., J. A. GAGNÉ, C. SAVENKOFF, P. OUELLET et M.-N. BOURRASSA (éd.). 2012. *Rapport sur l'état des océans pour la zone de gestion intégrée du golfe du Saint-Laurent (GIGSL)*. Pêches et Océans Canada, Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques 2986, 79 p. [En ligne]. [<http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/346696.pdf>].

10 – GILBERT, D., B. SUNDBY, C. GOBEIL, A. MUCCI et G.-H. TREMBLAY. 2005. « A seventy-two-year record of diminishing deep-water oxygen in the St. Lawrence estuary: The northwest Atlantic connection ». *Limnology and Oceanography*, vol. 50, no 5, p. 1654-1666. [En ligne]. [[http://gizmo.geotop.uqam.ca/mucciA/Gilbert\\_et\\_al\\_LO\\_2005.pdf](http://gizmo.geotop.uqam.ca/mucciA/Gilbert_et_al_LO_2005.pdf)].

11 – WETZEL, R. G. 2001. *Limnology: Lake and River Ecosystems*, Third Edition. Academic Press, Londres, 1006 p.

12 – BOURGAULT, D., F. CYR, P. S. GALBRAITH et E. PELLETIER. 2012. « Relative importance of pelagic and sediment respiration in causing hypoxia in a deep estuary ». *Journal of Geophysical Research*, vol. 117, C08033, 13 p.

13 – THIBODEAU, B., A. DE VERNAL et A. MUCCI. 2006. « Recent eutrophication and consequent hypoxia in the bottom waters of the Lower St. Lawrence Estuary: Microapaleontological and geochemical evidence ». *Marine Geology*, vol. 231, no 1-4, p. 37-50. [En ligne]. [[http://www.geotop.ca/pdf/devernalA/Thibodeau\\_et\\_al\\_MG\\_2006.pdf](http://www.geotop.ca/pdf/devernalA/Thibodeau_et_al_MG_2006.pdf)].

14 – PÊCHES ET OCÉANS CANADA. « Les zones mortes vont-elles s'étendre dans le fleuve Saint-Laurent? ». [En ligne]. [<http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/publications/article/2005/01-12-2005-fra.htm>]. Page consultée le 14 février 2014.

15 – SABINE, C. L., R. A. FEELY, N. GRUBER, R. M. KEY, K. LEE, J. L. BULLISTER, R. WANNIKHOF, C. S. WONG, D. W. R. WALLACE, B. TILBROOK, F. J. MILLERO, T.-H. PENG, A. KOZYR, T. ONO et A. F. RIOS. 2004. « The Oceanic Sink for Anthropogenic CO<sub>2</sub> ». *Science*, vol. 305, no 5682, p. 367-371.

### **La qualité des nappes d'eau souterraine**

1 – CÔTÉ, M.-J., Y. LACHANCE, C. LAMONTAGNE, M. NASTEV, R. PLAMONDON et N. ROY. 2006. *Atlas du bassin versant de la rivière Châteauguay*. Collaboration étroite avec la Commission géologique du Canada et l'Institut national de la recherche scientifique – Eau, Terre et Environnement. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 64 p.

2 – TALBOT POULIN, M.C., G. COMEAU, Y. TREMBLAY, R. THERRIEN, M.M. NADEAU, J.M. LEMIEUX, J. MOLSON, R. FORTIER, P. THERRIEN, L. LAMARCHE, F. DONATI-DAOUST et S. BÉRUBÉ. 2013. *Projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines du territoire de la Communauté métropolitaine de Québec – Rapport final*. Université Laval, Département de géologie et de génie géologique, 172 p. et 19 annexes.

3 – CERM-PACES. 2013. *Résultats du programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines de la région Saguenay–Lac-Saint-Jean*. Université du Québec à Chicoutimi, Centre d'études sur les ressources minérales, 308 p.

4 – Information fournie pour le rapport en 2013 par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction générale des politiques de l'eau, Direction de l'aménagement et des eaux souterraines.

5 – RESSOURCES NATURELLES CANADA ET INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE. 2008. *Guide méthodologique pour la caractérisation régionale des aquifères granulaires*. Gouvernement du Canada et gouvernement du Québec, 167 p. [En ligne]. [[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/souterraines/aquiferes/guide\\_granulaires.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/souterraines/aquiferes/guide_granulaires.pdf)].

6 – CARRIER, M.-A., R. LEFEBVRE, C. RIVARD, M. PARENT, J.-M. BALLARD, N. BENOÎT, 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. 2013. *Portrait des ressources en eau souterraine en Montérégie Est, Québec, Canada*. Projet réalisé conjointement par l'INRS, la CGC, l'OBV Yamaska et l'IRDA dans le cadre du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines, rapport final, 283 p. et 7 annexes.

- 7 – CLOUTIER, V., D. BLANCHETTE, P.-L. DALLAIRE, S. NADEAU, E. ROSA et M. ROY. 2013. *Projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines de l'Abitibi-Témiscamingue (partie 1)*. Rapport final présenté au ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs dans le cadre du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines du Québec. Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, Institut de recherche en mines et en environnement, 135 p.
- 8 – BOURQUE, É., Y. MICHAUD, R. LEFEBVRE et É. BOISVERT. 1998. *Cartographie hydrogéologique régionale du piémont laurentien dans la MRC de Portneuf : hydrogéochimie des eaux souterraines*. Commission géologique du Canada, dossier public no 3664-c, 1 p. [En ligne]. [[ftp://ftp2.cits.rncan.gc.ca/pub/geott/ess\\_pubs/210/210072/gscof\\_3664c\\_f\\_1998\\_mn01.pdf](ftp://ftp2.cits.rncan.gc.ca/pub/geott/ess_pubs/210/210072/gscof_3664c_f_1998_mn01.pdf)].
- 9 – PARADIS, D., M. SAVARD, M. NASTEV et R. LEFEBVRE. 2002. *Atlas hydrogéologique du système aquifère fracturé du sud-ouest du Québec – Partie III : Caractérisation hydrogéologique régionale du système aquifère fracturé du sud-ouest du Québec*. Ressources naturelles Canada et Commission géologique du Canada, 48 p.
- 10 – COBARIC et UPA. 2008. *Atlas des eaux souterraines du bassin versant de la rivière Chaudière : secteurs de la Basse-Chaudière et de la Moyenne-Chaudière*. CD-ROM.
- 11 – LEBLANC, Y., G. LÉGARÉ, K. LACASSE, M. PARENT et S. CAMPEAU. 2013. *Caractérisation hydrogéologique du sud-ouest de la Mauricie*. Rapport final présenté au ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs dans le cadre du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines du Québec. Université du Québec à Trois-Rivières, Département des sciences de l'environnement, 134 p. et 15 annexes.
- 12 – LAROCQUE, M., S. GAGNÉ, L. TREMBLAY et G. MEYZONNAT. 2013. *Projet de connaissance des eaux souterraines du bassin versant de la rivière Bécancour et de la MRC de Bécancour – Rapport final*. Rapport présenté au ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs. 219 p.
- 13 – BEAUDRY, C., X. MALET, R. LEFEBVRE et C. RIVARD. 2011. *Délimitation des eaux souterraines saumâtres en Montérégie Est, Québec, Canada*. Commission géologique du Canada, Dossier public 6960, 26 p. [En ligne]. [[ftp://ftp2.cits.rncan.gc.ca/pub/geott/ess\\_pubs/289/289123/of\\_6960.pdf](ftp://ftp2.cits.rncan.gc.ca/pub/geott/ess_pubs/289/289123/of_6960.pdf)].
- 14 – COMEAU, G., M. C. TALBOT POULIN, Y. TREMBLAY, J.-M. LEMIEUX, J. MOLSON, N. MONTCOUDIOL, S. AYOTTE, R. THÉRIEN, R. FORTIER, P. THÉRIEN et G. FABIEN-OUELLET. 2013. *Projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines en Outaouais – Rapport final*. Université Laval, Département de géologie et de génie géologique, 110 p. et 19 annexes.
- 15 – GAGNÉ, J. 2005. *À la découverte du Saint-Laurent*. Les Éditions de l'Homme, 338 p.
- 16 – ENVIRONNEMENT CANADA. 2004. *Menaces pour la disponibilité de l'eau au Canada*. Institut national de recherche scientifique, Rapport no 3, Série de rapports d'évaluation scientifique de l'INRE et Série de documents d'évaluation de la science de la DGSAC, numéro 1, 148 p. [En ligne]. [[http://www.ec.gc.ca/inre-nwri/0CD66675-AD25-4B23-892C-5396F7876F65/ThreatsFR\\_03web.pdf](http://www.ec.gc.ca/inre-nwri/0CD66675-AD25-4B23-892C-5396F7876F65/ThreatsFR_03web.pdf)].
- 17 – INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. 2007. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor et H.L. Miller (éditeurs), Cambridge, New York, Cambridge

University Press, 996 p. [En ligne]. [[http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4\\_wg1\\_full\\_report.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4_wg1_full_report.pdf)].

18 – CONSEIL DES ACADÉMIES CANADIENNES. 2009. *La gestion durable des eaux souterraines au Canada*. Comité d'experts sur les eaux souterraines au Canada, 276 p. [En ligne].

[[http://sciencepourlepublic.ca/uploads/fr/assessments%20and%20publications%20and%20news%20releases/groundwater/\(2009-05-11\)%20gw%20rapport.pdf](http://sciencepourlepublic.ca/uploads/fr/assessments%20and%20publications%20and%20news%20releases/groundwater/(2009-05-11)%20gw%20rapport.pdf)].

19 – HASSAOUI, J., J.-M. LEMIEUX, J. W. MOLSON, R. THÉRIEN et P. THÉRIEN. 2014. *Impact des changements climatiques et des prélèvements d'eau sur les ressources en eau souterraine des îles de la Madeleine*. Université Laval, Département de géologie et de génie géologique, 176 p.

20 – ENVIRONNEMENT CANADA. « Les eaux souterraines ». [En ligne].

[<https://www.ec.gc.ca/eau-water/default.asp?lang=Fr&n=300688DC-1>]. Page consultée le 8 avril 2013.

21 – GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. 2004. *Étude sur la qualité de l'eau potable dans les sept bassins versants en surplus de fumier et impacts potentiels sur la santé : Caractérisation de l'eau souterraine dans les sept bassins versants*. Ministère de l'Environnement avec la participation de l'Institut national de santé publique, du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et du ministère de la Santé et des Services sociaux, 34 p. et 3 annexes.

[En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/bassinversant/sept-bassins/caracterisation.pdf>].

22 – 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, 15 p. [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/pesticides/eau-sout/rapport.pdf>].

23 – Informations fournies pour le rapport en 2013 par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Service de l'information sur les milieux aquatiques.

24 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS. 2012. *Portrait de la qualité des eaux de surface au Québec 1999-2008*. Direction du suivi de l'état de l'environnement, 97 p. [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/portrait/eaux-surface1999-2008/>]

25 – MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT. 2003. *Concentrations d'hexazinone dans des prises d'eau potable près de bleuettières du Saguenay–Lac-Saint-Jean*. Gouvernement du Québec, 9 p. et 2 annexes. [En ligne].

[<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/pesticides/bleuetiere/Hexazinone.pdf>].

26 – GIROUX, I., et I. ST-GELAIS. 2010. *Hexazinone dans des prises d'eau potable près de bleuettières, Saguenay–Lac-Saint-Jean*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement et Direction régionale du centre de contrôle environnemental du Saguenay–Lac-Saint-Jean, 16 p. et 3 annexes. [En ligne].

[<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/pesticides/bleuetiere/hexazinone2010.pdf>].

27 – GIROUX, I. 1993. *Contamination de l'eau souterraine par l'aldicarbe dans les régions en culture intensive de pommes de terre : 1984 à 1991*. Ministère de l'Environnement du Québec, Direction du milieu agricole et du contrôle des pesticides, 66 p.

28 – GIROUX, I. 1995. *Contamination de l'eau souterraine par les pesticides et les nitrates dans les régions de cultures de pommes de terre : Campagnes d'échantillonnage 1991-1992-1993*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, 60 p. [En ligne]. [<http://www.caaaq.gouv.qc.ca/userfiles/File/MDDEP23.PDF>].

29 – GIROUX, I. 2003. *Contamination de l'eau souterraine par les pesticides et les nitrates dans les régions en culture de pommes de terre : Campagne d'échantillonnage de 1999-2000-2001*. Ministère de l'Environnement, Direction du suivi de l'état de l'environnement, 23 p. et 3 annexes. [En ligne]. [[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/pesticides/pomme\\_terre/Pesticides\\_pomme\\_terre.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/pesticides/pomme_terre/Pesticides_pomme_terre.pdf)].

30 – GIROUX, I. et B. SARRASIN. 2011. *Pesticides et nitrates dans l'eau souterraine près de cultures de pommes de terre : Échantillonnage dans quelques régions du Québec en 2008 et 2009*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 31 p. et 5 annexes. [En ligne]. [[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/pesticides/pomme\\_terre/pesti-nitrates2008-2009.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/pesticides/pomme_terre/pesti-nitrates2008-2009.pdf)].

31 – LACASSE, K., Y. LEBLANC, V. CLOUTIER et S. CAMPEAU. 2012. « Étude hydrogéochimique, bactériologique et isotopique des aquifères du sud-ouest de la Mauricie ». Dans *Congrès de l'Acfas (80<sup>e</sup>)*, tenu à Montréal, du 7 au 11 mai 2012, 19 p. [En ligne]. [[http://www.rqes-gries.ca/upload/files/autresColloques/ACFAS-2012/23-acfas\\_karinelacasse.pdf](http://www.rqes-gries.ca/upload/files/autresColloques/ACFAS-2012/23-acfas_karinelacasse.pdf)].

32 – BOURQUE, É., M. R. LAFLÈCHE, R. LEFEBVRE et Y. MICHAUD. 1996. « Résultats initiaux de la caractérisation géochimique des aquifères du piémont laurentien dans la municipalité régionale de comté de Portneuf (Québec) ». *Recherches en cours 1996-E*, p. 225-232.

33 – LACASSE, K., Y. LEBLANC, V. CLOUTIER et S. CAMPEAU. 2010. « Qualité géochimique et bactériologique des eaux souterraines du sud-ouest de la Mauricie ». Dans *Conférence Géohydro 2011*, tenue à Québec du 28 au 31 août 2011, 7 p.

## Quels sont les effets sur vous?

1 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS. 2012. *Bilan de la qualité de l'eau potable au Québec : 2005-2009*. Gouvernement du Québec. 70 p. [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/potable/bilans/bilan2005-2009.pdf>].

2 – Informations fournies pour le rapport en 2013 par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction générale des politiques de l'eau, Direction des eaux municipales.

3 – Informations fournies pour le rapport en 2013 par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Service de l'information sur les milieux aquatiques.

4 – INSTITUT NATIONAL DE SANTÉ PUBLIQUE DU QUÉBEC. 2014. « Nombre d'éclosions de maladies d'origine hydrique ». Rapport produit le 14 mars 2014 par l'Institut national de santé publique du Québec, Infocentre de santé publique.

5 – AGENCE DE LA SANTÉ PUBLIQUE DU CANADA. « *E. coli* ». [En ligne]. [<http://www.phac-aspc.gc.ca/fs-sa/fs-fi/ecoli-fra.php>]. Page consultée le 25 juin 2014.

6 – CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DE L'ENVIRONNEMENT (CCME). « Nitrate et nitrite ». [En ligne]. [<http://www.ccme.ca/sourcetotap/nitrates.fr.html>]. Page consultée le 19 juin 2013.

- 7 – SANTÉ CANADA. 1992. *Le nitrate et le nitrite*. Gouvernement du Canada, 9 p. [En ligne]. [[http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt\\_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/water-eau/nitrate\\_nitrite/nitrate\\_nitrite-fra.pdf](http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/water-eau/nitrate_nitrite/nitrate_nitrite-fra.pdf)].
- 8 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. « Le plomb dans l'eau potable ». [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/potable/plomb/index.htm>]. Page consultée le 3 mars 2013.
- 9 – SANTÉ CANADA. 2010. *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : document technique – Fluorure*. Bureau de l'eau, de l'air et des changements climatiques, Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs, 108 p. [En ligne]. [[http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt\\_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/water-eau/2011-fluoride-fluorure/2011-fluoride-fluorure-fra.pdf](http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/water-eau/2011-fluoride-fluorure/2011-fluoride-fluorure-fra.pdf)].
- 10 – SANTÉ CANADA. « Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada ». [En ligne]. [<http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/water-eau/drink-potab/guide/index-fra.php>]. Page consultée le 23 avril 2014.
- 11 – MINISTÈRE DES AFFAIRES MUNICIPALES, DES RÉGIONS ET DE L'OCCUPATION DU TERRITOIRE. 2011. *Mise à jour de l'Évaluation économique de la Stratégie québécoise d'économie d'eau potable et du Rapport concernant l'instauration d'une tarification de l'eau réalisés en 2006 – Rapport final*. Gouvernement du Québec, 67 p. [En ligne]. [[http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/grands\\_dossiers/strategie\\_eau/evaluation\\_strategie\\_eau\\_2006.pdf](http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/grands_dossiers/strategie_eau/evaluation_strategie_eau_2006.pdf)].
- 12 – MINISTÈRE DES AFFAIRES MUNICIPALES, DES RÉGIONS ET DE L'OCCUPATION DU TERRITOIRE. 2013. *Rapport annuel de l'usage de l'eau potable 2012 : Stratégie québécoise d'économie d'eau potable*. Gouvernement du Québec, Feuille 1. [En ligne]. [[http://www.mamrot.gouv.qc.ca/fileadmin/publications/grands\\_dossiers/strategie\\_eau/rapport\\_annuel\\_SEEP.xls](http://www.mamrot.gouv.qc.ca/fileadmin/publications/grands_dossiers/strategie_eau/rapport_annuel_SEEP.xls)].
- 13 – ENVIRONNEMENT CANADA. 2001. *Menaces pour les sources d'eau potable et les écosystèmes aquatiques au Canada*. Rapport no 1, Série de rapports d'évaluation scientifique de l'INRE, Institut national de recherche sur les eaux, 87 p. [En ligne]. [<http://www.ec.gc.ca/inre-nwri/235D11EB-1442-4531-871F-A7BA6EC8C541/threats-fprint.pdf>].
- 14 – BOURGULT, D. 2001. « Circulation and Mixing in the St. Lawrence Estuary ». Thèse (Ph. D), présentée à la Faculty of Graduate Studies and Research, Department of Atmospheric and Oceanic Sciences and Centre for Climate and Global Change Research, Université McGill, Montréal, 127 p. [En ligne]. [[http://demeter.uqar.ca/daniel\\_bourgault/pubs/Bourgault\\_2001.pdf](http://demeter.uqar.ca/daniel_bourgault/pubs/Bourgault_2001.pdf)].
- 15 – ROUSSEAU, A. N., A. MAILHOT, M. SLIVITZKY, J.-P. VILLENEUVE, M. J. RODRIGUEZ ET A. BOURQUE. 2004. « Usages et approvisionnement en eau dans le sud du Québec : niveau des connaissances et axes de recherche à privilégier dans une perspective de changements climatiques ». *Canadian Water Resources Journal*, vol. 29, no 2, p. 121-134. [En ligne]. [<http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.4296/cwrj121>].
- 16 – BIRD, D., A. PANNARD, Y. PRAIRIE ET P. CHEVALIER. 2009. *Changements climatiques au Québec méridional : Conséquence des changements climatiques sur le comportement et la prolifération des cyanobactéries au Québec – résumé*. Institut national de santé publique du Québec, 11 p. [En ligne]. [<http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/bs1947479>].

