

*Analyse de la situation des milieux humides au Québec
et recommandations à des fins de conservation
et de gestion durable*

RAPPORT FINAL

Par

Stéphanie Pellerin, PhD, Institut de recherche en biologie végétale

Monique Poulin, PhD, Université Laval

Pour

Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs

18 AVRIL 2013

Centre de la Science de la Biodiversité du Québec

Le Centre de la Science de la Biodiversité du Québec (CSBQ) est le résultat principalement d'un partenariat à l'initiative de huit institutions universitaires du Québec. En 2012, le réseau connectait plus de 100 chercheurs, près de 500 étudiants des cycles supérieurs et stagiaires post-doctoraux ainsi que des étudiants bacheliers et de nombreux partenaires nationaux et internationaux. L'objectif du CSBQ est de faciliter l'émergence d'une science intégrée de la biodiversité au Québec dont les principes scientifiques vont permettre de découvrir, étudier et utiliser de façon durable la biodiversité. Le CSBQ a pour mission de 1) favoriser et promouvoir une recherche et des programmes de formation de calibre international en science de la biodiversité; 2) faciliter la coopération scientifique et l'apprentissage entre des groupes de recherche transdisciplinaires; adopter un rôle de premier plan pour les questions relatives à la science de la biodiversité et contribuer ainsi au débats, publics et académiques, sur les pertes de biodiversité. Le CSBQ apporte une valeur ajoutée à la recherche en biodiversité en rassemblant une masse critique de chercheurs, en structurant les activités de recherche et en mettant en commun l'accès à des infrastructures de haute qualité.

AUTEURES DU RAPPORT

STÉPHANIE PELLERIN (Ph.D. Aménagement)	Institut de recherche en biologie végétale Université de Montréal Jardin botanique de Montréal
MONIQUE POULIN (Ph.D. Biologie végétale)	Département de Phytologie Université Laval

ÉQUIPE DE TRAVAIL

GENEVIEVE COURCHESNE (M.Sc. Biologie végétale)	Département de Phytologie Université Laval
JACQUES BRISSON (Ph.D. Écologie)	Institut de recherche en biologie végétale Université de Montréal
SYLVIE DEBLOIS (Ph.D. Biologie)	Plant Science et School of Environment Université McGill
IRENE GREGORY-EAVES(Ph.D. Biologie)	Department of Biology Université McGill
SOPHIE LAVALLEE (Ph.D. Droit de l'environnement)	Faculté de droit Université Laval
CLAUDE LAVOIE (Ph.D. Biologie)	École supérieure d'aménagement du territoire et de développement régional Université Laval
YOURI TENDLAND (M.Sc. Sciences biologiques)	Institut de recherche en biologie végétale Université de Montréal

Tables des matières

AUTEURS DU RAPPORT	ii
ÉQUIPE DE TRAVAIL	ii
Tables des matières	iii
Liste des tableaux	v
Listes des figures	vi
Listes des annexes	vii
Résumé exécutif	viii
Synthèse des recommandations	ix
1. Introduction	10
2. Définition des milieux humides	12
3. Superficie des milieux humides au Québec	13
3.1 Produits cartographiques utilisés	13
3.2 Limites des différents produits cartographiques	16
3.2.1 Cartes détaillées des milieux humides	16
3.2.2 Cartes des milieux humides potentiels	17
3.2.3 Inventaire Capital Nature et OTDD	19
3.3 Superficie de milieux humides pour le Québec	20
3.4 Superficie de milieux humides par découpage naturel	20
3.5 Superficie de milieux humides par découpage administratif	22
4. Bilan des milieux humides protégés	24
5. Pertes et perturbations de milieux humides	26
5.1 Le Québec	26
5.2 Basses-terres du Saint-Laurent : perturbations historiques	27
5.3 Basses-terres du Saint-Laurent : perturbations récentes	29
5.3.1 Région d'étude	30
5.3.2 Méthodologie	30
5.3.3 Superficies de milieux humides perturbés récemment	32
5.3.4 Milieux humides récemment perturbés par découpage naturel	33
5.3.5 Milieux humides perturbés récemment par découpage administratif	36
6. Synthèse des demandes de certificats d'autorisation	42