- 17 – BPR GROUPE-CONSEIL. 2003. *Analyse des questions d’approvisionnement en eau pour le secteur de l’agriculture*. 68 p. et 2 annexes. [En ligne].  
[[http://www4.agr.gc.ca/resources/prod/doc/pfra/pdf/awsi-paea\\_qc\\_f.pdf](http://www4.agr.gc.ca/resources/prod/doc/pfra/pdf/awsi-paea_qc_f.pdf)].
- 18 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L’ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. « Critères de qualité de l’eau de surface – Coliformes fécaux ». [En ligne].  
[[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/criteres\\_eau/details.asp?code=S0123](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/details.asp?code=S0123)]. Page consultée le 27 mars 2014.
- 19 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L’ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. « Système Environnement-Plage ». Pôle d’expertise municipale. Base de données consultée le 11 avril 2014.
- 20 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L’ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. « Programme Environnement-Plage ». [En ligne].  
[<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/programmes/env-plage/index.htm>]. Page consultée le 8 juillet 2013.
- 21 – HÉBERT, S. 2010. *Qualité bactériologique de sites potentiels de baignade dans le Saint-Laurent : été 2009*. Ministère du Développement durable, de l’Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l’état de l’environnement, 8 p. [En ligne].  
[<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/bassinversant/bassins/stlaurent/Plages2009.pdf>].
- 22 – LOCKE, S., et D. J. MARCOGLIESE. 2005. *Rapport sommaire sur la dermatite du baigneur au Québec*. Rapport scientifique et technique ST-234. Environnement Canada - Région du Québec, Conservation de l’environnement et Centre Saint-Laurent, 44 p. [En ligne].  
[[http://www.lacaylmer.org/UserFiles/Mandat/Dermatite\\_fr.PDF](http://www.lacaylmer.org/UserFiles/Mandat/Dermatite_fr.PDF)].
- 23 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L’ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. « La qualité de l’eau et les usages récréatifs ». [En ligne].  
[<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/recreative/consequence.htm>]. Page consultée le 25 mars 2014.
- 24 – PRETTY, J. N., C. F. MASON, D. B. NEDWELL, R. E. HINE, S. LEAF et R. DILS. 2003. « Environmental Costs of Freshwater Eutrophication in England and Wales ». *Environmental Science & Technology*, vol. 37, no 2, p. 201-208.
- 25 – GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. « Algues bleu-vert ». [En ligne].  
[<http://www.sante.gouv.qc.ca/conseils-et-prevention/algues-bleu-vert/>]. Page consultée le 25 mars 2014.
- 26 – INSTITUT NATIONAL DE SANTÉ PUBLIQUE DU QUÉBEC. 2009. *Mémoire déposé à la Commission des transports et de l’environnement concernant les effets potentiels sur la santé liés à la présence des algues bleu-vert (cyanobactéries)*. Gouvernement du Québec, 89 p. [En ligne]. [[http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1043\\_MemoireCyanobacteries.pdf](http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1043_MemoireCyanobacteries.pdf)].
- 27 – LÉGARÉ, C., et D. PHANEUF. 2001. *Avis aux directions de santé publique concernant les proliférations de cyanobactéries et leurs toxines*. Institut national de santé publique du Québec, Direction des risques biologiques, environnementaux et occupationnels, 20 p.
- 28 – WORLD HEALTH ORGANIZATION. 2003. *Guidelines for safe recreational water environments – Volume 1*. Coastal and fresh waters. 219 p. [En ligne].  
[<http://whqlibdoc.who.int/publications/2003/9241545801.pdf>].

- 29 – STEFFENSEN, D. A. 2008. Economic Cost of Cyanobacterial Blooms. Dans *Cyanobacterial Harmful Algal Blooms: State of the Science and Research Needs* [H.K. Hudnell (dir.)]. New York, Springer, p. 855-866.
- 30 – INSTITUT NATIONALE DE SANTÉ PUBLIQUE DU QUÉBEC. 2012. *Dimensions sociales associées à la prolifération des cyanobactéries au Québec : Résultats d'une étude ethnographique auprès des acteurs sociaux de trois lacs québécois*. Gouvernement du Québec, 7 p. [En ligne].  
[\[http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1467\\_DimeSociaAssoProlifCyanobact\\_ResultEtudeEtHnoActeursSociaux3LacsQc.pdf\]](http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1467_DimeSociaAssoProlifCyanobact_ResultEtudeEtHnoActeursSociaux3LacsQc.pdf).
- 31 – SÉNÉCHAL, J. 2011. *Le monitoring de la qualité des eaux marines dans les secteurs coquilliers, 3<sup>e</sup> édition*. Environnement Canada, Direction générale des sciences et de la technologie, 6 p. [En ligne].  
[\[http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/site\\_documents/documents/SESL/eaux\\_coquil\\_2011\\_f.pdf\]](http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/site_documents/documents/SESL/eaux_coquil_2011_f.pdf).
- 32 – DOMAINE D'INTERVENTION SANTÉ HUMAINE – SAINT-LAURENT VISION 2000. 2003. *Le Saint-Laurent et la santé humaine : L'état de la question II*. Santé Canada et ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec, 40 p. [En ligne].  
[\[http://publications.gc.ca/collections/Collection/H21-223-2004F.pdf\]](http://publications.gc.ca/collections/Collection/H21-223-2004F.pdf).
- 33 – PÊCHES ET OCÉANS CANADA. « Archivé – Floraison d'algues toxiques dans l'estuaire du Saint-Laurent ». [En ligne]. [\[http://www.dfo-mpo.gc.ca/media/npres-communique/2008/qrrq46-fra.htm\]](http://www.dfo-mpo.gc.ca/media/npres-communique/2008/qrrq46-fra.htm). Page consultée le 15 mai 2013.
- 34 – MINISTÈRE DES PÊCHES ET DES OCÉANS. 2013. *Les pêches maritimes du Québec – Revue statistique annuelle 2010-2011*. 222 p. [En ligne]. [\[http://www.qc.dfo-mpo.gc.ca/peches-fisheries/statistiques-statistics/documents/revue-annuelle/2010-2011/principal\\_fr\\_20102011-f.pdf\]](http://www.qc.dfo-mpo.gc.ca/peches-fisheries/statistiques-statistics/documents/revue-annuelle/2010-2011/principal_fr_20102011-f.pdf).
- 35 – Informations fournies pour le rapport en 2014 par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. Données extraites de la Banque d'information sur les pêches maritimes.
- 36 – CHAIRE DE RECHERCHE DU CANADA EN PATRIMOINE ETHNOLOGIQUE DE L'UNIVERSITÉ LAVAL. « Cueillette de mollusques ». [En ligne]. [\[http://www.irepi.ulaval.ca/fiche-cueillette-mollusques-184.html\]](http://www.irepi.ulaval.ca/fiche-cueillette-mollusques-184.html). Page consultée le 17 mars 2014.

### Que fait-on pour y remédier?

- 1 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. « Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines ». [En ligne]. [\[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/souterraines/programmes/acquisition-connaissance.htm\]](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/souterraines/programmes/acquisition-connaissance.htm). Page consultée le 30 avril 2013.
- 2 – Informations fournies pour le rapport en 2014 par Environnement Canada, Direction générale des sciences et de la technologie, Sciences et technologie - Eau, Division de la recherche sur les contaminants aquatiques.
- 3 – Informations fournies pour le rapport en 2014 par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Service de l'information sur les milieux aquatiques.

- 4 – Informations fournies pour le rapport en 2014 par Environnement Canada, Direction générale des sciences et de la technologie, Sciences et technologie - Eau, Monitoring et surveillance de la qualité de l'eau.
- 5 – MINISTÈRE DES AFFAIRES MUNICIPALES, DES RÉGIONS ET DE L'OCCUPATION DU TERRITOIRE. 2013. *Ouvrages de surverse et stations d'épuration : Évaluation de performance des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux pour l'année 2012*. Gouvernement du Québec, 43 p. et 10 annexes. [En ligne]. [[http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/infrastructures/suivi\\_ouvrages\\_assainissement\\_eaux/eval\\_perform\\_rapport\\_2012.pdf](http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/infrastructures/suivi_ouvrages_assainissement_eaux/eval_perform_rapport_2012.pdf)].
- 6 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. 2013. *Étude d'impact économique portant sur le Règlement sur les ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées*. Gouvernement du Québec, 37 p. [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/ouvrages-municipaux/etude-econo20131126.pdf>].
- 7 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. « Position sur les normes de performance de la Stratégie pancanadienne pour la gestion des effluents d'eaux usées municipales ». [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/strat-pancan/>]. Page consultée le 9 mai 2013.
- 8 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. « Position sur l'application des normes pancanadiennes de débordement des réseaux d'égout municipaux ». [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/ouvrages-municipaux/position-ministere.htm>]. Page consultée le 18 février 2014.
- 9 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS. 2009. *Guide technique : Traitement des eaux usées des résidences isolées, Édition de janvier 2009*. Gouvernement du Québec, 23 p. [En ligne]. [[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/residences\\_isolees/guide\\_interpretation/PartieA.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/residences_isolees/guide_interpretation/PartieA.pdf)].
- 10 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. « Projet de règlement modifiant le Règlement sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées (Q-2, r. 22) ». [En ligne]. [[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/residences\\_isolees/modif-reglement-q2r22.htm](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/residences_isolees/modif-reglement-q2r22.htm)]. Page consultée le 11 mars 2014.
- 11 – RECYC-QUÉBEC. 2013. *Bilan 2010-2011 de la gestion des matières résiduelles au Québec*. 21 p. [En ligne]. [[http://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/Upload/Publications/Bilan\\_2010\\_2011\\_GMR\\_Final.pdf](http://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/Upload/Publications/Bilan_2010_2011_GMR_Final.pdf)].
- 12 - MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS. 2008. *Guide technique : Captage d'eau souterraine pour des résidences isolées*. Gouvernement du Québec, 66 p. [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/souterraines/guide.pdf>]
- 13 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS. 2012. *Bilan de la qualité de l'eau potable au Québec : 2005-2009*. Gouvernement du Québec, 70 p. [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/potable/bilans/bilan2005-2009.pdf>]
- 14 – Informations fournies pour le rapport en 2012 par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction régionale de l'analyse et de l'expertise de Montréal, de Laval, de Lanaudière et des Laurentides.

## Les rives et les côtes

Quelle est la situation et quelles sont les causes?

### **Les rivières et le fleuve Saint-Laurent**

- 1 – ROY, A., et C. BOYER. 2011. « Impact des changements environnementaux sur les tributaires du Saint-Laurent ». Colloque en agroclimatologie du CRAAQ, 9 mars 2011. [En ligne]. [[http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/Roy\\_A.pdf](http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/Roy_A.pdf)].
- 2 – BIRON, P., T. BUFFIN-BÉLANGER, M. LAROCQUE, S. DEMERS, T. OLSEN, M.-A. OUELLET, G. CHONÉ, C.-A. CLOUTIER et M. NEEDELMAN. 2013. *Espace de liberté : un cadre de gestion intégrée pour la conservation des cours d'eau dans un contexte de changements climatiques*. Université Concordia et Ouranos, 167 p. [En ligne]. [[http://www.ouranos.ca/media/publication/299\\_RapportBironetal2013.pdf](http://www.ouranos.ca/media/publication/299_RapportBironetal2013.pdf)].
- 3 – SYNDICAT MIXTE D'ÉTUDES ET DE TRAVAUX POUR L'AMÉNAGEMENT ET LA PROTECTION DE LA RIVIÈRE DORDOGNE. « Lit mineur et lit majeur, définition et législation ». [En ligne]. [[http://www.espace-riviere.org/site/ens\\_juri.html](http://www.espace-riviere.org/site/ens_juri.html)]. Page consultée le 5 février 2014.
- 4 – RICHARD, L.-F. 2010. *L'érosion des berges en eau douce*. Fiche issue du « Programme de suivi de l'état du Saint-Laurent ». Gouvernement du Canada et gouvernement du Québec, 8 p. [En ligne]. [[http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/site\\_documents/documents/PDFs\\_accessible/Erosion\\_2010\\_f\\_FINAL\\_v1.0.pdf](http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/site_documents/documents/PDFs_accessible/Erosion_2010_f_FINAL_v1.0.pdf)].
- 5 – DAUPHIN, D., et D. LEHOUX. 2004. *Bilan de la sévérité de l'érosion dans le Saint-Laurent dulcicole (Montréal – archipel de Berthier-Sorel, incluant les îles de la Paix) et stratégies de protection recommandées pour les rives à plus grande valeur biologique*. Environnement Canada, Service canadien de la faune, 232 p. et 3 annexes. [En ligne]. [<http://bibvir2.uqac.ca/archivage/24185988.pdf>]

### **Les côtes de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent**

- 1 – SAVARD, J.-P., P. BERNATCHEZ, F. MORNEAU et F. SAUCIER. 2009. « Vulnérabilité des communautés côtières de l'est du Québec aux impacts des changements climatiques ». *La Houille Blanche*, no 2 , p. 59-66.
- 2 – Informations fournies pour le rapport en 2014 par l'Université du Québec à Rimouski, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières.
- 3 – BERNATCHEZ, P., C. FRASER, S. FRIESINGER, Y. JOLIVET, S. DUGAS, S. DREJZA et A. MORISSETTE. 2008. *Sensibilité des côtes et vulnérabilité des communautés du golfe du Saint-Laurent aux impacts des changements climatiques*. Université du Québec à Rimouski, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, 256 p. [En ligne]. [[http://www.ouranos.ca/media/publication/145\\_Bernatchezetal2008.pdf](http://www.ouranos.ca/media/publication/145_Bernatchezetal2008.pdf)].
- 4 – BERNATCHEZ, P., et J.-M. M. DUBOIS. 2004. « Bilan des connaissances de la dynamique de l'érosion des côtes du Québec maritime laurentien ». *Géographie physique et Quaternaire*,

vol. 58, no 1, p. 45-71. [En ligne].

[<http://www.erudit.org/revue/gpq/2004/v58/n1/013110ar.pdf>].

5 – BERNATCHEZ, P., G. BOUCHER-BROSSARD et M. SIGOUIN-CANTIN. 2012. *Contribution des archives à l'étude des événements météorologiques et géomorphologiques causant des dommages aux côtes du Québec maritime et analyse des tendances, des fréquences et des temps de retour des conditions météo-marines extrêmes*. Rapport présenté au ministère de la Sécurité publique du Québec, Université du Québec à Rimouski, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières et Chaire de recherche en géoscience côtière, 140 p.

6 – MORNEAU, F., M. MICHAUD, F. LECOURS, L. CÔTÉ et D. ROY. 2001. *Étude d'impact sur l'environnement : projets de protection des berges le long de la route 132 autour de la péninsule gaspésienne*. Gouvernement du Québec, ministère des Transports du Québec, 83 p. et 2 annexes. [En ligne].

[[http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/baie\\_chaleurs/documents/PR3-1\\_RAP\\_PRINC.pdf](http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/baie_chaleurs/documents/PR3-1_RAP_PRINC.pdf)].

7 – MINISTÈRE DE LA SÉCURITÉ PUBLIQUE DU QUÉBEC. « Processus d'érosion selon les types de côtes ». [En ligne]. [<http://www.securitepublique.gouv.qc.ca/securite-civile/surveillance-territoriale/erosion-berges/processus-erosion-berges.html>]. Page consultée le 8 juillet 2014.

8 – LABORATOIRE DE DYNAMIQUE ET DE GESTION INTÉGRÉE DES ZONES CÔTIÈRES. 2007. « Données et rapports internes », Université du Québec à Rimouski. Cités dans Comité d'experts scientifiques sur l'érosion côtière. 2010. *Principes et fondements méthodologiques appuyant l'évaluation des marges de recul d'érosion en zone côtière – Document de travail*. Québec, 39 p. et 4 annexes.

9 – QUINTIN, C., P. BERNATCHEZ et Y. JOLIVET. 2013. *Impacts de la tempête du 6 décembre 2010 sur les côtes du Bas-Saint-Laurent et de la baie des Chaleurs*. Rapport présenté au ministère de la Sécurité publique du Québec. Université du Québec à Rimouski, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières et Chaire de recherche en géoscience côtière, volume I : 48 p. + volume II : 170 p.

10 – BERNATCHEZ, P., G. MARIE, U. BOYER-VILLEMAIRE et S. DREJZA. 2012. Les aléas côtiers dans l'est du Québec et les impacts des changements climatiques. Consultation dans le cadre de l'élaboration du prochain Plan d'action sur les changements climatiques, février 2012. Présentation de l'Université du Québec à Rimouski, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières et Chaire de recherche en géoscience côtière.

11 – SAVARD, J.-P., P. BERNATCHEZ, F. MORNEAU, F. SAUCIER, P. GACHON, S. SENNEVILLE, C. FRASER et Y. JOLIVET. 2008. *Étude de sensibilité des côtes et de la vulnérabilité des communautés du golfe du Saint-Laurent aux impacts des changements climatiques : Synthèse des résultats*, 48 p. [En ligne].

[[http://www.ouranos.ca/media/publication/20\\_Rapport\\_Savard\\_maritime\\_2008.pdf](http://www.ouranos.ca/media/publication/20_Rapport_Savard_maritime_2008.pdf)].

12 – SENNEVILLE, S., S. ST-ONGE DROUIN, D. DUMONT, A.-C. BIHAN-POUDEC, Z. BELEMAALEM, M. CORRIVEAU, P. BERNATCHEZ, S. BÉLANGER, S. TOLSZCZUK-LECLERC et R. VILLENEUVE. 2014. *Rapport final : modélisation des glaces dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent dans la perspective des changements climatiques*. Rapport final présenté au ministère des Transports du Québec. ISMER-UQAR, 384 p. [En ligne].

[<http://www.bv.transports.gouv.qc.ca/mono/1147874.pdf>].

- 13 – BERNATCHEZ, P., Y. JOLIVET et M. CORRIVEAU. 2011. « Development of an automated method for continuous detection and quantification of cliff erosion events ». *Earth Surface Processes and Landforms*, vol. 36, no 3, p. 347-362.
- 14 – BERNATCHEZ, P., et J.-M. M. DUBOIS. 2008. « Seasonal Quantification of Coastal Processes and Cliff Erosion on Fine Sediments Shoreline in a Cold Temperate Climate, Ragueneau Region, Quebec ». *Journal of Coastal Research*, vol. 24, no 1A, p. 169-180.
- 15 – BERNATCHEZ, P., et C. FRASER. 2012. « Evolution of coastal Defence structure and consequences for beach width trends, Quebec, Canada ». *Journal of Coastal Research*, vol. 28, no 6, p. 1550-1566.
- 16 – LABORATOIRE DE DYNAMIQUE ET DE GESTION INTÉGRÉE DES ZONES CÔTIÈRES. 2007. « Localisation des zones avec structures de protection du littoral et pourcentage des côtes avec structures de protection par région administrative au Québec ». Document cartographique. Université du Québec à Rimouski.
- 17 – COMITÉ ZIP CÔTE-NORD DU GOLFE. 2006. *L'érosion côtière et les impacts des méthodes de stabilisation sur l'environnement*. Document d'information, 39 p. [En ligne]. [[http://www.zipcng.org/CLIENTS/1-1-zipcng/docs/upload/sys\\_docs/Erosion\\_des\\_berges\\_sur\\_la\\_MRC\\_des\\_SeptRivieres.pdf](http://www.zipcng.org/CLIENTS/1-1-zipcng/docs/upload/sys_docs/Erosion_des_berges_sur_la_MRC_des_SeptRivieres.pdf)].
- 18 – MINISTÈRE DE LA SÉCURITÉ PUBLIQUE. « Les solutions possibles pour contrer l'érosion des berges ». [En ligne]. [<http://www.securitepublique.gouv.qc.ca/securite-civile/surveillance-territoriale/erosion-berges/solutions-erosion.html>]. Page consultée le 20 mars 2014.
- 19 – BERNATCHEZ, P., C. FRASER, D. LEFAIVRE et S. DUGAS. 2011. « Integrating anthropogenic factor, geomorphological indicators and local knowledge in the analysis of coastal flooding and erosion hazards ». *Ocean & Coastal Management*, vol. 54, no 8, p. 621-632.
- 20 – OURANOS. 2010. *Savoir s'adapter aux changements climatiques*. Consortium sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques, 128 p. [En ligne]. [[http://www.ouranos.ca/fr/pdf/53\\_sccc\\_21\\_06\\_lr.pdf](http://www.ouranos.ca/fr/pdf/53_sccc_21_06_lr.pdf)].
- 21 – JOLICOEUR, S. et S. O'CARROLL. 2007. « Sandy barriers, climate change and long-term planning of strategic coastal infrastructures, Îles-de-la-Madeleine, Gulf of St. Lawrence (Québec, Canada) ». *Landscape and Urban Planning*, vol. 81, no 4, p. 287-298.
- 22 – MATHIEU, K. 2008. *Évolution du marais de la baie de Kamouraska : l'effet de coïncement*. Essai présenté à l'Université Laval, faculté de Foresterie et de Géomatique, département de Géographie, Québec, 51 p.

## Quels sont les effets sur vous?

- 1 – BOURQUE, A., et G. SIMONET. 2008. « Québec », p. 171-226 (Chapitre 5). Dans *Vivre avec les changements climatiques au Canada : édition 2007*. Lemmen, D.S., F.J. Warren, J. Lacroix et E. Bush (éditeurs). Gouvernement du Canada, [En ligne]. [[http://www.ouranos.ca/fr/pdf/ouranos\\_chapitre-quebec\\_vivreaveclescc\\_fr.pdf](http://www.ouranos.ca/fr/pdf/ouranos_chapitre-quebec_vivreaveclescc_fr.pdf)].
- 2 – DREJZA, S., S. FRIESINGER et P. BERNATCHEZ. 2014 (en préparation). *Vulnérabilité des infrastructures routières de l'Est du Québec à l'érosion et à la submersion côtière dans un contexte de changements climatiques : Caractérisation des côtes, dynamique hydrosédimentaire et exposition de la route à l'érosion et à la submersion, Est du Québec*. Volume I. Rapport

présenté au ministère des Transports du Québec. Université du Québec à Rimouski, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, 187 p. et annexes.

3 – BERNATCHEZ, P., et J.-M. M. DUBOIS. 2004. « Bilan des connaissances de la dynamique de l'érosion des côtes du Québec maritime laurentien ». *Géographie physique et Quaternaire*, vol. 58, no 1, p. 45-71. [En ligne].

[<http://www.erudit.org/revue/gpq/2004/v58/n1/013110ar.pdf>].

4 – BERNATCHEZ, P, C. FRASER, S. FRIESINGER, Y. JOLIVET, S. DUGAS, S. DREJZA et A. MORISSETTE. 2008. *Sensibilité des côtes et vulnérabilité des communautés du golfe du Saint-Laurent aux impacts des changements climatiques*. Université du Québec à Rimouski, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, 256 p. [En ligne].

[[http://www.ouranos.ca/media/publication/145\\_Bernatchezetal2008.pdf](http://www.ouranos.ca/media/publication/145_Bernatchezetal2008.pdf)].

5 – Informations fournies pour le rapport en 2012 par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Centre d'expertise hydrique du Québec, Direction de l'expertise hydrique, Service de l'hydrologie et de l'hydraulique.

6 – LABORATOIRE DE DYNAMIQUE ET DE GESTION INTÉGRÉE DES ZONES CÔTIÈRES. 2010. « Localisation des zones actives, pourcentage de côte active et taux de déplacement moyen par région administrative au Québec (2009) ». Document cartographique, Université du Québec à Rimouski.

7 – DUBOIS, J.-M. M., P. BERNATCHEZ, J.-D. BOUCHARD, B. DAIGNEAULT, D. CAYER et S. DUGAS. 2005. *Évaluation du risque d'érosion du littoral de la Côte-Nord du Saint-Laurent pour la période de 1996-2003*. Conférence régionale des élus de la Côte-Nord, 291 p. et 5 annexes.

8 – MRC DE LA HAUTE-CÔTE-NORD. « Règlement de contrôle intérimaire ». [En ligne]. [<http://www.mrchcn.qc.ca/Services/Am%C3%A9nagementduterritoire/Sch%C3%A9mama%C3%A9nagement/R%C3%A8glementdecontr%C3%B4leint%C3%A9rimaire/tabid/2711/langua%fr-FR/Default.aspx>]. Page consultée le 14 juillet 2014.

9 – MINISTÈRE DE LA SÉCURITÉ PUBLIQUE. « L'érosion des berges ». [En ligne]. [<http://www.securitepublique.gouv.qc.ca/securite-civile/surveillance-territoriale/erosion-berges.html>]. Page consultée le 2 octobre 2013.

10 – Informations fournies pour le rapport en 2014 par l'Université du Québec à Rimouski, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières.

11 – BERNATCHEZ, P., G. MARIE, U. BOYER-VILLEMAIRE et S. DREJZA. 2012. *Les aléas côtiers dans l'est du Québec et les impacts des changements climatiques*. Consultation dans le cadre de l'élaboration du prochain plan d'action sur les changements climatiques, février 2012. Présentation de l'Université du Québec à Rimouski, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières et Chaire de recherche en géoscience côtière.

12 – BERNATCHEZ, P., G. BOUCHER-BROSSARD et M. SIGOUIN-CANTIN. 2012. *Contribution des archives à l'étude des événements météorologiques et géomorphologiques causant des dommages aux côtes du Québec maritime et analyse des tendances, des fréquences et des temps de retour des conditions météo-marines extrêmes*. Rapport présenté au ministère de la Sécurité publique du Québec. Université du Québec à Rimouski, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières et Chaire de recherche en géoscience côtière, 140 p.

- 13 – QUINTIN, C., P. BERNATCHEZ et Y. JOLIVET. 2013. *Impacts de la tempête du 6 décembre 2010 sur les côtes du Bas-Saint-Laurent et de la baie des Chaleurs*. Rapport présenté au ministère de la Sécurité publique du Québec. Université du Québec à Rimouski, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières et Chaire de recherche en géoscience côtière, volume I : 48 p. + volume II : 170 p.
- 14 – MINISTÈRE DE LA SÉCURITÉ PUBLIQUE. 2011. « Dossier spécial : Est du Québec : les événements marquants de décembre 2010 ». *Inter-Action – Bulletin d'information*, vol. 2, no 1, hiver-printemps 2011. [En ligne]. [<http://www.securitepublique.gouv.qc.ca/securite-civile/publications-statistiques-civile/inter-action/inter-action-vol-2-no-1/6980/6982.html>]. Page consultée le 26 avril 2013.
- 15 – AGENCE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX DE LA CÔTE-NORD. 2009. *Perception de l'érosion des berges de la Côte-Nord et perspectives de santé publique*. Gouvernement du Québec, 42 p. [En ligne]. [<http://www.agencesante09.gouv.qc.ca/Document.aspx?id=425&lang=FR>].
- 16 – MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC. « Érosion côtière ». [En ligne]. [<http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/ministere/ministere/environnement/changements-climatiques/adapter-transport-impacts-changements-climatiques/erosion-cotiere>]. Page consultée le 11 septembre 2012.
- 17 – FRIESINGER, F., et P. BERNATCHEZ. 2010. « Perceptions of Gulf of St. Lawrence coastal communities confronting environmental change: Hazards and adaptation, Québec, Canada ». *Ocean & Coastal Management*, vol. 53, no 11, p. 669-678.
- 18 – MORNEAU, F., M. MICHAUD, F. LECOURE, L. CÔTÉ et D. ROY. 2001. *Étude d'impact sur l'environnement : projets de protection des berges le long de la route 132 autour de la péninsule gaspésienne*. Ministère des Transports du Québec, 83 p. et 2 annexes. [En ligne]. [[http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/baie\\_chaleurs/documents/PR3-1\\_RAP\\_PRINC.pdf](http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/baie_chaleurs/documents/PR3-1_RAP_PRINC.pdf)].
- 19 – PASKOFF, R. 2001. Cité dans Dubois, J.-M. M., P. Bernatchez, J.-D. Bouchard, B. Daigneault, D. Cayer et S. Dugas. 2005. *Évaluation du risque d'érosion du littoral de la Côte-Nord du Saint-Laurent pour la période de 1996-2003*. Conférence régionale des élus de la Côte-Nord, 291 p. et 5 annexes.
- 20 – EID MÉDITERRANÉE et SERVICE MARITIME ET DE NAVIGATION DU LANGUEDOC-ROUSSILLON. 2005. *Guide technique no 9 : connaissance et gestion de l'érosion du littoral*. 52 p. [En ligne]. [<http://www.mementodumaire.net/wp-content/uploads/2012/07/sdage-2005-gestion-littoral.pdf>].
- 21 – OURANOS. « Les solutions d'adaptation ». [En ligne]. [<http://adaptation.ouranos.ca/fr/adaptation/vulnerabilites-impacts/environnement/zone-cotiere/solutions-adaptation/>]. Page consultée le 27 septembre 2013.
- 22 – SAVARD, M., P. BERNATCHEZ et N. BEAUDRY. 2010. *Les effets de l'érosion côtière sur le potentiel archéologique et patrimonial de la Gaspésie*. Rapport scientifique présenté à la Fondation communautaire Gaspésie-Les Îles. Université du Québec à Rimouski, Laboratoire d'archéologie et de patrimoine, 78 p.

23 – MINISTÈRE DE LA CULTURE ET DES COMMUNICATIONS. « Côte-Nord : Patrimoine archéologique ». [En ligne]. [<http://www.mcc.gouv.qc.ca/?id=1448>]. Page consultée le 9 septembre 2013.

24 – BERNATCHEZ, P., S. FRIESINGER, C. DENIS et Y. JOLIVET. 2012. *Géorisques côtiers, vulnérabilité et adaptation de la communauté d'Ekuanitshit dans un contexte de changements climatiques*. Rapport de recherche présenté au Conseil tribal Mamuitun et au ministère des Affaires autochtones et du Développement du Nord du Canada. Université du Québec à Rimouski, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, 220 p.

25 – BERNATCHEZ, P., S. FRIESINGER, C. DENIS et Y. JOLIVET. 2012. *Géorisques côtiers, vulnérabilité et adaptation de la communauté de Nutashkuan dans un contexte de changements climatiques*. Rapport de recherche présenté au Conseil tribal Mamuitun et au ministère des Affaires autochtones et du Développement du Nord du Canada. Université du Québec à Rimouski, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, 219 p.

26 – BERNATCHEZ, P., S. FRIESINGER, C. DENIS et Y. JOLIVET. 2012. *Géorisques côtiers, vulnérabilité et adaptation de la communauté de Pessamit dans un contexte de changements climatiques*. Rapport de recherche présenté au Conseil tribal Mamuitun et au ministère des Affaires autochtones et du Développement du Nord du Canada. Université du Québec à Rimouski, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, 240 p.

27 – BERNATCHEZ, P., S. FRIESINGER, C. DENIS et Y. JOLIVET. 2012. *Géorisques côtiers, vulnérabilité et adaptation de la communauté de Uashat mak Mani-Utenam dans un contexte de changements climatiques*. Rapport de recherche présenté au Conseil tribal Mamuitun et au ministère des Affaires autochtones et du Développement du Nord du Canada. Université du Québec à Rimouski, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, 239 p.

28 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS. 2012. *Plan d'action 2013-2020 sur les changements climatiques : Le Québec en action vert 2020*. Gouvernement du Québec, 55 p. [En ligne]. [[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/changements/plan\\_action/pacc2020.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/changements/plan_action/pacc2020.pdf)].

### Que fait-on pour y remédier?

1 – LABORATOIRE DE DYNAMIQUE ET DE GESTION INTÉGRÉE DES ZONES CÔTIÈRES. « Chaire de recherche en géoscience côtière ». [En ligne]. [[http://dgizc.uqar.ca/Chaire\\_de\\_recherche.aspx](http://dgizc.uqar.ca/Chaire_de_recherche.aspx)]. Page consultée le 15 avril 2013.

2 – LABORATOIRE DE DYNAMIQUE ET DE GESTION INTÉGRÉE DES ZONES CÔTIÈRES. « Équipement et infrastructures du laboratoire ». [En ligne]. [[http://dgizc.uqar.ca/Equipements\\_et\\_infrastructures.aspx](http://dgizc.uqar.ca/Equipements_et_infrastructures.aspx)]. Page consultée le 12 mars 2013.

3 – Informations fournies pour le rapport en 2014 par l'Université du Québec à Rimouski, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières.

4 – Informations fournies pour le rapport en 2014 par le ministère de la Sécurité publique, Direction générale de la sécurité civile et de la sécurité incendie, Service de l'expertise.

5 – GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. 2012. *Stratégie gouvernementale d'adaptation aux changements climatiques 2013-2020 – Un effort collectif pour renforcer la résilience de la société québécoise*. 41 p. [En ligne].

[[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/changements/plan\\_action/strategie-adaptation2013-2020.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/changements/plan_action/strategie-adaptation2013-2020.pdf)].

6 – MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC. « Chaires de recherche subventionnées par le Ministère ». [En ligne].

[[http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/ministere/ministere/recherche\\_innovation/chaire\\_recherche#fluviale](http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/ministere/ministere/recherche_innovation/chaire_recherche#fluviale)]. Page consultée le 26 juin 2014.

7 – BERNATCHEZ, P., et J.-M. M. DUBOIS. 2004. « Bilan des connaissances de la dynamique de l'érosion des côtes du Québec maritime laurentien ». *Géographie physique et Quaternaire*, vol. 58, no 1, p. 45-71. [En ligne].

[<http://www.erudit.org/revue/gpq/2004/v58/n1/013110ar.pdf>].

8 – DREJZA, S., P. BERNATCHEZ et C. DUGAS. 2011. « Effectiveness of land management measures to reduce coastal georisks, eastern Québec, Canada ». *Ocean & Coastal Management*, vol. 54, no 4, p. 290-301.

9 – MINISTÈRE DE LA SÉCURITÉ PUBLIQUE. 2013. « Ville de Bonaventure : Une nouvelle cartographie des zones inondables et des zones de submersion ». *Inter-Action – Bulletin d'information*, vol. 4, no 2, p. 10-11. [En ligne].

[[http://www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/securite\\_civile/inter\\_action/2013/inter-action\\_vol4\\_no2\\_automne2013.pdf](http://www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/securite_civile/inter_action/2013/inter-action_vol4_no2_automne2013.pdf)].

10 – MINISTÈRE DE LA SÉCURITÉ PUBLIQUE. 2013. « Cadre de prévention des principaux risques naturels 2006-2013 : Un bilan des travaux mis en œuvre ». *Inter-Action – Bulletin d'information*, vol. 4, no 2, p. 8-9. [En ligne].

[[http://www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/securite\\_civile/inter\\_action/2013/inter-action\\_vol4\\_no2\\_automne2013.pdf](http://www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/securite_civile/inter_action/2013/inter-action_vol4_no2_automne2013.pdf)].

11 – BIRON, P., T. BUFFIN-BÉLANGER, M. LAROCQUE, S. DEMERS, T. OLSEN, M.-A. OUELLET, G. CHONÉ, C.-A. CLOUTIER et M. NEEDELMAN. 2013. *Espace de liberté : un cadre de gestion intégrée pour la conservation des cours d'eau dans un contexte de changements*. Université de Concordia et Ouranos, 167 p. [En ligne].

[[http://www.ouranos.ca/media/publication/299\\_RapportBironetal2013.pdf](http://www.ouranos.ca/media/publication/299_RapportBironetal2013.pdf)].

12 – CENTRE D'EXPERTISE HYDRIQUE DU QUÉBEC. 2014 (en préparation). *Détermination des zones inondables par une approche combinée, Rivière de la Fourche, Municipalités d'Armagh et de Notre-Dame-Auxiliatrice-de-Buckland*.

13 – COMITÉ ZIP BAIE-DES-CHALEURS, COMITÉ ZIP ÎLES-DE-LA-MADELEINE, LABORATOIRE DE DYNAMIQUE ET DE GESTION INTÉGRÉE DES ZONES CÔTIÈRES et GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. 2010. « L'érosion littorale en Gaspésie – Comprendre – Gérer – Agir ». Cahier spécial, 8 p. [En ligne]. [[http://www.strategiessl.qc.ca/pdf/cahier\\_special\\_erosion\\_2010.pdf](http://www.strategiessl.qc.ca/pdf/cahier_special_erosion_2010.pdf)].

14 – BERNATCHEZ, P., C. QUINTIN, C. FRASER, U. NEUMEIER, Y. JOLIVET, M. HOUDE-POIRIER, B. HÉTU, C. GIBEAULT, G. BOUCHER-BROSSARD et G. MARIE. 2013. *Dynamique de l'écosystème côtier de la péninsule de Penouille dans un contexte de changements climatiques – Parc national du Canada Forillon : Rapport final*. Rapport remis au parc national du Canada Forillon, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski, 410 p.

15 – BOUCHER-BROSSARD, G., et P. BERNATCHEZ. 2013. *Analyse historique et récente de l'érosion du talus côtier, secteur des Cayes, municipalité de Rivière-Saint-Jean, Côte-Nord*.

Rapport de recherche remis au ministère des Transports du Québec, Direction de la Côte-Nord, Laboratoire de dynamique et de gestion intégrée des zones côtières, Université du Québec à Rimouski, 36 p.

16 – BOYER-VILLEMAIRE, U., J. BENAVENTE, A. COOPER et P. BERNATCHEZ. 2014. « Analysis of power distribution and participation in sustainable natural hazard risk governance: a call for active participation ». *Environmental Hazards*, vol. 13, no 1, p. 38-57.

17 – BOYER-VILLEMAIRE, U., P. BERNATCHEZ, J. BENAVENTE et A. COOPER. 2014. « Quantifying community's functional awareness of coastal changes and hazards from citizen perception analysis in Canada, UK and Spain ». *Ocean & Coastal Management*, vol. 93, p. 106-120.

## Les milieux humides

### Quelle est la situation et quelles sont les causes?

1 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. 2012. *Les milieux humides et l'autorisation environnementale*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs, Direction des politiques de l'eau et Pôle d'expertise hydrique et naturel, 46 p. [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rives/milieux-humides-autorisations-env.pdf>].

2 – 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, 2<sup>e</sup> édition*. Centre de la Science et de la Biodiversité du Québec, 104 p. [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rives/Analyse-situation-milieux-humides-recommandations.pdf>].

3 – Informations fournies pour le rapport en 2013 par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction de l'écologie et de la conservation, Service de l'expertise en biodiversité.

4 – BAZOGE, A., D. LACHANCE et C. VILLENEUVE. 2014. *Identification et délimitation des milieux humides du Québec méridional*, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction de l'écologie et de la conservation et Direction des politiques de l'eau, 64 p. + annexes. [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rives/identification-delimitation-milieux-humides.pdf>]

5 – JEAN, M., G. LÉTOURNEAU et C. SAVAGE. 2005. *Les milieux humides et les plantes exotiques en eau douce – 2<sup>e</sup> édition*. Fiche issue du « Programme de suivi de l'état du Saint-Laurent ». Gouvernement du Canada et gouvernement du Québec, 8 p. [En ligne]. [[http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/publications/fiches\\_indicateurs/milieux\\_humides\\_2005\\_f.pdf](http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/publications/fiches_indicateurs/milieux_humides_2005_f.pdf)].

6 – JEAN, M., et G. LÉTOURNEAU. 2011. *Changements dans les milieux humides du fleuve Saint-Laurent de 1970 à 2002*. Environnement Canada, Direction générale des sciences et de la technologie, Monitoring et surveillance de la qualité de l'eau au Québec, Rapport technique numéro 511, 302 p. [En ligne]. [<http://www.ec.gc.ca/Publications/E7C22846-04FE-4D8C-96BA-4E8DF853101D/ChangementsDansLesMilieuxHumidesDuFleuveSaintLaurentDe1970A2002.pdf>].

7 – GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. 2013. *Le lac Saint-Pierre, un joyau à restaurer*. 28 p. [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/lac-st-pierre/doc-synthese.pdf>].