6.1 Type de situation	43
6.1 Portrait détaillé des demandes de certificats d'autorisation	45
6.2 Nature des projets	46
6.3 Portrait des milieux humides ayant fait l'objet d'une demande de CA	48
6.3.1 Superficie des milieux humides visés par une demande de CA.....	48
6.3.3 Superficies de milieux humides affectés par des activités incluses dans les CA.....	49
7. Comparaison des pertes identifiées par photographies aériennes et celles enregistrées par les CA pour les Basses-terres du Saint-Laurent	51
8. Analyse de la pertinence de l'approche d'atténuation mise en œuvre	55
8.1 L'application de l'approche d'atténuation « éviter-minimiser-compenser »	55
8.2 Nature des mesures utilisées dans l'application de l'approche d'atténuation	56
8.3 Superficie des compensations et pertes nettes.....	57
8.4 Analyse des mécanismes assurant la pérennité des compensations	59
8.5 Disparités dans les données recueillies par les différentes directions régionales	60
8.6 Nouveau Système d'aide à la gestion des opérations.....	62
9. Efficacité de mesures d'atténuation des milieux humides dans le monde	64
9.1 Compositions, structures et fonctions des milieux humides compensés.....	64
9.2 Standards de performance de la mise en œuvre des actions de compensation	69
9.3 Constats globaux	70
10. Recommandations	73
11. Conclusion.....	78
12. Références	79

Liste des tableaux

Tableau 1. Superficie de MH présents uniquement dans les cinq cartes détaillées.	18
Tableau 2. Superficie de MH par province naturelle.	21
Tableau 3. Superficie de MH par région administrative.	22
Tableau 4. Superficies de MH protégés au Québec et dans les BTSL.	24
Tableau 5. Superficies totales du MH perturbés récemment dans BTSL.	33
Tableau 6. Superficies totales et perturbées de MH par ensemble physiographique des BTSL...	34
Tableau 7. Catégories de perturbations par ensembles physiographiques des BTSL.	36
Tableau 8. Superficies totales et perturbées de MH par région administrative des BTSL.	37
Tableau 9. Catégories de perturbations par régions administratives des BTSL.	37
Tableau 10. Superficies totales et perturbées de MH par MRC des BTSL.	39
Tableau 11. Catégories de perturbations par MRC des BTSL.	40
Tableau 12. Les trois scénarios utilisés pour appliquer la séquence d'atténuation.	43
Tableau 13. Nature des projets pour les CA émis au Québec (% du nombre).	47
Tableau 14. Nature des projets pour les CA émis au Québec (% des superficies affectées).	48
Tableau 15. Nature des projets pour les CA émis dans les BTSL.	53
Tableau 16. Catégories de mesures d'atténuation convenues dans les CA.	56
Tableau 17. Ratios utilisés pour le calcul le ratio moyen de compensations de MH.	59
Tableau 18. Catégories de mesures de pérennité appliqués selon les CA.	60

Listes des figures

Figure 1. Produits cartographiques utilisés pour le bilan des MH au Québec.	13
Figure 2. Pourcentage de la superficie des ensembles physiographiques constituée de MH.....	21
Figure 3. Pourcentage de la superficie des MRC constituée de MH.....	23
Figure 4. Localisation de la région d'étude (BTSL)	30
Figure 5. Dates des outils utilisés pour identifier les MH perturbés dans les BTSL.....	31
Figure 6. Proportion de MH perturbés dans chaque ensemble physiographique des BTSL.....	34
Figure 7. Proportion de MH perturbés dans chaque MRC des BTSL.....	38
Figure 8. Répartition des MH visés par une demande de CA en classes de superficie.....	49
Figure 9. Proportion des MH selon les trois situations d'analyse des demandes de CA.	50
Figure 10. Répartition des CA en classes de superficie de MH affectée.	50

Listes des annexes

Annexe 1. Produits cartographiques utilisés pour réaliser le portrait global des MH au Québec.	86
Annexe 2. Bases de données utilisées pour réaliser la carte des MH potentiels de 2008.	87
Annexe 3. Bases de données utilisées pour réaliser la carte des MH des plans écorégionaux.	87
Annexe 4. Superficie de MH par ensemble physiographique.	88
Annexe 5. Superficie de MH par les MRC.	94
Annexe 6. Perturbations en MH selon l'analyse de photographies aériennes.	95
Annexe 7. Description des perturbations identifiées par photo-interprétation.	96
Annexe 8. Largeur attribuée aux différentes infrastructures linéaires.	98
Annexe 9. Nombre de certificats d'autorisation émis au Québec.	99
Annexe 10. Exemples d'interventions identifiées dans les CA.	100
Annexe 11. Classes de superficie des MH dans les CA.	102
Annexe 12. Catégories de mesures d'atténuation et exemples des actions.	103
Annexe 13. Exemples de mesures de pérennité des compensations.	104