- 8 – SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON WETLANDS. 2014. *The List of Wetlands of International Importance*. 47 p. [En ligne]. [<http://www.ramsar.org/pdf/sitelist.pdf>].
- 9 – ROCHEFORT, L., A. BAZOGE, G. GARNEAU, M. JOLY, S. JUTRAS, S. PELLERIN, M. POULIN et F. POISSON. 2011. « Peatland Inventories and Conservation in Québec ». Groupe de recherche en écologie des tourbières et ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, dans le cadre du *Symposium on Responsible Peatland Management and Growing Media* tenu à Québec les 13 et 17 juin 2011, 29 p.
- 10 – ENVIRONNEMENT CANADA. 1986. *Évolution de l'utilisation des terres au Canada – Les milieux humides du Canada : une ressource à conserver*. Direction générale des terres, Feuillet d'information, vol. 86, no 4, 8 p.
- 11 – GROUPE AGECO. 2007. *Portrait et priorités du secteur maraîcher québécois*. 39 p. [En ligne]. [[http://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Publications/Portrait\\_secteurmaraicher.pdf](http://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Publications/Portrait_secteurmaraicher.pdf)].
- 12 – BUREAU DU FORESTIER EN CHEF. 2010. *Bilan d'aménagement forestier durable au Québec 2000-2008*. Gouvernement du Québec, 290 p. [En ligne]. [[http://forestierenchef.gouv.qc.ca/images/stories/BAFD/accueil/bilan\\_2000-2008.pdf](http://forestierenchef.gouv.qc.ca/images/stories/BAFD/accueil/bilan_2000-2008.pdf)].
- 13 – BERTEAUX, D., N. CASAJUS et S. DE BLOIS. 2014. *Changements climatiques et biodiversité du Québec : vers un nouveau patrimoine naturel*. Presses de l'Université du Québec, 169 p.
- 14 – THIBAUT, S., et S. PAYETTE. 2009. « Recent Permafrost Degradation in Bogs of the James Bay Area, Northern Quebec, Canada ». *Permafrost and Periglacial Processes*, vol. 20, p. 383-389. [En ligne]. [[http://www.nordiquecrsng.chaire.ulaval.ca/chaire\\_fr/PDF/Thibault\\_2009.pdf](http://www.nordiquecrsng.chaire.ulaval.ca/chaire_fr/PDF/Thibault_2009.pdf)].
- 15 – LES GOUVERNEMENTS FÉDÉRAL, PROVINCIAUX ET TERRITORIAUX DU CANADA. 2010. *Biodiversité canadienne : état et tendances des écosystèmes en 2010*. Conseils canadiens des ministres des ressources, 148 p. [En ligne]. [[http://www.biodivcanada.ca/A519F000-8427-4F8C-9521-8A95AE287753/FR\\_Biodiversité\\_canadienne\\_COMPLET.pdf](http://www.biodivcanada.ca/A519F000-8427-4F8C-9521-8A95AE287753/FR_Biodiversité_canadienne_COMPLET.pdf)].
- 16 – TOUGAS-TELLIER, M.-A., J. MORIN, D. HATIN et C. LAVOIE. 2013. *Impacts des changements climatiques sur l'expansion du roseau envahisseur dans les frayères du fleuve Saint-Laurent*. 53 p. [En ligne]. [[http://www.ouranos.ca/media/publication/168\\_RapportTEllieretal2013.pdf](http://www.ouranos.ca/media/publication/168_RapportTEllieretal2013.pdf)].

## Quels sont les effets sur vous?

- 1 – MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. 2005. *Ecosystem and Human Well-Being, Synthesis*. Washington, D.C, Island Press, 160 p. [En ligne]. [<http://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>].
- 2 – 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, 2<sup>e</sup> édition*. Centre de la science et de la biodiversité du Québec, 104 p. [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rives/Analyse-situation-milieux-humides-recommandations.pdf>].
- 3 – UICN FRANCE. 2012. *Panorama des services écologiques fournis par les milieux naturels en France – volume 1 : contexte et enjeux*. Paris, France, 47 p. [En ligne]. [[http://www.uicn.fr/IMG/pdf/Brochure\\_Panorama\\_des\\_services-vol1.pdf](http://www.uicn.fr/IMG/pdf/Brochure_Panorama_des_services-vol1.pdf)].

4 – Informations fournies pour le rapport en 2014 par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction de l'écologie et de la conservation, Service des aires protégées.

5 – REVERET, J.-P. 2013. *L'évaluation économique des biens et services écosystémiques dans un contexte de changements climatiques. Un guide méthodologique pour une augmentation de la capacité à prendre des décisions d'adaptation*. Ouranos, 218 p. [En ligne].  
[\[http://www.ouranos.ca/media/publication/277\\_RapportReveret2013.pdf\]](http://www.ouranos.ca/media/publication/277_RapportReveret2013.pdf).

6 – GROUPE AGECO. 2013. *Le capital écologique du grand Montréal : une évaluation de la valeur économique de la biodiversité des écosystèmes de la ceinture de Montréal*. Fondation David Suzuki et Nature-Action Québec, 61 p. [En ligne].  
[\[http://www.davidsuzuki.org/fr/publications/telechargements/2012/Rapport%20Ceinture%20Verte\\_BSE\\_FDS\\_web\\_Fev2013.pdf\]](http://www.davidsuzuki.org/fr/publications/telechargements/2012/Rapport%20Ceinture%20Verte_BSE_FDS_web_Fev2013.pdf).

7 – CIMON-MORIN, J. 2013. « Les milieux humides : pour une meilleure qualité de vie ». *Vecteur Environnement*, p. 17-19.

### Que fait-on pour y remédier?

1 – Informations fournies pour le rapport en 2014 par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction de l'écologie et de la conservation, Service de l'expertise en biodiversité.

2 – Informations fournies pour le rapport en 2013 par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction de l'écologie et de la conservation, Service de l'expertise en biodiversité.

3 – PAYETTE, S. et L. ROCHEFORT. 2001. *Écologie des tourbières du Québec-Labrador*. Les presses de l'Université Laval, Québec, 621 p.

4 – MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE. 2008. *Forêt rare de la Baie-Vachon*. Gouvernement du Québec, 2 p. [En ligne].  
[\[http://www.mern.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/ecosystemes-vachon.pdf\]](http://www.mern.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/ecosystemes-vachon.pdf).

5 – SOCIÉTÉ DE LA FAUNE ET DES PARCS DU QUÉBEC. 2000. *Parc du Mont Saint-Bruno – Plan directeur provisoire*. Gouvernement du Québec, 51 p. [En ligne].  
[\[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/parcs/Mt-Stbruno/plan.pdf\]](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/parcs/Mt-Stbruno/plan.pdf).

6 – LAVALLÉE, S. 2013. *Analyse de l'état actuel du droit et recommandations en vue de l'adoption d'une loi sur la conservation et la gestion durable des milieux humides au Québec – Rapport final*. Centre de la science et de la biodiversité du Québec, 65 p. [En ligne].  
[\[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rives/Analyse-etat-actuel-droit-recommandations-loi.pdf\]](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rives/Analyse-etat-actuel-droit-recommandations-loi.pdf).

7 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS. 2012. *Les milieux humides et l'autorisation environnementale*. Direction du patrimoine écologique et des parcs, Direction des politiques de l'eau et Pôle d'expertise hydrique et naturel, 46 p. [En ligne].  
[\[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rives/milieux-humides-autorisations-env.pdf\]](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rives/milieux-humides-autorisations-env.pdf).

8 – JOLY, M., S. PRIMEAU, M. SAGER et A. BAZOGE. 2008. *Guide d'élaboration d'un plan de conservation des milieux humides*. Première édition. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs, 68 p. [En ligne].  
[\[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rives/Guide\\_plan.pdf\]](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rives/Guide_plan.pdf).

## La flore et la faune aquatiques

Quelle est la situation et quelles sont les causes?

### **La flore des écosystèmes aquatiques et humides**

- 1 – MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT. 2004. Stratégie québécoise sur la diversité biologique 2004-2007 : pour la mise en œuvre au Québec de la Convention sur la diversité biologique des Nations Unies. Gouvernement du Québec, 111 p. [En ligne]. [<http://www.mdelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/2004-2007/strategie.pdf>].
- 2 – Informations fournies pour le rapport en 2013 par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction de l'écologie et de la conservation, Service de l'expertise en biodiversité.
- 3 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS. 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. Gouvernement du Québec, 8 p. et 4 annexes. [En ligne]. [<http://www.mdelcc.gouv.qc.ca/eau/rives/note-explic.pdf>].
- 4 – CONSEIL CANADIEN POUR LA CONSERVATION DES ESPÈCES EN PÉRIL. 2011. Espèces sauvages 2010 : la situation générale des espèces au Canada. Groupe de travail national sur la situation générale. 323 p. [En ligne]. [[http://publications.gc.ca/collections/collection\\_2011/ec/CW70-7-2010-fra.pdf](http://publications.gc.ca/collections/collection_2011/ec/CW70-7-2010-fra.pdf)].
- 5 – TARDIF, B., G. LAVOIE et Y. LACHANCE. 2005. Atlas de la biodiversité du Québec : les espèces menacées ou vulnérables. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du développement durable, du patrimoine écologique et des parcs, 60 p. [En ligne]. [<http://www.cdpnq.gouv.qc.ca/pdf/Atlas-biodiversite.pdf>].
- 6 – Informations fournies pour le rapport en 2012 par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques et le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec.
- 7 – CONSEIL CANADIEN POUR LA CONSERVATION DES ESPÈCES EN PÉRIL. 2011. Espèces sauvages 2010 : la situation générale des espèces au Canada. Base de données du rapport. Groupe de travail national sur la situation générale. [En ligne]. [<http://www.especessauvages.ca/wildspecies2010/downloads.cfm?lang=f>].
- 8 – COSEPAC. 2013. Espèces sauvages canadiennes en péril. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, 115 p. [En ligne]. [[http://www.cosewic.gc.ca/fra/sct0/rpt/csar\\_f\\_2013.pdf](http://www.cosewic.gc.ca/fra/sct0/rpt/csar_f_2013.pdf)].
- 9 – GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. « Règlement sur les espèces floristiques menacées ou vulnérables et leurs habitats ». [En ligne]. [[http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/E12\\_01/E12\\_01R3.HTM](http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/E12_01/E12_01R3.HTM)]. Page consultée le 31 mai 2013.
- 10 – GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. 2011. « Espèces floristiques menacées ou vulnérables et leurs habitats : modification concernant le Règlement modifiant le Règlement sur les espèces floristiques menacées ou vulnérables et leurs habitats – Décret 1299-2011 ». Gazette officielle du Québec, 28 décembre 2011, 143<sup>e</sup> année, n° 52, p. 5702-5707. [En ligne]. [<http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=1&file=56851.PDF>].

- 11 – GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. 2013. « Arrêté ministériel concernant la détermination d'une liste d'espèces floristiques menacées ou vulnérables susceptibles d'être ainsi désignées ». Arrêté du ministre du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs en date du 6 juin 2013. Gazette officielle du Québec, 145<sup>e</sup> année, n° 26, p. 2627-2632. [En ligne]. [<http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=1&file=2013F%2F59718.PDF>].
- 12 – GOUVERNEMENT DU CANADA. 2013. « Loi sur les espèces en péril (L.C. 2002, ch. 29) : annexe 1 Liste des espèces en péril ». [En ligne]. [<http://laws-lois.justice.gc.ca/fra/lois/S-15.3/page-38.html#h-39>]. Page consultée le 29 juillet 2014.
- 13 – JOLICOEUR, G., et L. COUILLARD. 2007. Plan de conservation de l'aster d'Anticosti (*Symphotrichum anticostense*) : espèce menacée au Québec. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs, 12 p. [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/aster/aster.pdf>].
- 14 – JOLICOEUR, G., et L. COUILLARD. 2007. Plan de conservation de la carmantine d'Amérique (*Justicia americana*) : espèce menacée au Québec. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs, 12 p. [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/carmanti/carmantine.pdf>].
- 15 – GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. Sans date. Jonc à tépales acuminés : espèce menacée au Québec. Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, 2 p. [En ligne]. [[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/jonc\\_tepales\\_acumines/Jonc-tepales-acumines\\_fiche.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/jonc_tepales_acumines/Jonc-tepales-acumines_fiche.pdf)].
- 16 – JOLICOEUR, G., et L. COUILLARD. 2006. Plan de conservation du carex faux-lupulina (*Carex lupuliformis*) : espèce menacée au Québec. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs, 12 p. [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/carex/Carex.pdf>].
- 17 – COUILLARD, L., et G. JOLICOEUR. 2008. Plan de conservation de l'aster du Saint-Laurent (*Symphotrichum laurentianum*) : espèce menacée au Québec. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs, 16 p. [En ligne]. [[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/aster-stlaurent/aster\\_st\\_laurent.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/aster-stlaurent/aster_st_laurent.pdf)].
- 18 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES. « Chardon écaillé ». [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/chardon/chardon.htm>]. Page consultée le 1<sup>er</sup> mai 2014.
- 19 – 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. Centre de la Science et de la Biodiversité du Québec, 104 p. [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rives/Analyse-situation-milieux-humides-recommandations.pdf>].
- 20 – UNION INTERNATIONALE POUR LA CONSERVATION DE LA NATURE. « Espèces envahissantes ». [En ligne]. [[http://www.iucn.org/fr/propos/union/secretariat/bureaux/iucnmed/programme\\_uicn\\_med/especes/especes\\_envahissantes/](http://www.iucn.org/fr/propos/union/secretariat/bureaux/iucnmed/programme_uicn_med/especes/especes_envahissantes/)]. Page consultée le 29 avril 2013.

- 21 – JOLICOEUR, G., et L. COUILLARD. 2007. Plan de conservation de la cicutaire maculée variété de Victorin (*Cicuta maculata* var. *victorinii*) : espèce menacée au Québec. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs, 16 p. [En ligne].  
[<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/cicutaire/cicutaire.pdf>].
- 22 – JOLICOEUR, G., et L. COUILLARD. 2007. Plan de conservation du gentianopsis élané variété de Victorin (*Gentianopsis procera* subsp. *macounii* var. *victorinii*) : espèce menacée au Québec. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs, 16 p. [En ligne].  
[<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/gentianopsis-victorin/gentiane-victorin.pdf>].
- 23 – DÉSILETS, P., L. COUILLARD et J. LETENDRE. 2012. Plan de conservation de la polémoine de Van Brunt (*Polemonium vanbruntiae*) : espèce menacée au Québec. Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs, 16 p. [En ligne].  
[<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/polemoine/plan-conservation.pdf>].
- 24 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES. « Gaylussaquier de Bigelow ». [En ligne].  
[<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/gaylussaquier/gaylussa.htm>]. Page consultée le 1er mai 2014.
- 25 – GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. Sans date. Listère australe : espèce menacée au Québec. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 2 p. [En ligne].  
[[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/listere\\_australe/Listere-australe-fiche.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/listere_australe/Listere-australe-fiche.pdf)].
- 26 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES. « Valériane des tourbières ». [En ligne].  
[<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/valeriane/index.htm>]. Page consultée le 1<sup>er</sup> mai 2014.
- 27 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES. « Arisème dragon ». [En ligne].  
[<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/ariseme/ariseme.htm>]. Page consultée le 1<sup>er</sup> mai 2014.
- 28 – JOLICOEUR, G., et L. COUILLARD. 2008. Plan de conservation de l'ériocaulon de Parker (*Eriocaulon parkeri*) : espèce menacée au Québec. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs, 12 p. [En ligne].  
[<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/ericaulon/ericaulon.pdf>].
- 29 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES. « Vergerette de Provancher ». [En ligne].  
[<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/vergerette/index.htm>]. Page consultée le 1er mai 2014.
- 30 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES. « Gentianopsis de Macoun ». [En ligne].  
[<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/gentianopsis-macoun/genti-macoun.htm>]. Page consultée le 26 juin 2014.

31 – JOLICOEUR, G., et L. COUILLARD. 2006. Plan de conservation de la sagittaire à sépales dressées sous-espèce des estuaires (*Sagittaria montevidensis* subsp. *spongiosa*) : espèce menacée au Québec. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs, 12 p. [En ligne].

[<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/sagittaire/Sagittaire.pdf>].

32 – LAVOIE, C. 2012. « Le roseau envahisseur : le passé, le présent et le futur ». Dans Forum science environnement (46<sup>e</sup>), tenu à Québec, le 5 décembre 2012.

33 – GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. Sans date. Scirpe de Pursh : espèce menacée au Québec. Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs. 2 p. [En ligne].

[[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/scirpe\\_pursh/scirpe\\_pursh\\_fiche.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/scirpe_pursh/scirpe_pursh_fiche.pdf)].

### **La faune des écosystèmes aquatiques et humides**

1 – MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT. 2004. *Stratégie québécoise sur la diversité biologique 2004-2007 : pour la mise en œuvre au Québec de la Convention sur la diversité biologique des Nations Unies*. Gouvernement du Québec, 111 p. [En ligne].

[<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/2004-2007/strategie.pdf>].

2 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. « Faune vertébrée du Québec : liste de la faune vertébrée ». Mise à jour du ministère des Ressources naturelles et de la Faune – septembre 2009. [En ligne].

[<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/faune/verteebree/>]. Page consultée le 12 décembre 2013.

3 – Informations fournies pour le rapport en 2014 par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction générale de l'expertise sur la faune et ses habitats, Direction de la biodiversité et des maladies de la faune.

4 – Informations fournies pour le rapport en 2013 par Environnement Canada, Service canadien de la faune, Section conservation des populations.

5 – MORA, C., D. P. TITTENSOR, S. ADL, A. G. B. SIMPSON et B. WORM. 2011. « How Many Species Are There on Earth and in the Ocean? ». *PLOS Biology*, vol. 9, no 8, p. 1-8. [En ligne].

[<http://www.plosbiology.org/article/fetchObject.action?uri=info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pbio.1001127&representation=PDF>].

6 – GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. « Règlement sur les espèces fauniques menacées ou vulnérables et leurs habitats ». [En ligne].

[[http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/E12\\_01/E12\\_01R2.HTM](http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/E12_01/E12_01R2.HTM)]. Page consultée le 31 mai 2013.

7 – GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. 2010. « Arrêté ministériel concernant la détermination d'une liste d'espèces de la faune menacées ou vulnérables susceptibles d'être ainsi désignées – Arrêté ministériel 2010-007 ». *Gazette officielle du Québec*, p. 870-876. [En ligne].

[<http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=1&file=2010F%2F53233.PDF>].

8 – Informations fournies pour le rapport en 2012 par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques et le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec.

- 9 – GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. 2014. « Loi sur les espèces menacées ou vulnérables ». [En ligne].  
[[http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/E12\\_01/E12\\_01.htm](http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/E12_01/E12_01.htm)]. Page consultée le 20 mars 2014.
- 10 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. 2012. *Indice d'intégrité biotique basé sur les macroinvertébrés benthiques et son application en milieu agricole : cours d'eau peu profonds à substrat grossier*. Direction du suivi de l'état de l'environnement, 81 p. [En ligne].  
[[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco\\_aqua/macroinvertebre/indice-integrite/rapport-agricole-substrat-grossier.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/macroinvertebre/indice-integrite/rapport-agricole-substrat-grossier.pdf)].
- 11 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. 2012. *Élaboration d'un indice d'intégrité biotique basé sur les macroinvertébrés benthiques et mise en application en milieu agricole : cours d'eau peu profonds à substrat meuble*. Direction du suivi de l'état de l'environnement, 62 p. [En ligne].  
[[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco\\_aqua/macroinvertebre/indice-integrite/rapport-substrat-meuble.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/macroinvertebre/indice-integrite/rapport-substrat-meuble.pdf)].
- 12 – Informations fournies pour le rapport en 2013 par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Service de l'information sur les milieux aquatiques.
- 13 – PLAN D'ACTION SAINT-LAURENT 2011-2026. « Mise à jour sur les indicateurs du suivi de l'état du Saint-Laurent : biomonitoring (salle A) ». [En ligne]. [[http://planstlaurent.qc.ca/fr/suivi\\_de\\_letat/rendez\\_vous\\_saint\\_laurent/actes\\_du\\_rendez\\_vous\\_saint\\_laurent\\_2013/mise\\_a\\_jour\\_sur\\_les\\_indicateurs\\_du\\_suivi\\_de\\_letat\\_du\\_saint\\_laurent\\_biomonitoring\\_salle\\_a.html](http://planstlaurent.qc.ca/fr/suivi_de_letat/rendez_vous_saint_laurent/actes_du_rendez_vous_saint_laurent_2013/mise_a_jour_sur_les_indicateurs_du_suivi_de_letat_du_saint_laurent_biomonitoring_salle_a.html)]. Page consultée le 1<sup>er</sup> mai 2014.
- 14 – MOISAN, J. 2010. *Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec, 2010 : surveillance volontaire des cours d'eau peu profonds*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, 82 p. [En ligne].  
[[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco\\_aqua/macroinvertebre/guide.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/macroinvertebre/guide.pdf)].
- 15 – PAQUET, A., N. DESROSIERS et A. L. MARTEL. En préparation. *Rapport sur la situation de l'anodonte du gaspareau (Anodonta imbecilis) au Québec*. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Faune Québec, xx p.
- 16 – PAQUET, A., I. PICARD, F. CARON et S. ROUX. 2005. « Les mulettes au Québec ». *Le Naturaliste canadien*, vol. 129, no 1, p. 78-85. [En ligne].  
[<http://www.cdpnq.gouv.qc.ca/pdf/article-mulettes.pdf>].
- 17 – MARTEL, A. L., J. LAURIAULT et J. MADILL. 2010. *Projet sur la biodiversité de la rivière Frenchman : mollusques (bivalves et gastéropodes)*. Musée canadien de la nature et gouvernement du Canada, 25 p. [En ligne].  
[[http://mail.nature.ca/sites/default/files/docs/research/2010/frbp\\_f.pdf](http://mail.nature.ca/sites/default/files/docs/research/2010/frbp_f.pdf)].
- 18 – WILLIAMS, J. D., M. L. WARREN Jr., K. S. CUMMINGS, J. L. HARRIS et R. J. NEVES. 1993. « Conservation Status of Freshwater Mussels of the United States and Canada ». *Fisheries*, vol. 18, no 9, p. 6-22.

- 19 – METCALFE-SMITH, J. L., et B. CUDMORE-VOKEY. 2004. *National general status assessment of freshwater mussels (Unionacea)*. Environnement Canada, National Water Research Institute Contribution, 163 p.
- 20 – COSEPAC. 2013. *Espèces sauvages canadiennes en péril*. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, 115 p. [En ligne]. [[http://www.cosewic.gc.ca/fra/sct0/rpt/csar\\_f\\_2013.pdf](http://www.cosewic.gc.ca/fra/sct0/rpt/csar_f_2013.pdf)].
- 21 – GOUVERNEMENT DU CANADA. 2013. « Loi sur les espèces en péril (L.C. 2002, ch. 29) : annexe 1 Liste des espèces en péril ». [En ligne]. [<http://laws-lois.justice.gc.ca/fra/lois/S-15.3/page-38.html#h-39>]. Page consultée le 29 juillet 2014.
- 22 – MCMAHON, R. F. 1991. « Mollusca : bivalvia », p. 315-399. Dans *Ecology and classification of North American invertebrates*. Thorp, J. H., et A. P. Covich (éditeurs), Academic Press Inc., 911 p.
- 23 – ENVIRONNEMENT CANADA. « Saint-Laurent (fleuve) à Lanoraie (02OB011) ». [En ligne]. [<http://www.wsc.ec.gc.ca/applications/H2O/graph-fra.cfm?yearb=&yeare=&station=02OB011&report=daily&year=2012>]. Page consultée le 9 juin 2014.
- 24 – NAIMO, T. J. 1995. « A review of the effects of heavy metals on freshwater mussels ». *Ecotoxicology*, vol. 4, no 6, p. 341-362.
- 25 – COSEPAC. 2011. *Évaluation et rapport de situation du COSEPAC sur l'obovarie olivâtre (Obovaria olivaria) au Canada*. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, 52 p. [En ligne]. [[http://www.sararegistry.gc.ca/virtual\\_sara/files/cosewic/sr\\_obovarie\\_olivatre\\_0911\\_fra.pdf](http://www.sararegistry.gc.ca/virtual_sara/files/cosewic/sr_obovarie_olivatre_0911_fra.pdf)].
- 26 – RICCIARDI, A., F. G. WHORISKEY et J. B. RASMUSSEN. 1996. « Impact of the Dreissena invasion on native unionid bivalves in the upper St. Lawrence River ». *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 53, p. 1434-1444.
- 27 – BERGERON, J. F., et J. BROUSSEAU. 1981. *Guide des poissons d'eau douce du Québec*. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction générale de la Faune, 217 p.
- 28 – PÊCHES ET OCÉANS CANADA. « Poissons diadromes ». [En ligne]. [<http://www.glf.dfo-mpo.gc.ca/Golfe/Qui-nous-sommes/Ecosysteme/Poissons-diadromes>]. Page consultée le 24 mars 2014.
- 29 – 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, 55 p. [En ligne]. [<http://www.mern.gouv.qc.ca/publications/faune/plan-retablissement-chevalier.pdf>].
- 30 – 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, 42 p. [En ligne]. [[http://www.sararegistry.gc.ca/virtual\\_sara/files/cosewic/sr\\_copper\\_redhorse\\_f.pdf](http://www.sararegistry.gc.ca/virtual_sara/files/cosewic/sr_copper_redhorse_f.pdf)].
- 31 – MINGELBIER, M., Y. REYJOL, P. DUMONT, Y. MAILHOT, P. BRODEUR, D. DESCHAMPS et C. CÔTÉ. 2008. *Les communautés de poissons d'eau douce dans le Saint-Laurent – 2<sup>e</sup> édition*. Fiche issue du « Programme de suivi de l'état du Saint-Laurent ». Gouvernement du Canada et gouvernement du Québec, 8 p. [En ligne].

[[http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/site\\_documents/documents/SESL/Communautes\\_poissons\\_2008\\_f.pdf](http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/site_documents/documents/SESL/Communautes_poissons_2008_f.pdf)].

32 – COSEPAC. 2009. *Évaluation et rapport de situation du COSEPAC sur le dard de sable (Ammocrypta pellucida) au Canada*. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, 52 p. [En ligne]. [[http://publications.gc.ca/collections/collection\\_2011/ec/CW69-14-69-2010-fra.pdf](http://publications.gc.ca/collections/collection_2011/ec/CW69-14-69-2010-fra.pdf)].

33 – COSEPAC. 2007. *Évaluation et rapport de situation du COSEPAC sur la lamproie du Nord (Ichthyomyzon fossor) (populations des Grands Lacs - du haut Saint-Laurent et population de la Saskatchewan – Nelson) au Canada – Mise à jour*. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, 34 p. [En ligne]. [[http://publications.gc.ca/collections/collection\\_2007/ec/CW69-14-520-2007F.pdf](http://publications.gc.ca/collections/collection_2007/ec/CW69-14-520-2007F.pdf)].

34 – ÉQUIPE DE RÉTABLISSEMENT DE L'ÉPERLAN ARC-EN-CIEL DU QUÉBEC. 2008. *Plan de rétablissement de l'éperlan arc-en-ciel (Osmerus mordax) au Québec, population du sud de l'estuaire du Saint-Laurent – Mise à jour 2008-2012*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Faune Québec, 48 p. [En ligne]. [<http://www.mern.gouv.qc.ca/publications/faune/plan-retablissement-eperlan.pdf>].

35 – COSEPAC. 2012. *Évaluation et rapport de situation du COSEPAC sur l'anguille d'Amérique (Anguilla rostrata) au Canada*. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, 127 p. [En ligne].

[[http://www.sararegistry.gc.ca/virtual\\_sara/files/cosewic/sr\\_anguille\\_amer\\_eel\\_1012\\_f.pdf](http://www.sararegistry.gc.ca/virtual_sara/files/cosewic/sr_anguille_amer_eel_1012_f.pdf)].

36 – ÉQUIPE DE RÉTABLISSEMENT DE L'ALOSE SAVOUREUSE. 2001. *Plan d'action pour le rétablissement de l'alose savoureuse (Alosa sapidissima Wilson) au Québec*. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction du développement de la faune, 27 p. [En ligne].

[[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/faune/publications/plan\\_action\\_alose.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/faune/publications/plan_action_alose.pdf)].

37 – PÊCHES ET OCÉANS CANADA. 2012. *Programme de rétablissement du chevalier cuivré (Moxostoma hubbsi) au Canada*. Gouvernement du Canada, 64 p. [En ligne].

[[http://www.registrelep.gc.ca/virtual\\_sara/files/plans/rs\\_chevalier\\_cuivre\\_copper\\_redhorse\\_0612\\_f.pdf](http://www.registrelep.gc.ca/virtual_sara/files/plans/rs_chevalier_cuivre_copper_redhorse_0612_f.pdf)].

38 – PÊCHES ET OCÉANS CANADA. 2014. *Programme de rétablissement du dard de sable (Ammocrypta pellucida), populations du Québec au Canada*. Gouvernement du Canada, 50 p. [En ligne].

[[http://www.registrelep.gc.ca/virtual\\_sara/files/plans/rs\\_dard\\_sable\\_esd\\_qc\\_0414\\_f.pdf](http://www.registrelep.gc.ca/virtual_sara/files/plans/rs_dard_sable_esd_qc_0414_f.pdf)].

39 – MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS. 2014. « Données du Réseau de suivi ichtyologique (RSI) ». Direction générale de l'expertise sur la faune et ses habitats, Direction de la faune aquatique.

40 – Informations fournies pour le rapport en 2014 par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction générale de l'expertise sur la faune et ses habitats, Direction de la faune aquatique.

41 – MAGNAN, P., Y. MAILHOT et P. DUMONT. 2008. *État du stock de perchaude du lac Saint-Pierre en 2007 et efficacité du plan de gestion de 2005*. Comité avisier scientifique sur la gestion de la perchaude du lac Saint-Pierre, Université du Québec à Trois-Rivières et ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, 28 p. et 2 annexes. [En ligne].

[<http://www.fishfactor.tv/documents/Perch-Perchaude/perchaude.pdf>].

- 42 – BRODEUR, P., M. MINGELBIER et J. MORIN. 2006. « Impact de la régularisation du débit des Grands Lacs sur l'habitat de reproduction des poissons dans la plaine inondable du fleuve Saint-Laurent ». *Le Naturaliste canadien*, vol. 130, no 1, p. 60-68. En ligne [<ftp://ftp.mrn.gouv.qc.ca/Public/Defh/Publications/Archives/Brodeur%20et%20al%202006%20NatCan.pdf>].
- 43 – MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE. 2011. *Plan de gestion du doré au Québec 2011-2016 : pour une pêche durable et de qualité*. Gouvernement du Québec, 8 p. [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/faune/publications/peche/plan-gestion-dore.pdf>].
- 44 – CARON, F., P. DUMONT, Y. MAILHOT et G. VERREAULT. 2007. « L'anguille au Québec, une situation préoccupante ». *Le Naturaliste canadien*, vol. 131, no 1, p. 59-66. [En ligne]. [[ftp://ftp.mrn.gouv.qc.ca/Public/Defh/Publications/Archives/Caron%20et%20al%202007\\_Anguille%20Nat%20Can.pdf](ftp://ftp.mrn.gouv.qc.ca/Public/Defh/Publications/Archives/Caron%20et%20al%202007_Anguille%20Nat%20Can.pdf)].
- 45 – ROBITAILLE, J., M. BÉRUBÉ, A. GOSELIN, M. BARIL, J. BEAUCHAMP, J. BOUCHER, S. DIONNE, M. LEGAULT, Y. MAILHOT, B. OUELLET, P. SIROIS, S. TREMBLAY, G. TRENCIA, G. VERREAULT et D. VILLENEUVE. 2011. *Programme de rétablissement du bar rayé (Morone saxatilis), population de l'estuaire du Saint-Laurent, Canada*. Gouvernement du Canada, 52 p. [En ligne]. [[http://publications.gc.ca/collections/collection\\_2012/mpo-dfo/En3-4-105-2011-fra.pdf](http://publications.gc.ca/collections/collection_2012/mpo-dfo/En3-4-105-2011-fra.pdf)].
- 46 – COSEPAC. 2012. *Évaluation et rapport de situation du COSEPAC sur le bar rayé (Morone saxatilis) au Canada*. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, 86 p. [En ligne]. [[http://publications.gc.ca/collections/collection\\_2013/ec/CW69-14-665-2013-fra.pdf](http://publications.gc.ca/collections/collection_2013/ec/CW69-14-665-2013-fra.pdf)].
- 47 – ARVISAIS, M., D. NADEAU, M. LEGAULT, H. FOURNIER, F. BOUCHARD et Y. PARADIS. 2012. *Plan de gestion du doré au Québec 2011-2016 : pour une pêche durable et de qualité*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Direction générale de l'expertise sur la faune et ses habitats, Direction de la faune aquatique, 73 p. [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/faune/publications/peche/plan-gestion-dore2011-2016.pdf>].
- 48 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. 2013. *Status of Atlantic salmon Stocks in Québec in 2012*. Working paper 2013. International Council for the Exploration of the Sea. 20 p.
- 49 – FRIEDLAND, K. D., D. G. REDDIN et M. CASTONGUAY. 2003. « Ocean thermal conditions in the post-smolt nursery of North American Atlantic salmon ». *ICES Journal of Marine Science*, vol. 60, no 2, p. 343-355.
- 50 – MILLS, K. E., A. J. PERSHING, T. F. SHEEHAN et D. MOUNTAIN. 2013. « Climate and ecosystem linkages explain widespread declines in North American Atlantic salmon populations ». *Global Change Biology*, vol. 19, no 10, p. 3046-3061.
- 51 – LACROIX, G. L. 2014. « Large pelagic predators could jeopardize the recovery of endangered Atlantic salmon ». *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 71, no 3, p. 343-350.
- 52 – DUTIL, J. D., C. NOZÈRES, P.-M. SCALLON-CHOUINARD, L. VAN GUELPEL, D. BERNIER, S. PROULX, R. MILLER et C. SAVENKOFF. 2009. « Poissons connus et méconnus des fonds marins du Saint-Laurent ». *Le Naturaliste canadien*, vol. 133, no 2, p. 70-82. [En ligne]. [[http://www.provancher.qc.ca/upload/file/133\\_2%20p%2070-82%20coul.pdf](http://www.provancher.qc.ca/upload/file/133_2%20p%2070-82%20coul.pdf)].
- 53 – PÊCHES ET OCÉANS CANADA. 2010. *Rapport sur l'état et les tendances des écosystèmes marins canadiens en 2010*. Gouvernement du Canada, Secrétariat canadien de consultation

scientifique du MPO, 43 p. [En ligne]. [[http://www.dfo-mpo.gc.ca/CSAS/Csas/publications/saras/2010/2010\\_030\\_f.pdf](http://www.dfo-mpo.gc.ca/CSAS/Csas/publications/saras/2010/2010_030_f.pdf)].

54 – BENOÎT, H. P., J. A. GAGNÉ, C. SAVENKOFF, P. OUELLET et M.-N. BOURASSA (éditeurs). 2012. Rapport sur l'état des océans pour la zone de gestion intégrée du golfe du Saint-Laurent (GIGSL). Pêches et Océans Canada, Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques 2986, 79 p. [En ligne]. [<http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/346696.pdf>]

55 – DUFOUR, R., et P. OUELLET. 2007. *Rapport d'aperçu et d'évaluation de l'écosystème marin de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent*. Pêches et Océans Canada, 123 p. [En ligne]. [<http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/329838.pdf>].

56 – COSEPAC. 2010. *Évaluation et rapport de situation du COSEPAC sur la morue franche (Gadus morhua) au Canada*. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, 87 p. [En ligne]. [[http://www.sararegistry.gc.ca/virtual\\_sara/files/cosewic/sr\\_Atlantic\\_cod\\_0810\\_f.pdf](http://www.sararegistry.gc.ca/virtual_sara/files/cosewic/sr_Atlantic_cod_0810_f.pdf)].

57 – SWAIN, D. P., et G. A. CHOUINARD. 2008. « Predicted extirpation of the dominant demersal fish in a large marine ecosystem: Atlantic cod (*Gadus morhua*) in the southern Gulf of St. Lawrence ». *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 65, p. 2315-2319. [[http://www.nrcresearchpress.com/doi/pdf/10.1139/F08-175?origin=publication\\_detail](http://www.nrcresearchpress.com/doi/pdf/10.1139/F08-175?origin=publication_detail)].

58 – COSEPAC. 2003. *Évaluation et rapport de situation du COSEPAC sur le brosme (Brosme brosme) au Canada*. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, 33 p. [En ligne]. [[http://www.sararegistry.gc.ca/virtual\\_sara/files/cosewic/sr\\_cusk\\_f.pdf](http://www.sararegistry.gc.ca/virtual_sara/files/cosewic/sr_cusk_f.pdf)].

59 – COSEPAC. 2005. *Évaluation et rapport de situation du COSEPAC sur la raie tachetée (Leucoraja ocellata) au Canada*. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, 47 p. [En ligne]. [<http://publications.gc.ca/collections/Collection/CW69-14-439-2005F.pdf>].

60 – KULKA, D., C. HOOD et J. HUNTINGTON. 2007. *Programme de rétablissement du loup à tête large (Anarhichas denticulatus) et du loup tacheté (Anarhichas minor) et plan de gestion du loup atlantique (Anarhichas lupus) au Canada – Projet*. Pêches et Océans Canada, 115 p. [En ligne]. [[http://www.sararegistry.gc.ca/virtual\\_sara/files/plans/rs\\_Atlantic\\_Northern\\_and\\_Spotted\\_Wolf\\_fish\\_0607\\_f.pdf](http://www.sararegistry.gc.ca/virtual_sara/files/plans/rs_Atlantic_Northern_and_Spotted_Wolf_fish_0607_f.pdf)].

61 – ATLAS DES AMPHIBIENS ET REPTILES DU QUÉBEC. « Tortue serpentine ». [En ligne]. [[http://www.atlasamphibiensreptiles.qc.ca/index.php?option=com\\_content&view=article&id=27&Itemid=36](http://www.atlasamphibiensreptiles.qc.ca/index.php?option=com_content&view=article&id=27&Itemid=36)]. Page consultée le 20 novembre 2012.

62 – ATLAS DES AMPHIBIENS ET REPTILES DU QUÉBEC. « Tortue peinte ». [En ligne]. [[http://www.atlasamphibiensreptiles.qc.ca/index.php?option=com\\_content&view=article&id=29&Itemid=38](http://www.atlasamphibiensreptiles.qc.ca/index.php?option=com_content&view=article&id=29&Itemid=38)]. Page consultée le 20 novembre 2012.

63 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. « Liste des espèces fauniques menacées ou vulnérables au Québec : tortue luth ». [En ligne]. [<http://www3.mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/menacees/fiche.asp?noEsp=73>]. Page consultée le 15 juillet 2013.

64 – COSEPAC. 2012. *Évaluation et rapport de situation du COSEPAC sur la tortue luth (Dermochelys coriacea) au Canada*. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, 63 p. [En ligne]. [[http://www.sararegistry.gc.ca/virtual\\_sara/files/cosewic/sr\\_tortue\\_luth\\_lthrbk\\_sea\\_turtle\\_1012\\_f.pdf](http://www.sararegistry.gc.ca/virtual_sara/files/cosewic/sr_tortue_luth_lthrbk_sea_turtle_1012_f.pdf)].

- 65 – LEFEBVRE, J. 2012. *Estimation de la population printanière de la Grande Oie des neiges dans le sud du Québec en 2012*. Environnement Canada, Service canadien de la faune, 4 p. Cité dans « Situation des populations des oiseaux migrateurs considérés comme gibier au Canada – Novembre 2012 ». Environnement Canada, Service canadien de la faune, Comité sur la sauvagine. [En ligne]. [<http://www.ec.gc.ca/rcom-mbhr/default.asp?lang=Fr&n=FA0C89D3-1>]. Page consultée le 18 juillet 2013.
- 66 – LEPAGE, C., et D. BORDAGE. 2013. *État des populations de sauvagine du Québec, 2009*. Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec, Série de rapports techniques no 525, 250 p.
- 67 – COMITÉ DE CONCERTATION SUIVI DE L'ÉTAT DU 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, 28 p. [En ligne]. [[http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/publications/portrait/portrait\\_global\\_2008\\_f.pdf](http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/publications/portrait/portrait_global_2008_f.pdf)].
- 68 – WESELOH, D.V.C. 2011. *Tendances relatives aux oiseaux aquatiques coloniaux de l'arrière-pays et aux oiseaux de marais au Canada : biodiversité canadienne – État et tendances des écosystèmes en 2010*. Conseils canadiens des ministres des ressources, 40 p. [En ligne]. [[http://www.speciesatrisk.ca/resource/DOCUMENT/5375No.18\\_Waterbirds\\_Oct2012\\_F.pdf](http://www.speciesatrisk.ca/resource/DOCUMENT/5375No.18_Waterbirds_Oct2012_F.pdf)].
- 69 – MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES. 2013. *Restauration du stock de perchaudes du lac Saint-Pierre : bilan des essais de contrôle par abattage du cormoran à aigrettes réalisés au lac Saint Pierre en 2012*. Direction générale de la Mauricie et du Centre-du-Québec, 4 p. [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/faune/publications/peche/Bilan-essais-contrôle-abattage-cormoran-aigrettes-lacSt-Pierre2012.pdf>].
- 70 – THOMAS, P., et M. ROBERT. 2001. *Updated COSEWIC status report of the eastern Canada Harlequin Duck (*Histrionicus histrionicus*)*. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada (COSEWIC). Cité dans État des populations de sauvagine du Québec, 2009. Lepage C. et D. Bordage (éditeurs). Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec, Série de rapports techniques no 525, 250 p.
- 71 – DESROSIERS, A. 2003. *Inventaire des héronnières du Québec – étés 2001 et 2002*. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de la recherche sur la faune, 32 p.
- 72 – CHAMPOUX, L. 2009. *Le grand héron : une espèce sentinelle du fleuve – 2<sup>e</sup> édition*. Fiche issue du « Programme de suivi de l'état du Saint-Laurent ». Gouvernement du Canada et gouvernement du Québec, 6 p. [En ligne]. [[http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/site\\_documents/documents/PDFs\\_accessible/Grand\\_heron\\_2008\\_f\\_01\\_FINAL\\_v1.0.pdf](http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/site_documents/documents/PDFs_accessible/Grand_heron_2008_f_01_FINAL_v1.0.pdf)].
- 73 – DUPUY, P., et F. RENAUD. 2010. *Inventaire des héronnières de la région des Laurentides, été 2007*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Unité de gestion des ressources naturelles et de la faune des Laurentides et Direction de l'expertise Faune-Forêts-Mines-Territoire de l'Estrie-Montréal-Montérégie et de Laval-Lanaudière-Laurentides, 53 p. [En ligne]. [<http://www.mern.gouv.qc.ca/publications/laurentides/heronnieres.pdf>].
- 74 – CHAPDELAIN, G., et J.-F. RAIL. 2005. *Les oiseaux de mer : des espèces sentinelles du golfe – 2<sup>e</sup> édition*. Fiche issue du « Programme de suivi de l'état du Saint-Laurent ». Gouvernement du Canada et gouvernement du Québec, 6 p. [En ligne].