Résumé exécutif

Dans le cadre d'un mandat d'évaluation de la gestion des milieux humides au Québec, émis par le ministre du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, le travail d'un groupe de chercheurs du Centre des Sciences de la Biodiversité du Québec a permis d'établir les constats suivants.

1. La superficie totale de milieux humides (MH) au Québec est de 189 593 km², soit 12,5 % de la province. La grande majorité (85 %) des MH du Québec sont des tourbières. Dans les Basses-terres du Saint-Laurent (BTSL), les MH couvrent 9,5 % du territoire.
2. Les cartes détaillées des MH et celles des MH potentiels sont de bons outils de planification régionale qui doivent être utilisées conjointement pour pallier aux erreurs cartographiques présentes dans les deux outils, notamment en ce qui a trait aux MH forestiers.
3. Au total, 15 313 km² de MH font partie d'une aire protégée, soit 8 % de la superficie des MH du Québec. Dans les BTSL, 12 % des MH sont protégés.
4. L'étude cartographique a révélé qu'au moins de 567 km² de MH ont été perturbés dans les BTSL sur une période d'environ 22 ans, soit 19 % de la superficie totale des MH des BTSL. Les activités agricoles et sylvicoles sont les principales sources de perturbations, représentant respectivement 44 % et 26 % des superficies perturbées totales. Les activités industrielles et commerciales et le développement résidentiel comptent pour environ 9 % des pertes de MH.
5. Dans la période du 30 novembre 2006 au 31 mars 2010 (3 ans et 4 mois), 558 certificats d'autorisation (CA) ont été émis en vertu du deuxième alinéa de l'article 22 de la *Loi sur la qualité de l'environnement* (L.Q.E.). Au total, 808 milieux humides étaient touchés par ces CA et les superficies affectées totalisaient 2 870 ha.
6. Seulement 15 ha des 2 870 ha affectés ont été compensés (restauration ou création), ce qui a induit une perte nette de 2 855 ha (> 99 %). Les pratiques de compensation actuelle sont donc nettement insuffisantes pour atteindre un objectif d'aucune perte nette.
7. La majorité des CA émis concerne des projets de type résidentiel (65 % des demandes). Les activités agricoles et forestières sont presque absentes des CA analysés, deux secteurs d'activité pourtant assujettis au deuxième alinéa de l'article 22 de la L.Q.E., et qui se sont révélées les deux sources les plus importantes de perturbations de milieux humides selon l'analyse cartographique des perturbations.

Synthèse des recommandations

À la lumière des constats synthétisés ci-haut et décrits dans le présent rapport, nous émettons six recommandations stratégiques au ministre du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec basées sur deux principes fondateurs : une politique d'aucune perte nette de milieux humides pour les Basses-terres du Saint-Laurent et une gestion normée.

Recommandation 1 : *Freiner la perte de milieux humides due aux activités agricoles et forestières et protéger les milieux humides d'intérêt pour la conservation.*

Recommandation 2 : *Dans les Basses-terres du Saint-Laurent, exiger des compensations sous formes de restauration et de création et accompagner ces exigences par de la protection en milieux humides.*

Recommandation 3 : *Établir des exigences et des normes claires de compensation et de suivi.*

Recommandation 4 : *Établir un système d'habilitation d'experts.*

Recommandation 5 : *Développer davantage les outils de cartographie des milieux humides et faciliter leur accessibilité.*

Recommandation 6 : *Créer un comité consultatif pour assurer une vision cohérente des mesures de gestion des milieux humides.*

Une description détaillée de chacune des recommandations est disponible à la section 10 du rapport. Les recommandations de nature plus législatives sont disponibles dans le rapport de Lavallée (2013).