[[http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/site\\_documents/documents/SESL/Oiseaux\\_mer\\_2005\\_f.pdf](http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/site_documents/documents/SESL/Oiseaux_mer_2005_f.pdf)].

75 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. « Liste des espèces fauniques menacées ou vulnérables au Québec : grèbe esclavon ». [En ligne]. [<http://www3.mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/menacees/fiche.asp?noEsp=6>]. Page consultée le 27 mars 2014.

76 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. « Liste des espèces fauniques menacées ou vulnérables au Québec : pluvier siffleur ». [En ligne]. [<http://www3.mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/menacees/fiche.asp?noEsp=8>]. Page consultée le 8 août 2013.

77 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. « Liste des espèces fauniques menacées ou vulnérables au Québec : sterne de Dougall ». [En ligne]. [<http://www3.mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/menacees/fiche.asp?noEsp=43>]. Page consultée le 15 juillet 2013.

78 – COSEPAC. 2009. *Évaluation et rapport de situation du COSEPAC sur le grèbe esclavon (Podiceps auritus), population de l'Ouest et population des îles de la Madeleine au Canada*. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, 47 p. [En ligne]. [[http://publications.gc.ca/collections/collection\\_2009/ec/CW69-14-575-2009F.pdf](http://publications.gc.ca/collections/collection_2009/ec/CW69-14-575-2009F.pdf)].

79 – ROBERT, M. 2013. « Garrot d'Islande », p. 198-202. Dans *État des populations de sauvagine du Québec, 2009*. Lepage C. et D. Bordage (éditeurs). Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec, Série de rapports techniques no 525, 250 p.

80 – ENVIRONNEMENT CANADA. 2013. *Plan de gestion du Garrot d'Islande (Bucephala islandica), population de l'Est, au Canada*. Environnement Canada, 16 p. [En ligne]. [[http://publications.gc.ca/collections/collection\\_2013/ec/En3-5-27-2013-fra.pdf](http://publications.gc.ca/collections/collection_2013/ec/En3-5-27-2013-fra.pdf)].

81 – ROCK, J. 2013. *Vue d'ensemble à l'échelle régionale de 2012 – Pluvier siffleur*. Service canadien de la faune, 12 p.

82 – COSEPAC. 2009. *Évaluation et rapport de situation du COSEPAC sur le râle jaune (Coturnicops noveboracensis) au Canada*. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, 36 p. [En ligne]. [[http://publications.gc.ca/collections/collection\\_2011/ec/CW69-14-408-2010-fra.pdf](http://publications.gc.ca/collections/collection_2011/ec/CW69-14-408-2010-fra.pdf)].

83 – COSEPAC. 2009. *Évaluation et rapport de situation du COSEPAC sur le Petit Blongios (Ixobrychus exilis) au Canada – Mise à jour*. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, 42 p. [En ligne]. [[http://publications.gc.ca/collections/collection\\_2009/ec/CW69-14-409-2009F.pdf](http://publications.gc.ca/collections/collection_2009/ec/CW69-14-409-2009F.pdf)].

84 – ALVO, R., et M. ROBERT. 1999. *Rapport de situation du COSEPAC sur le Râle jaune (Coturnicops noveboracensis) au Canada*. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, p. 1-68. Cité dans *Plan de gestion du râle jaune (Coturnicops noveboracensis) au Canada*. Environnement Canada (éditeurs). 2013, Série de Plans de gestion de la Loi sur les espèces en péril. Environnement Canada, 26 p. [En ligne]. [[http://www.sararegistry.gc.ca/virtual\\_sara/files/plans/mp\\_yellow\\_rail\\_f\\_final.pdf](http://www.sararegistry.gc.ca/virtual_sara/files/plans/mp_yellow_rail_f_final.pdf)].

85 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. « Liste des espèces fauniques menacées ou vulnérables au Québec : râle jaune ». [En

ligne]. [<http://www3.mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/menacees/fiche.asp?noEsp=41>]. Page consultée le 15 juillet 2013.

86 – RAIL, J.-F. 2009. *Les oiseaux marins et coloniaux des Îles-de-la-Madeleine : statuts et tendances des populations*. Série de rapports techniques no 502, Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec, 65 p. [En ligne].

[<http://bibvir2.uqac.ca/archivage/030145457.pdf>].

87 – COSEPAC. 2009. *Évaluation et rapport de situation du COSEPAC sur la Sterne de Dougall (Sterna dougallii) au Canada – Mise à jour*. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, 55 p. [En ligne].

[[http://www.sararegistry.gc.ca/virtual\\_sara/files/cosewic/sr\\_roseate\\_Tern\\_0809\\_f.pdf](http://www.sararegistry.gc.ca/virtual_sara/files/cosewic/sr_roseate_Tern_0809_f.pdf)].

88 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. « Liste des espèces fauniques menacées ou vulnérables au Québec : sterne caspienne ». [En ligne]. [<http://www3.mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/menacees/fiche.asp?noEsp=42>]. Page consultée le 5 août 2013.

89 – GASTON, A. J., D. F. BERTRAM, A. W. BOYNE, J. W. CHARDINE, G. DAVOREN, A. W. DIAMOND, A. HEDD, W. A. MONTEVECCHI, J. M. HIPFNER, M. J. F. LEMON, M. L. MALLORY, J.-F. RAIL et G. J. ROBERTSON. 2009. « Changes in Canadian seabird population and ecology since 1970 in relation to changes in oceanography and food webs ». *Environmental Review*, vol. 17, p. 267-286. [En ligne].

[<http://www.sfu.ca/biology/wildberg/papers/GastonetalEnvironRev09.pdf>].

90 – CHAPELAINE, G., et J.-F. RAIL. 1997. « Relationship between cod fishery activities and the population of herring gulls on the North Shore of the Gulf of St Lawrence, Québec, Canada ». *ICES Journal of Marine Science*, vol. 54, p. 708-713. [En ligne].

[<http://icesjms.oxfordjournals.org/content/54/4/708.full.pdf>].

91 – RAIL, J.-F., L. CHAMPOUX, R. A. LAVOIE et G. CHAPDELAINE. 2013. *Suivi de la population et de la contamination du Fou de Bassan au Québec, 1966-2009*. Série de rapports techniques no 528, Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec, 77 p. + annexes.

92 – MONTEVECCHI, B., J. CHARDINE, J.-F. RAIL, S. GARTHE, D. PELLETIER, P. REGULAR, C. BURKE, A. HEDD, L. MCFARLANE TRANQUILLA, S. BENNETT, C. MOONEY, K. POWER, H. HOGAN, P.-Y. DAOUST, J. LAWSON, L. ROGERS, S. WILHELM, M. MONTEVECCHI et A. LANG. 2013. « Extreme Event in a Changing Ocean Climate: Warm-Water Perturbation of 2012 Influences Breeding Gannets and Other Marine Animals in the Northwest Atlantic and Gulf of St. Lawrence ». *The Osprey*, vol. 44, no 2, p. 14-19.

93 – SERVICE CANADIEN DE LA FAUNE et FÉDÉRATION CANADIENNE DE LA FAUNE. « Le rat musqué ». [En ligne]. [<http://www.hww.ca/fr/especes/mammiferes/le-rat-musque.html>]. Page consultée le 11 juin 2013.

94 – LAFOND, R., et C. PILON. 2004. « Abondance du castor (*Castor canadensis*) au Québec : bilan d'un programme d'inventaire aérien ». *Le Naturaliste canadien*, vol. 128, no 1, p. 43-51. [En ligne]. [[http://www.provancher.qc.ca/upload/file/128\\_1%20p%2043-51.pdf](http://www.provancher.qc.ca/upload/file/128_1%20p%2043-51.pdf)].

95 – CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC. 2006. *Paramètres d'exposition chez les mammifères – Vison d'Amérique*. Ministère du Développement durable, de

l'Environnement et des Parcs du Québec, 17 p. [En ligne].

[[http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/ecotoxicologie/mammifere/vison\\_amerique.pdf](http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/ecotoxicologie/mammifere/vison_amerique.pdf)].

96 – Informations fournies pour le rapport en 2013 par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction générale de l'expertise sur la faune et ses habitats, Direction de la faune terrestre et de l'avifaune.

97 – COSEPAC. 2004. *Évaluation et rapport de situation du COSEPAC sur le béluga (Delphinapterus leucas) au Canada – Mise à jour*. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, 77 p. [En ligne].

[[http://www.sararegistry.gc.ca/virtual\\_sara/files/cosewic/sr\\_beluga\\_whale\\_f.pdf](http://www.sararegistry.gc.ca/virtual_sara/files/cosewic/sr_beluga_whale_f.pdf)].

98 – COSEPAC. 2003. *Évaluation et rapport de situation du COSEPAC sur la baleine noire de l'Atlantique Nord (Eubalaena glacialis) au Canada – Mise à jour*. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, 30 p. [En ligne].

[[http://www.sararegistry.gc.ca/virtual\\_sara/files/cosewic/sr\\_north\\_atlantic\\_right\\_whale\\_f.pdf](http://www.sararegistry.gc.ca/virtual_sara/files/cosewic/sr_north_atlantic_right_whale_f.pdf)].

99 – MOSNIER, A., T. DONIOL-VALCROZE, J.-F. GOSSELIN, V. LESAGE, L. MEASURES et M. O. HAMMILL. 2014. *An age structured Bayesian population model for St. Lawrence Estuary beluga (Delphinapterus leucas)*. Pêches et Océans Canada, Secrétariat canadien de consultation scientifique, 39 p. [En ligne]. [[http://publications.gc.ca/collections/collection\\_2014/mpo-dfo/Fs70-5-2013-127-eng.pdf](http://publications.gc.ca/collections/collection_2014/mpo-dfo/Fs70-5-2013-127-eng.pdf)].

100 – COSEPAC. 2005. *Évaluation et rapport de situation du COSEPAC sur le rorqual commun (Balaenoptera physalus) au Canada – Mise à jour*. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, 43 p. [En ligne]. [<http://publications.gc.ca/collections/Collection/CW69-14-428-2005F.pdf>].

101 – COSEPAC. 2006. *Évaluation et rapport de situation du COSEPAC sur le Morse de l'Atlantique (Odobenus rosmarus rosmarus) au Canada – Mise à jour*. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, 72 p. [En ligne].

[<http://publications.gc.ca/collections/Collection/CW69-14-461-2006F.pdf>].

102 – SERVICE CANADIEN DE LA FAUNE et FÉDÉRATION CANADIENNE DE LA FAUNE. « L'ours blanc ». [En ligne]. [<http://www.hww.ca/fr/especes/mammiferes/l-ours-blanc.html>]. Page consultée le 8 août 2013.

103 – ENVIRONNEMENT CANADA. *Résumé de la table ronde nationale sur l'ours blanc*. Gouvernement du Canada, 3 p. [En ligne].

[[http://www.sararegistry.gc.ca/virtual\\_sara/files/ri\\_polar\\_bear\\_0209\\_f.pdf](http://www.sararegistry.gc.ca/virtual_sara/files/ri_polar_bear_0209_f.pdf)].

104 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. 2010. « Liste des espèces fauniques menacées ou vulnérables au Québec : ours blanc ». [En ligne]. [<http://www3.mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/menacees/fiche.asp?noEsp=87>]. Page consultée le 15 juillet 2013.

105 – COSEPAC. 2008. *Évaluation et rapport de situation du COSEPAC sur l'ours blanc (Ursus maritimus) au Canada – Mise à jour*. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, 84 p. [En ligne]. [[http://publications.gc.ca/collections/collection\\_2008/ec/CW69-14-351-2008F.pdf](http://publications.gc.ca/collections/collection_2008/ec/CW69-14-351-2008F.pdf)].

106 – RÉSEAU D'OBSERVATION DE MAMMIFÈRES MARINS. 2004. *Plan d'action sur le phoque commun (Phoca vitulina concolor) de l'estuaire du Saint-Laurent*. Rapport présenté au ministère des Pêches et des Océans du Canada et au parc marin du Saguenay – Saint-Laurent en

- collaboration avec les partenaires de la table de concertation sur le phoque commun de l'estuaire du Saint-Laurent. 217 p. [En ligne]. [<http://www.sepaq.com/dotAsset/7285.pdf>].
- 107 – RÉSEAU D'OBSERVATION DE MAMMIFÈRES MARINS. « Phoque gris (Tête de cheval) ». [En ligne]. [[http://www.romm.ca/page.php?menu=5\\_20\\_59](http://www.romm.ca/page.php?menu=5_20_59)]. Page consultée le 21 mars 2014.
- 108 – PÊCHES ET OCÉANS CANADA. 2012. *Mise à jour sur l'état de la population de phoques du Groenland (Pagophilus groenlandicus) du nord-ouest de l'Atlantique*. Secrétariat canadien de consultation scientifique. [En ligne]. [[http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/Publications/SAR-AS/2011/2011\\_070-fra.pdf](http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/Publications/SAR-AS/2011/2011_070-fra.pdf)].
- 109 – PÊCHES ET OCÉANS CANADA. « Plan 2011-2015 de gestion intégrée de la chasse au phoque de l'Atlantique ». [En ligne]. [<http://www.dfo-mpo.gc.ca/fm-gp/seal-phoque/reports-rapports/mgtplan-planges20112015/mgtplan-planges20112015-fra.htm>]. Page consultée le 29 juillet 2013.
- 110 – PÊCHES ET OCÉANS CANADA. « Phoques et sciences à Pêches et Océans Canada ». [En ligne]. [<http://www.dfo-mpo.gc.ca/fm-gp/seal-phoque/facts-faits/facts-faitsa-fra.htm>]. Page consultée le 29 juillet 2013.
- 111 – THOMAS, L., M.O. HAMMILL et W. D. BOWEN. 2011. *Évaluation de la population de phoques gris de l'Atlantique Nord-Ouest, 1977-2010*. Pêches et Océans Canada, Secrétariat canadien de consultation scientifique, 23 p. Cité dans *State-of-the-Ocean Report for the Gulf of St. Lawrence Integrated Management (GOSLIM) Area*. Benoît, H. P., J. A. Gagné, C. Savenkoff, P. Ouellet et M.-N. Bourassa (éditeurs). Pêches et Océans Canada, Canadian Manuscript Report of Fisheries and Aquatic Sciences 2986, 73 p. [En ligne]. [<http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/345310.pdf>].
- 112 – HAMMILL, M.O., et G.B. STENSON. 2011. *Modélisation de l'abondance du phoque gris dans les eaux canadiennes*. Pêches et Océans Canada, Secrétariat canadien de consultation scientifique, 27 p. [En ligne]. [[http://publications.gc.ca/collections/collection\\_2012/mpo-dfo/Fs70-5-2011-014.pdf](http://publications.gc.ca/collections/collection_2012/mpo-dfo/Fs70-5-2011-014.pdf)].
- 113 – ROBILLARD, A., V. LESAGE et M.O. HAMMILL. 2005. *Distribution and abundance of harbour seals (Phoca vitulina concolor) and grey seals (Halichoerus grypus) in the Estuary and Gulf of St. Lawrence – 1994–2001*. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences 2613, 152 p. [En ligne]. [<http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/317984.pdf>].
- 114 – PÊCHES ET OCÉANS CANADA. 2014. *Situation du béluga (Delphinapterus leucas) de l'estuaire du fleuve Saint-Laurent*. Secrétariat canadien de consultation scientifique, 19 p. [En ligne]. [[http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/publications/sar-as/2013/2013\\_076-fra.pdf](http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/publications/sar-as/2013/2013_076-fra.pdf)].
- 115 – MEASURES, L., J.-F. GOSSELIN et M. LEBEUF. 2009. *La population de bélugas de l'estuaire – 2<sup>e</sup> édition*. Fiche issue du « Programme de suivi de l'état du Saint-Laurent ». Gouvernement du Canada et gouvernement du Québec, 8 p. [En ligne]. [[http://planstlaurent.gc.ca/fileadmin/site\\_documents/documents/SESL/Beluga2009\\_f.pdf](http://planstlaurent.gc.ca/fileadmin/site_documents/documents/SESL/Beluga2009_f.pdf)].
- 116 – PÊCHES ET OCÉANS CANADA. 2013. « Espèces aquatiques en péril – Rorqual commun (Atlantique) ». [En ligne]. [<http://www.dfo-mpo.gc.ca/species-especes/species-especes/finwhale-atlantic-rorqual-commun-atlantique-fra.htm>]. Page consultée le 7 août 2013.
- 117 – LAWSON, J.W., and GOSSELIN, J.-F. 2009. *Distribution and preliminary abundance estimates for cetaceans seen during Canada's marine megafauna survey - A component of the 2007 TNASS*. Pêches et Océans Canada, Secrétariat canadien de consultation scientifique, 28 p.

[En ligne]. [http://www.dfo-mpo.gc.ca/CSAS/Csas/Publications/ResDocs-DocRech/2009/2009\\_031\\_e.pdf](http://www.dfo-mpo.gc.ca/CSAS/Csas/Publications/ResDocs-DocRech/2009/2009_031_e.pdf)

118 – SEARS, R., et J. CALAMBOKIDIS. 2002. *Rapport de situation du COSEPAC sur le rorqual bleu (Balaenoptera musculus) au Canada*. Dans *Évaluation et rapport de situation du COSEPAC sur le rorqual bleu (Balaenoptera musculus) au Canada – Mise à jour*. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, p. 1-38. [En ligne].

[<http://publications.gc.ca/collections/Collection/CW69-14-287-2003F.pdf>].

119 – RAMP, C., et R. SEARS. 2013. *Répartition, densités et présence annuelle de baleines bleues (Balaenoptera musculus) dans le golfe du Saint-Laurent, Canada de 1980 à 2008*. Pêches et Océans Canada, Secrétariat canadien de consultation scientifique, 37 p. [En ligne].

[[http://www.rorqual.com/pdf/RampC\\_SearsR2012\\_Distribution,\\_densities,\\_and\\_annual\\_occurrence\\_of\\_individual\\_blue\\_whales\\_in\\_the\\_Gulf\\_of\\_St\\_Lawrenc.pdf](http://www.rorqual.com/pdf/RampC_SearsR2012_Distribution,_densities,_and_annual_occurrence_of_individual_blue_whales_in_the_Gulf_of_St_Lawrenc.pdf)].

## Quels sont les effets sur vous?

1 – PÊCHES ET OCÉANS CANADA. 2010. *L'industrie de la pêche au Québec – Profil socio-économique 2009*. Gouvernement du Canada, 28 p. [En ligne]. [<http://www.qc.dfo-mpo.gc.ca/peches-fisheries/statistiques-statistics/documents/analyses/ProfilSocioEconomique2009-fra.pdf>].

2 – GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. 2010. *Les pêches et l'aquaculture commerciales – Bilan 2008 et perspectives*. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, 32 p. [En ligne]. [<http://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Publications/Bilan2008etperspectives.pdf>].

3 – Informations fournies pour le rapport en 2014 par le Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Direction des analyses et des politiques des pêches et de l'aquaculture.

4 – MATTE, B. 2007. *Rapport du groupe de travail sur la prédation par le phoque : golfe du Saint-Laurent et plateau néo-écossais*. 65 p. [En ligne]. [http://www.glf.dfo-mpo.gc.ca/folios/00157/docs/seal\\_predation\\_working\\_group\\_repor-fra.pdf](http://www.glf.dfo-mpo.gc.ca/folios/00157/docs/seal_predation_working_group_repor-fra.pdf).

5 – PÊCHES ET OCÉANS CANADA. 2001. *Profil de la pêche commerciale du poisson de fond : région du Golfe*. Gouvernement du Canada. 50 p. [En ligne]. [<http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/257698f.pdf>].

6 – Informations fournies pour le rapport en 2013 par Pêches et Océans Canada, Division de la gestion des ressources.

7 – PÊCHES ET OCÉANS CANADA. « Morue dans le nord du golfe du Saint-Laurent (3Pn4RS) ». [En ligne]. [<http://www.dfo-mpo.gc.ca/decisions/fm-2013-gp/atl-014-fra.htm>]. Page consultée le 21 mars 2014.

8 – PÊCHES ET OCÉANS CANADA. « Vers une stratégie de rétablissement des stocks de Morue du Golfe du Saint-Laurent : stratégie de l'équipe de reconstruction de la morue Canada-Québec ». [En ligne]. [<http://www.dfo-mpo.gc.ca/fm-gp/initiatives/cod-morue/strategie-qc-fra.htm>]. Page consultée le 26 juillet 2013.

9 – PÊCHES ET OCÉANS CANADA. 2010. *L'industrie de la pêche au Québec – Profil des secteurs maritimes 2009*. Gouvernement du Canada, 34 p. [En ligne]. [<http://www.qc.dfo-mpo.gc.ca/peches-fisheries/statistiques-statistics/documents/analyses/ProfilDesSecteursMaritimes2009-fra.pdf>].

- 10 – PÊCHES ET OCÉANS CANADA. 2014. *Les pêches maritimes du Québec : statistiques des débarquements par espèces – Décembre 2013*. Gouvernement du Canada, 54 p. [En ligne]. [[http://www.qc.dfo-mpo.gc.ca/peches-fisheries/statistiques-statistics/documents/debarquement/MENSUELLE2013\\_FRa.pdf](http://www.qc.dfo-mpo.gc.ca/peches-fisheries/statistiques-statistics/documents/debarquement/MENSUELLE2013_FRa.pdf)].
- 11 – MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION DU QUÉBEC. « Pêche : un peu d'histoire ». [En ligne]. [<http://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Peche/Peche/Pages/Peche.aspx>]. Page consultée le 26 juillet 2013.
- 12 – CEVAM – QUÉBEC. « Exploitation de la ressource algues ». Centre d'étude et de valorisation des algues marines. [En ligne]. [<http://cevam.qc.ca/fr/cevam-quebec.aspx?sec=9>]. Page consultée le 7 mars 2014.
- 13 – MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION DU QUÉBEC. « Mariculture ». [En ligne]. [<http://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Peche/Mariculture/Pages/mariculture.aspx>]. Page consultée le 27 juin 2014.
- 14 – BRANDER, K. 2010. « Impacts of climate change on fisheries ». *Journal of Marine Systems*, vol. 79, no 3-4, p. 389-402.
- 15 – GOUVERNEMENT DU CANADA. 2004. *Impacts et adaptation liés aux changements climatiques – Perspective canadienne*. Ressources naturelles Canada, 190 p. [En ligne]. [[http://www.rncan.gc.ca/sites/www.rncan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/perspective/pdf/report\\_f.pdf](http://www.rncan.gc.ca/sites/www.rncan.gc.ca/files/earthsciences/pdf/perspective/pdf/report_f.pdf)].
- 16 – PÊCHES ET OCÉANS CANADA. « Pêche d'eau douce : captures et valeurs au débarquement par espèces, par province/territoire, 2012 ». [En ligne]. [<http://www.dfo-mpo.gc.ca/stats/commercial/land-debarq/freshwater-eaudouce/2012-fra.htm>]. Page consultée le 2 juin 2014.
- 17 – CARON, F., et P.-M. FONTAINE. 2003. *L'état des stocks de saumon au Québec en 2002*. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de la recherche sur la faune, 48 p. [En ligne]. [<http://bibvir1.uqac.ca/archivage/030106735.pdf>].
- 18 – Informations fournies pour le rapport en 2013 par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Direction des analyses et des politiques.
- 19 – PÊCHES ET OCÉANS CANADA. 2010. *État de l'anguille d'Amérique et progrès relatifs aux objectifs de gestion*. Gouvernement du Canada, Secrétariat canadien de consultation scientifique, 28 p. [En ligne]. [[http://www.dfo-mpo.gc.ca/CSAS/Csas/publications/saras/2010/2010\\_062\\_f.pdf](http://www.dfo-mpo.gc.ca/CSAS/Csas/publications/saras/2010/2010_062_f.pdf)].
- 20 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES. « Nouvelle mesure pour soutenir le renouvellement de l'anguille d'Amérique : communiqué de presse, 12 avril 2013 ». [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/infuseur/communiquer.asp?no=2391>]. Page consultée le 2 juin 2014.
- 21 – DE LA CHENELIÈRE, V., P. BRODEUR et M. MINGELBIER. 2014. « Restauration des habitats du lac Saint-Pierre : un prérequis au rétablissement de la perchaude ». *Le Naturaliste canadien*, vol. 138, no 2, p. 50-61.

- 22 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. « Extension de l'arrêt de la pêche à la perchaude à une portion plus vaste du fleuve dès le 3 mai 2013 ». [En ligne]. [<http://www.mffp.gouv.qc.ca/faune/peche/extension-moratoire-perchaude.jsp>]. Page consultée le 26 juillet 2013.
- 23 – Informations fournies pour le rapport en 2014 par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. Direction régionale de la Mauricie et du Centre-du-Québec, Secteur de la faune et des parcs.
- 24 – PÊCHES ET OCÉANS CANADA. « Pêche d'eau douce : captures et valeurs au débarquement par espèces, par province/territoire, 2002 ». [En ligne]. [<http://www.dfo-mpo.gc.ca/stats/commercial/land-debarq/freshwater-eaudouce/2002-fra.htm>]. Page consultée le 2 juin 2014.
- 25 – DUMONT, P., Y. MAILHOT et N. VACHON. 2013. *Révision du plan de gestion de la pêche commerciale de l'esturgeon jaune dans le fleuve Saint-Laurent*. Ministère des Ressources naturelles du Québec, Directions générales de l'Estrie-Montréal-Montérégie et de Laval-Lanaudière-Laurentides et Direction générale de la Mauricie et du Centre-du-Québec, 127 p. [En ligne]. [<http://www.mern.gouv.qc.ca/publications/monteregie/esturgeon-jaune.pdf>].
- 26 – GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. 2014. *Pêches et aquaculture commerciales au Québec en un coup d'œil – Portrait statistique édition 2013*. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, 28 p. [En ligne]. [<http://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Publications/CoupOeilpeche.pdf>].
- 27 – ARVISAIS, M., D. NADEAU, M. LEGAULT, H. FOURNIER, F. BOUCHARD et Y. PARADIS. 2012. *Plan de gestion du doré au Québec 2011-2016 : pour une pêche durable et de qualité*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Direction générale de l'expertise sur la faune et ses habitats, Direction de la faune aquatique, 73 p. [En ligne]. [<http://www.mffp.gouv.qc.ca/faune/peche/pdf/plan-gestion-dore2011-2016.pdf>].
- 28 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. « Évolution des ventes de permis de chasse, de pêche et de piégeage ». [En ligne]. [<http://www.mffp.gouv.qc.ca/faune/statistiques/vente-permis-peche.jsp>]. Page consultée le 4 septembre 2013.
- 29 – PÊCHES ET OCÉANS CANADA. 2012. *Enquête sur la pêche récréative au Canada – 2010*. Gouvernement du Canada, 28 p. [En ligne]. [[http://www.dfo-mpo.gc.ca/stats/rec/can/2010/RECFISH2010\\_FRA.pdf](http://www.dfo-mpo.gc.ca/stats/rec/can/2010/RECFISH2010_FRA.pdf)].
- 30 – Informations fournies pour le rapport en 2013 par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction générale de l'expertise sur la faune et ses habitats. Direction de la faune aquatique.
- 31 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. 2013. *Bilan de l'exploitation du saumon au Québec en 2012*. Secteur Faune Québec, Secteur des opérations régionales, 297 p. [En ligne]. [<http://www.mffp.gouv.qc.ca/publications/faune/bilan-saumon-2012.pdf>].
- 32 – DAIGLE, G., E. RENY-NOLIN, L.-P. RIVEST, Y. MAILHOT et M. LEGAULT. 2005. *Rapport I – La pêche sportive au lac Saint-Pierre en 2003. Pêche sur la glace : effort de pêche, succès et récolte des principales espèces de poissons*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Direction de la recherche sur la faune, Université Laval, Service des consultations

statistiques, 67 p. [En ligne].

[[ftp://ftp.mrnf.gouv.qc.ca/Public/Bibliointer/Mono/2012/02/1081606/Rapport\\_1.pdf](ftp://ftp.mrnf.gouv.qc.ca/Public/Bibliointer/Mono/2012/02/1081606/Rapport_1.pdf)].

33 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. 2014. *Synthèse du plan de gestion du touladi au Québec 2014-2020*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Direction générale de l'expertise sur la faune et ses habitats, Direction de la faune aquatique, Québec, 11 p. [En ligne]. [<http://www.mffp.gouv.qc.ca/faune/peche/pdf/Plan-gestion-touladi2014-2020.pdf>].

34 – ÉCORESSOURCES. 2013. *Analyse économique des impacts des changements climatiques sur les étiages et leurs conséquences sur divers usages de l'eau dans le bassin versant de la rivière Yamaska*. Document réalisé pour Ouranos, 103 p. [En ligne]. [[http://www.ouranos.ca/media/publication/275\\_RapportNolet2013.pdf](http://www.ouranos.ca/media/publication/275_RapportNolet2013.pdf)].

35 – PÊCHES ET OCÉANS CANADA. « Plan 2011-2015 de gestion intégrée de la chasse au phoque de l'Atlantique ». [En ligne]. [<http://www.dfo-mpo.gc.ca/fm-gp/seal-phoque/reports-rapports/mgtplan-planges20112015/mgtplan-planges20112015-fra.htm>]. Page consultée le 27 mai 2013.

36 – PÊCHES ET OCÉANS CANADA. 2011. *Les pêches maritimes du Québec – Revue statistique annuelle 2008-2009*. 222 p. [En ligne]. [[http://publications.gc.ca/collections/collection\\_2012/mpo-dfo/Fs1-39-2009-fra.pdf](http://publications.gc.ca/collections/collection_2012/mpo-dfo/Fs1-39-2009-fra.pdf)].

37 – Informations fournies pour le rapport en 2014 par Pêches et Océans Canada, Secteur des Îles-de-la-Madeleine.

38 – GROUPE CONSEIL GENIVAR INC. 2005. *Étude des impacts socioéconomiques : la sauvagine en migration dans le Québec méridional, particulièrement la Grande Oie des neiges et la Bernache du Canada*. Environnement Canada, 63 p. et 3 annexes. [En ligne]. [[http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/eole\\_riv-loup/documents/DB60.pdf](http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/eole_riv-loup/documents/DB60.pdf)].

39 – LEPAGE, C., et D. BORDAGE, 2013. *État des populations de sauvagine du Québec, 2009*. Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec, 250 p. [En ligne]. [[http://publications.gc.ca/collections/collection\\_2013/ec/CW69-5-525A-fra.pdf](http://publications.gc.ca/collections/collection_2013/ec/CW69-5-525A-fra.pdf)]

40 – INITIATIVE DE CONSERVATION DES OISEAUX DE L'AMÉRIQUE DU NORD. 2012. *État des populations d'oiseaux du Canada, 2012*. Environnement Canada, 36 p. [En ligne]. [[http://www.etatdesoiseauxcanada.org/Etat\\_des\\_populations\\_d'oiseaux\\_du\\_Canada\\_2012.pdf](http://www.etatdesoiseauxcanada.org/Etat_des_populations_d'oiseaux_du_Canada_2012.pdf)]

41 – ENVIRONNEMENT CANADA. 2007. *Plan de gestion de l'Arlequin plongeur (*Histrionicus histrionicus*), population de l'Est, au Canada atlantique et au Québec*. Gouvernement du Canada, 34 p. [En ligne]. [[http://publications.gc.ca/collections/collection\\_2007/ec/En3-4-21-2007F.pdf](http://publications.gc.ca/collections/collection_2007/ec/En3-4-21-2007F.pdf)]

42 – ENVIRONNEMENT CANADA. 2014. *Règlement de chasse aux oiseaux migrateurs, 2014-2015 – Abrégé*. Gouvernement du Canada, 3 p. [En ligne]. [[http://www.ec.gc.ca/rcom-mbhr/A6FB935C-98CF-4B43-BD41-D40894D1D2C1/qc\\_fra.pdf](http://www.ec.gc.ca/rcom-mbhr/A6FB935C-98CF-4B43-BD41-D40894D1D2C1/qc_fra.pdf)].

43 – GOUVERNEMENT DU CANADA. 2013. *L'Oie des neiges au Québec – Plan d'action 2013-2018*. Document issu d'un atelier de travail regroupant les membres de la Table de concertation sur la gestion de la Grande Oie des neiges. Québec, Québec, 20 p. [En ligne]. [[http://ec.gc.ca/nature/FB11C691-2F04-4E8F-B4BF-88B5441BD6F3/900\\_SnowGeeseinQuebec2013-2018ActionPlan\\_f%20-v6%20FINAL-s.pdf](http://ec.gc.ca/nature/FB11C691-2F04-4E8F-B4BF-88B5441BD6F3/900_SnowGeeseinQuebec2013-2018ActionPlan_f%20-v6%20FINAL-s.pdf)].

- 44 – OURANOS. 2010. *Savoir s'adapter aux changements climatiques*. Consortium sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques, 128 p. [En ligne]. [[http://www.ouranos.ca/fr/pdf/53\\_sccc\\_21\\_06\\_lr.pdf](http://www.ouranos.ca/fr/pdf/53_sccc_21_06_lr.pdf)].
- 45 – DESGRANGES, J.-L., J. INGRAM, B. DROLET, J. MORIN, C. SAVAGE et D. BORCARD. 2006. « Modeling wetland bird response to water level changes in the Lake Ontario – St. Lawrence River hydrosystem ». *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 113, p. 329-365. [En ligne]. [<http://www.environmental-expert.com/Files%5C6063%5Carticles%5C8593%5C1.pdf>].
- 46 – GOUVERNEMENT DU CANADA et GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. 2003. *Le guide alimentaire du Saint-Laurent : un guide sur le potentiel alimentaire des ressources aquatiques du Saint-Laurent*. 57 p. [En ligne]. [[http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1295\\_GuideAlimentStLaurent.pdf](http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1295_GuideAlimentStLaurent.pdf)].
- 47 – DOMAINE D'INTERVENTION SANTÉ HUMAINE – SAINT-LAURENT VISION 2000. 2003. *Le Saint-Laurent et la santé humaine : l'état de la question II*. Santé Canada et ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec, 40 p. [En ligne]. [<http://publications.gc.ca/collections/Collection/H21-223-2004F.pdf>].
- 48 – DUCHESNE, J.-F., M. RHAINDS et É. DEWAILLY. 2002. *Programme de surveillance des maladies causées par les mollusques – Résultats phase I (1999) et phase II (2000)*. CHUL-Centre de recherche du CHUQ, Unité de recherche en santé publique, 90 p. [En ligne]. [<http://www.santecom.qc.ca/Bibliothequevirtuelle/santecom/3556700001864.pdf>].
- 49 – AGENCE CANADIENNE D'INSPECTION DES ALIMENTS. « Toxines marines dans les mollusques bivalves : intoxication par phycotoxine paralysante, intoxication par phycotoxine amnésique et intoxication par phycotoxine diarrhéique ». [En ligne]. [<http://www.inspection.gc.ca/aliments/information-pour-les-consommateurs/fiches-de-renseignements/produits-et-risques-specifiques/poisson-et-produits-de-mer/toxines-dans-les-mollusques/fra/1332275144981/1332275222849>]. Page consultée le 17 mars 2014.
- 50 – MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DES PÊCHERIES ET DE L'ALIMENTATION DU QUÉBEC. « Cryptosporidiose ». [En ligne]. [<http://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Productions/santeanimale/zoonoses/cryptosporidiose/Pages/cryptosporidiose.aspx>]. Page consultée le 26 juillet 2013.
- 51 – AGENCE DE LA SANTÉ PUBLIQUE DU CANADA. « Maladie à déclaration obligatoire en direct : giardiase ». [En ligne]. [<http://dsol-smed.phac-aspc.gc.ca/dsol-smed/ndis/diseases/giar-fra.php>]. Page consultée le 26 juillet 2013.
- 52 – SANTÉ CANADA. « Laboratoire sur les *Campylobacter* ». [En ligne]. [<http://www.hc-sc.gc.ca/sr-sr/activ/micro/campy-fra.php>]. Page consultée le 26 juillet 2013.
- 53 – MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX. « Le poisson, l'environnement et la santé ». [En ligne]. [<http://www.msss.gouv.qc.ca/sujets/santepub/environnement/index.php?poissons>]. Page consultée le 26 juillet 2013.
- 54 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. « Guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce – Renseignements complémentaires ». [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/guide/complement.htm>]. Page consultée le 26 juillet 2013.

- 55 – SANTÉ CANADA. « Le mercure ». [En ligne]. [<http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/mercury-mercure/index-fra.php>]. Page consultée le 27 juin 2014.
- 56 – Informations fournies pour le rapport en 2013 par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Service de l'information sur les milieux aquatiques.
- 57 – SANTÉ CANADA. « Le mercure et la santé ». [En ligne]. [<http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/contaminants/mercury-mercure-fra.php>]. Page consultée le 1er mai 2014.
- 58 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. « Guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce : présentation du Guide ». [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/guide/presentation.htm>]. Page consultée le 26 juillet 2013.
- 59 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. « Sécurité, santé et maladies : parasites et anomalies des poissons ». [En ligne]. [<http://www.mffp.gouv.qc.ca/faune/sante-maladies/parasites.jsp>]. Page consultée le 30 juillet 2013.
- 60 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. « Sécurité, santé et maladies : consommation sécuritaire des poissons sauvages ». [En ligne]. [<http://www.mffp.gouv.qc.ca/faune/sante-maladies/poissons-sauvages.jsp>]. Page consultée le 2 août 2013.
- 61 – Informations fournies pour le rapport en 2013 par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction générale de l'expertise sur la faune et ses habitats, Direction de la biodiversité et des maladies de la faune.
- 62 – TRANSPORTS CANADA. 2008. *Protégeons les plans d'eau du Québec : guide à l'usage des plaisanciers*. Gouvernement du Canada, 24 p. [En ligne]. [<http://www.bv.transports.gouv.qc.ca/mono/0970531.pdf>].
- 63 – AUGER, I. 2006. *Évaluation du risque de l'introduction du myriophylle à épis sur l'offre de pêche et la biodiversité des eaux à touladi – Revue de la littérature*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche sur la faune, 88 p. [En ligne]. [<http://www.mern.gouv.qc.ca/publications/faune/myriophylle.pdf>].
- 64 – AGENCE DE BASSIN VERSANT DES 7. 2010. *Plan directeur de l'eau du bassin versant de la rivière Gatineau*. 281 p. [En ligne]. [[http://abv7.org/administration/content/UserFiles/File/PDE/PDE\\_final.pdf](http://abv7.org/administration/content/UserFiles/File/PDE/PDE_final.pdf)].
- 65 – LABELLE, M., H. FOURNIER et P. HOUDE. 2010. *Impacts appréhendés de l'envahissement des lacs oligotrophes par le myriophylle à épis sur les populations de touladi en Outaouais*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'expertise Faune-Forêts, Gatineau, 21 p. [En ligne]. [[ftp://ftp.mrnf.gouv.qc.ca/Public/Defh/Publications/2010/2010-04%20Impacts%20apprehendes%20envahissement%20lacs%20oligotrophes\\_myriophylle\\_epis\\_touladi\\_Outouais.pdf](ftp://ftp.mrnf.gouv.qc.ca/Public/Defh/Publications/2010/2010-04%20Impacts%20apprehendes%20envahissement%20lacs%20oligotrophes_myriophylle_epis_touladi_Outouais.pdf)].
- 66 – SIMARD, A., B. DUMAS et P. BILODEAU. 2009. « Avancement du programme d'éradication de la châtaigne d'eau (*Trapa natans* L.) au Québec ». *Le Naturaliste canadien*, vol. 133, no 2, p. 8-4. [En ligne]. [[http://www.provancher.qc.ca/upload/file/133\\_2%20p%2008-14.pdf](http://www.provancher.qc.ca/upload/file/133_2%20p%2008-14.pdf)].

67 – LANDRY, T., et A. LOCKE. 2012. « Espèces aquatiques envahissantes ». Dans *Rapport sur l'état des océans pour la zone de gestion intégrée du golfe du Saint-Laurent (GIGSL)*. Benoît, H. P., J. A. Gagné, C. Savenkoff, P. Ouellet et M.-N. Bourassa (éditeurs). Pêches et Océans Canada, Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques 2986, p. 35-41. [En ligne]. [<http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/346696.pdf>]

68 – Informations fournies pour le rapport en 2013 par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Direction des pêches et de l'aquaculture commerciales, Direction des analyses et des politiques des pêches et de l'aquaculture.

69 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES. « Le gobie à taches noires (*Neogobius melanostomus*) ». [En ligne].

[<http://www.mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/envahissantes/gobie.jsp>]. Page consultée le 16 juillet 2014.

70 – GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. 2013. *Le lac Saint-Pierre : un joyau à restaurer*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, avec la collaboration du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. 28 p. [En ligne].

[<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/lac-st-pierre/doc-synthese.pdf>].

## Que fait-on pour y remédier?

1 – GILBERT, H. 2013. « Suivi de 3 plantes rares de l'estuaire d'eau douce du Saint-Laurent ». *Le Naturaliste canadien*, vol. 137, no 2, p. 12-20.

2 – COUILLARD, L., et G. JOLICOEUR. 2008. *Plan de conservation de l'aster du Saint-Laurent (Symphyotrichum laurentianum) : espèce menacée au Québec*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs, 16 p. [En ligne]. [[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/aster-stlaurent/aster\\_st\\_laurent.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/aster-stlaurent/aster_st_laurent.pdf)].

3 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. 2013. *Bilan des activités 2011-2014 : programmation d'acquisition de connaissances environnementales et biologiques du Québec nordique*. Rapport interne. Direction du patrimoine écologique et des parcs, 29 p.

4 – PAQUET, A., I. PICARD, F. CARON et S. ROUX. 2005. « Les mulettes au Québec ». *Le Naturaliste canadien*, vol. 129, no 1, p. 78-85. [En ligne]. [<http://www.cdpng.gouv.qc.ca/pdf/article-mulettes.pdf>].

5 – Informations fournies pour le rapport en 2014 par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Service de l'information sur les milieux aquatiques.

6 – Informations fournies pour le rapport en 2014 par Environnement Canada, Direction générale des sciences et de la technologie, Sciences et technologie – Eau, Monitoring et surveillance de la qualité de l'eau.

7 – MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE. 2011. *Inventaire ichthyologique provincial du doré jaune (Sander vitreus)*. Secteur Faune Québec, Direction de l'expertise sur la faune et ses habitats, Service de la faune aquatique, 25 p. [En ligne]. [<http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/bs2101253>].

- 8 – MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE. 2011. *Inventaire ichtyologique provincial du touladi (Salvelinus namaycush)*. Secteur Faune Québec, Direction de l'expertise sur la faune et ses habitats, Service de la faune aquatique, 33 p. [En ligne].  
[<http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/bs2079860>].
- 9 – Informations fournies pour le rapport en 2013 par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction générale de l'expertise sur la faune et ses habitats, Direction de la faune aquatique.
- 10 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. « Suivi de l'état des communautés de poissons dans les rivières ». [En ligne].  
[[http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco\\_aqua/suivi\\_mil-aqua/comm\\_pois-riv.htm](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/suivi_mil-aqua/comm_pois-riv.htm)]. Page consultée le 14 juin 2013.
- 11 – MINGELBIER, M., Y. REYJOL, P. DUMONT, Y. MAILHOT, P. BRODEUR, D. DESCHAMPS et C. CÔTÉ. 2008. *Les communautés de poissons d'eau douce dans le Saint-Laurent – 2<sup>e</sup> édition*. Fiche issue du « Programme de suivi de l'état du Saint-Laurent ». Gouvernement du Canada et gouvernement du Québec, 8 p. [En ligne].  
[[http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/site\\_documents/documents/SESL/Communautes\\_poissons\\_2008\\_f.pdf](http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/site_documents/documents/SESL/Communautes_poissons_2008_f.pdf)].
- 12 – MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE. 2010. *Service de la faune aquatique – Portrait 2010*. Gouvernement du Québec, 32 p. [En ligne].  
[<ftp://ftp.mrnf.gouv.qc.ca/Public/Defh/Sfa/AtlasHabitat/References/Portrait%20SFA%202010.pdf>].
- 13 – LEGAULT, M., F. BOUCHARD, S. LEPAGE et M. MINGELBIER. 2008. *La réintroduction du bar rayé dans le Saint-Laurent – 2<sup>e</sup> édition*. Fiche issue du « Programme de suivi de l'état du Saint-Laurent ». Gouvernement du Canada et gouvernement du Québec, 6 p. [En ligne].  
[[http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/site\\_documents/documents/SESL/Bar\\_raye\\_2008\\_f.pdf](http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/site_documents/documents/SESL/Bar_raye_2008_f.pdf)].
- 14 – NOZÈRES, C., D. ARCHAMBAULT, P.-M. CHOUINARD, J. GAUTHIER, R. MILLER, E. PARENT, P. SCHWAB, L. SAVARD et J.-D. DUTIL. 2010. *Guide d'identification des poissons marins de l'estuaire et du nord du golfe du Saint-Laurent et protocoles suivis pour leur échantillonnage lors des relevés par chalut entre 2004 et 2008*. Pêches et Océans Canada, 243 p. [En ligne].  
[<http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/339571-lr.pdf>].
- 15 – ARCHAMBAULT, D., H. BOURDAGES, B. BERNIER, P. GALBRAITH, J. GAUTHIER, F. GRÉGOIRE, J. LAMBERT et L. SAVARD. 2013. *Résultats préliminaires du relevé multidisciplinaire de poissons de fond et de crevette d'août 2012 dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent*. Secrétariat de consultation scientifique du MPO, 107 p. [En ligne]. [[http://www.dfo-mpo.gc.ca/Csas-sccs/publications/resdocs-docrech/2012/2012\\_144-bil.pdf](http://www.dfo-mpo.gc.ca/Csas-sccs/publications/resdocs-docrech/2012/2012_144-bil.pdf)].
- 16 – PÊCHES ET OCÉANS CANADA. « Espèces aquatiques en péril ». [En ligne].  
[<http://www.qc.dfo-mpo.gc.ca/peril-risk/index-fra.html>]. Page consultée le 26 juin 2014.
- 17 – DAIGLE, C., L. BOUTHILLIER et D. TOUSSAINT. 2011. *Protocole de suivi des populations de rainettes faux-grillon de l'Ouest au Québec*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'expertise sur la faune et ses habitats, Direction de l'expertise Faune-Forêts-Mines - Territoires de l'Estrie-Montréal-Montérégie et de Laval-Lanaudière-Laurentides et Direction de l'expertise Faune-Forêts-Mines-Territoire de l'Outaouais, Québec, 32 p. [En ligne]. [<ftp://ftp.mrnf.gouv.qc.ca/Public/Bibliointer/Mono/2012/09/1112231.pdf>].

18 – ENVIRONNEMENT CANADA. 2012. *Programme de rétablissement de la salamandre sombre des montagnes (Desmognathus ochrophaeus), population des Grands Lacs et du Saint-Laurent, au Canada – Proposition*. Environnement Canada, Série de Programmes de rétablissement de la Loi sur les espèces en péril, 23 p. [En ligne].

[[http://www.sararegistry.gc.ca/virtual\\_sara/files/plans/rs\\_allegheny\\_mountain\\_dusky\\_salaman-der\\_f.pdf](http://www.sararegistry.gc.ca/virtual_sara/files/plans/rs_allegheny_mountain_dusky_salaman-der_f.pdf)].

19 – Informations fournies pour le rapport en 2012 par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction générale de l'expertise sur la faune et ses habitats, Direction de la biodiversité et des maladies de la faune.

20 – DUPUY, P., et F. RENAUD. 2010. *Inventaire des héronnières de la région des Laurentides, été 2007*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Unité de gestion des ressources naturelles et de la faune des Laurentides et Direction de l'expertise Faune-Forêts-Mines-Territoire de l'Estrie-Montréal-Montérégie et de Laval-Lanaudière-Laurentides, 53 p. [En ligne].

[<http://www.mern.gouv.qc.ca/publications/laurentides/heronnieres.pdf>].

21 – RAIL, J.-F., et R. COTTER. 2007. « Sixteenth Census of Seabird Populations in the Sanctuaries of the North Shore of the Gulf of St. Lawrence, 2005 ». *Canadian Field-Naturalist*, vol. 121, no 3, p. 287-294. [En ligne]. [<http://journals.sfu.ca/cfn/index.php/cfn/article/viewFile/476/476>].

22 – COTTER, R., et J.-F. RAIL. 2007. « Third Census of Seabird Populations of the Gaspé Peninsula, Québec, 2002 ». *Canadian Field-Naturalist*, vol. 121, no 3, p. 274-286. [En ligne].

[<http://canadianfieldnaturalist.ca/index.php/cfn/article/download/475/475&sa=U&ei=iySGU-TjileR8QHUnYHIDw&ved=0CCAQFjAA&usq=AFQjCNElrlEeZlPM7mM2NwKFFt1t1ajgPg>].

23 – AUBRY, Y., et R. COTTER. 2007. *Plan de conservation des oiseaux de rivage du Québec*. Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec, 203 p.

24 – CHAMPOUX, L. 2009. *Le grand héron : une espèce sentinelle du fleuve – 2<sup>e</sup> édition*. Fiche issue du « Programme de suivi de l'état du Saint-Laurent ». Gouvernement du Canada et gouvernement du Québec, 6 p. [En ligne].

[[http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/site\\_documents/documents/SESL/Grand\\_heron\\_2008\\_f\\_01.pdf](http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/site_documents/documents/SESL/Grand_heron_2008_f_01.pdf)].

25 – CHAPDELAIN, G., et J.-F. RAIL. 2005. *Le fou de Bassan : une espèce sentinelle du golfe – 2<sup>e</sup> édition*. Fiche issue du « Programme de suivi de l'état du Saint-Laurent ». Gouvernement du Canada et gouvernement du Québec, 4 p. [En ligne].

[[http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/site\\_documents/documents/SESL/Fou\\_bassan\\_2005\\_f.pdf](http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/site_documents/documents/SESL/Fou_bassan_2005_f.pdf)].

26 – CHAPDELAIN, G., et J.-F. RAIL. 2005. *Les oiseaux de mer : des espèces sentinelles du golfe – 2<sup>e</sup> édition*. Fiche issue du « Programme de suivi de l'état du Saint-Laurent ». Gouvernement du Canada et gouvernement du Québec, 6 p. [En ligne].

[[http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/site\\_documents/documents/SESL/Oiseaux\\_mer\\_2005\\_f.pdf](http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/site_documents/documents/SESL/Oiseaux_mer_2005_f.pdf)].

27 – Informations fournies pour le rapport en 2013 par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction générale de l'expertise sur la faune et ses habitats, Direction de la faune terrestre et de l'avifaune.

28 – PÊCHES ET OCÉANS CANADA. 2012. *Rapport de recherche scientifique de 2009-2011*. Gouvernement du Canada, Centre d'expertise sur les mammifères marins, 44 p. [En ligne].

[[http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/coe-cde/cemam/report-rapport-2009-2011/12-020\\_CEMAM\\_FR\\_aug16.pdf](http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/coe-cde/cemam/report-rapport-2009-2011/12-020_CEMAM_FR_aug16.pdf)].

29 – PÊCHES ET OCÉANS CANADA. « Espèces aquatiques en péril : béluga (Population de l'estuaire du Saint-Laurent) ». [En ligne]. [<http://www.dfo-mpo.gc.ca/species-especes/species-especes/belugaSTLa-fra.htm>]. Page consultée le 13 juin 2013.

30 – MEASURES, L., J.-F. GOSSELIN et M. LEBEUF. 2009. *La population de bélugas de l'estuaire – 2<sup>e</sup> édition*. Fiche issue du « Programme de suivi de l'état du Saint-Laurent ». Gouvernement du Canada et gouvernement du Québec, 8 p. [En ligne]. [[http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/site\\_documents/documents/SESL/Beluga2009\\_f.pdf](http://planstlaurent.qc.ca/fileadmin/site_documents/documents/SESL/Beluga2009_f.pdf)].

31 – GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. 2013. *Orientations gouvernementales en matière de diversité biologique 2013*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, 23 p. [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/orientations/Orientations.pdf>].

32 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. 2013. « Registre des aires protégées ». Direction du patrimoine écologique et des parcs, mise à jour du 11 novembre 2013.

33 – CENTRE DE DONNÉES SUR LE PATRIMOINE NATUREL DU QUÉBEC. « Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec ». [En ligne]. [<http://www.cdpnq.gouv.qc.ca/mission.htm>]. Page consultée le 14 juin 2013.

34 – GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. « Arrêté ministériel concernant la publication d'une liste d'espèces de la flore vasculaire menacées ou vulnérables susceptibles d'être ainsi désignées et concernant la publication d'une liste des espèces de la faune menacées ou vulnérables susceptibles d'être ainsi désignées ». [En ligne]. [[http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/E12\\_01/E12\\_01R4.HTM](http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/E12_01/E12_01R4.HTM)]. Page consultée le 25 juin 2014.

35 – GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. « Règlement sur les espèces floristiques menacées ou vulnérables et leurs habitats ». [En ligne]. [[http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/E12\\_01/E12\\_01R3.HTM](http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/E12_01/E12_01R3.HTM)]. Page consultée le 26 juin 2014.

36 – Informations fournies pour le rapport en 2013 par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction de l'écologie et de la conservation, Service de l'expertise en biodiversité.

37 – COMITÉ SUR LA SITUATION DES ESPÈCES EN PÉRIL AU CANADA. « Site Web du COSEPAC ». [En ligne]. [[http://www.cosewic.gc.ca/fra/sct5/index\\_f.cfm](http://www.cosewic.gc.ca/fra/sct5/index_f.cfm)]. Page consultée le 14 juin 2013.

38 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES. « La châtaigne d'eau ». En ligne. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/jeunesse/chronique/2004/0404-chataigne.htm>]. Page consultée le 20 mai 2014.

39 – JOLICOEUR, G., et L. COUILLARD. 2007. *Plan de conservation de l'aster d'Anticosti (Symphyotrichum anticostense) : espèce menacée au Québec*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs, 12 p. [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/aster/aster.pdf>].

- 40 – JOLICOEUR, G., et L. COUILLARD. 2006. *Plan de conservation du carex faux-lupulina (Carex lupuliformis) : espèce menacée au Québec*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs, 12 p. [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/carex/Carex.pdf>].
- 41 – INSTITUT DE RECHERCHE EN BIOLOGIE VÉGÉTALE. « Le carex faux-lupulina ». Centre de la biodiversité de l'Université de Montréal. [En ligne]. [<http://www.irbv.umontreal.ca/personnel/chercheurs/stephanie-pellerin/pellerin-projets/pellerin-conservation/pellerin-carex>]. Page consultée le 31 mai 2013.
- 42 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES. « Ensemencement des plans d'eau ». [En ligne]. [<http://www.mffp.gouv.qc.ca/faune/peche/ensemencement/types-ensemencement.jsp>]. Page consultée le 26 mai 2014.
- 43 – FONDATION DE LA FAUNE DU QUÉBEC. 1996. *Habitat du poisson : le doré jaune – Guide d'aménagement d'habitats*. 20 p. [En ligne]. [[http://www.fondationdelafaune.qc.ca/documents/x\\_guides/129\\_dore\\_jaune.pdf](http://www.fondationdelafaune.qc.ca/documents/x_guides/129_dore_jaune.pdf)].
- 44 – FÉDÉRATION INTERDISCIPLINAIRE DE L'HORTICULTURE ORNEMENTALE DU QUÉBEC. 2013. *Guide de bonnes pratiques : aménagement et techniques de restauration des bandes riveraines*. 113 p. [En ligne]. [[http://banderiveraine.org/wp-content/uploads/2013/07/FIHOQ\\_guide\\_2013\\_print\\_144.pdf](http://banderiveraine.org/wp-content/uploads/2013/07/FIHOQ_guide_2013_print_144.pdf)].
- 45 – LEPAGE, M. 2008. *20 ans de partenariat au profit de la sauvagine et de la biodiversité : le PCHE au Québec – Bilan 1987-2007*. 18 p.
- 46 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES. 2013. *Stratégie d'intervention pour l'avenir du lac Saint-Pierre*. Gouvernement du Québec, 1 p. [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/lac-st-pierre/bilan-actions.pdf>].
- 47 – ARVISAIS, M., D. NADEAU, M. LEGAULT, H. FOURNIER, F. BOUCHARD et Y. PARADIS. 2012. *Plan de gestion du doré au Québec 2011-2016 : pour une pêche durable et de qualité*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Direction générale de l'expertise sur la faune et ses habitats, Direction de la faune aquatique, 73 p. [En ligne]. [<http://www.mffp.gouv.qc.ca/faune/peche/pdf/plan-gestion-dore2011-2016.pdf>].
- 48 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS. 2014. *Synthèse du plan de gestion du touladi au Québec 2014-2020*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Direction générale de l'expertise sur la faune et ses habitats, Direction de la faune aquatique, 11 p. [En ligne]. [<http://www.mffp.gouv.qc.ca/faune/peche/pdf/Plan-gestion-touladi2014-2020.pdf>].
- 49 – PÊCHES ET OCÉANS CANADA. « Plan de gestion intégrée de la pêche – Maquereau bleu, en vigueur à partir de 2007 ». [En ligne]. [<http://www.dfo-mpo.gc.ca/fm-gp/peches-fisheries/ifmp-gmp/mackerel-atl-maquereau/mac-atl-maq-2007-fra.htm>]. Page consultée le 11 juin 2014.
- 50 – PÊCHES ET OCÉANS CANADA. « Plan 2011-2015 de gestion intégrée de la chasse au phoque de l'Atlantique ». [En ligne]. [<http://www.dfo-mpo.gc.ca/fm-gp/seal-phoque/reports-rapports/mgtplan-planges20112015/mgtplan-planges20112015-fra.htm>]. Page consultée le 11 juin 2014.

51 – PLAN NORD-AMÉRICAIN DE GESTION DE LA SAUVAGINE – CANADA. « Qu'est-ce que le PNAGS? ». [En ligne]. [<http://nawmp.wetlandnetwork.ca/what-is-nawmp/>]. Page consultée le 1<sup>er</sup> août 2014.

52 – AGENCE CANADIENNE D'INSPECTION DES ALIMENTS. « Programme canadien de contrôle de la salubrité des mollusques ». [En ligne]. [<http://www.inspection.gc.ca/aliments/poisson-et-produits-de-la-mer/salubrite-des-mollusques/fra/1299826806807/1299826912745>]. Page consultée le 14 juin 2013.

53 – MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES. « Guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce ». [En ligne]. [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/guide/>]. Page consultée le 11 juin 2014.