1. Introduction

En novembre 2011, face à la complexité des enjeux en cause dans la gestion des milieux humides au Québec, le ministre du Développement durable, de l'Environnement, et des Parcs du Québec a considéré la nécessité de s'appuyer sur une vision indépendante afin d'éclairer ses décisions pour la conservation des milieux humides au Québec. L'objectif du ministre était ainsi de fonder la réforme de la gestion des milieux humides sur des constats de l'état des lieux au Québec et d'autres issus de travaux réalisés ailleurs dans le monde. Le Centre de la Science de la Biodiversité du Québec (CSBQ) a été contacté afin de se voir confier un mandat visant à effectuer un état des lieux et une analyse stratégique pour la conservation et la gestion durable des milieux humides dans le Québec méridional. Ce mandat a été proposé aux chercheurs membres du CSBQ et sept chercheurs se sont montrés intéressés à y travailler. Le comité ainsi créé couvrait différents champs d'expertise (droit, écologie, restauration, conservation, etc.) et incluait des chercheurs des Universités Laval (Claude Lavoie, École supérieure d'aménagement du territoire et de développement régional, Sophie Lavallée, Faculté de droit et Monique Poulin, département de Phytologie), de Montréal (Jacques Brisson et Stéphanie Pellerin, Institut de recherche en biologie végétale) et McGill (Sylvie DeBlois, Plant Science et School of Environment et Irene Gregory-Eaves, Department of Biology).

En mars 2012, une entente officielle était conclue entre le ministre et le CSBQ et les termes du mandat, d'une durée d'un an, étaient officialisés. Le mandat final se déclinait en deux volets. Le premier visait à établir un portrait géographique permettant d'identifier les enjeux de conservation et de gestion durable des milieux humides en fonction de différentes réalités écologiques du territoire concerné. Le second volet consistait à produire une analyse des modes de gestion de milieux humides au Québec et ailleurs dans le monde afin d'évaluer ceux potentiellement applicables au Québec. Ce second volet inclut une analyse législative de la gestion des milieux humides dans le cadre de la *Loi sur la qualité de l'environnement* (L.Q.E). Le mandat ne visait pas une analyse de la gestion des milieux humides dans le cadre de la *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables*.

Dans ce contexte, les objectifs spécifiques du mandat étaient : 1) de dresser un portrait détaillé de la situation des milieux humides au Québec, notamment en ce qui concerne leur superficie actuelle, leur niveau de protection, et les principales pertes et sources de perturbations;

2) de compiler les demandes de certificat d'autorisation afin d'évaluer les pertes officiellement enregistrées en vertu du deuxième alinéa de l'article 22 de la L.Q.E. et l'importance des compensations convenues au Québec; 3) d'évaluer l'efficacité des différentes méthodes de compensation existantes dans le monde, et 4) d'évaluer les outils législatifs encadrant la gestion des milieux humides et les formes de compensation à l'international dans le but de proposer des applications au Québec. Notons ici que la *Loi concernant des mesures de compensation pour la réalisation de projets affectant un milieu humide ou hydrique* (Loi 71; RLRQ chapitre M 11.4) a été adoptée après le début du présent mandat, mais qu'elle a néanmoins été prise en compte dans le volet juridique du mandat (Lavallée 2013). Les objectifs 1 à 3 ont été pilotés par Stéphanie Pellerin et Monique Poulin et sont synthétisés dans le présent rapport. L'objectif 4 a été dirigé par Sophie Lavallée et est présenté dans un second rapport (Lavallée 2013). Les autres chercheurs membres du groupe ont participé aux réflexions sur les méthodes à employer pour répondre aux objectifs, à l'interprétation des résultats et à l'élaboration des recommandations donnant des indications pour améliorer le processus de gestion des milieux humides au Québec.

2. Définition des milieux humides

Par leur diversité, leur complexité, leur vaste répartition, ainsi que leur nature transitoire entre les milieux aquatiques et les milieux terrestres proprement dits, il est difficile d'établir une définition universelle des milieux humides. À des fins de gestion et de conservation des milieux humides, il importe cependant d'avoir une définition claire et ne portant pas à interprétation. En nous basant sur une revue de littérature exhaustive des définitions des milieux humides (notamment, Cowardin *et al.* 1979; Couillard et Grondin 1986; Buteau *et al.* 1994; Groupe de travail national sur les terres humides 1997; Barnaud 1998; Tiner 1999; Mitsch et Gosselink 2007), nous proposons ici une définition qui inclut, à notre avis, les aspects les plus importants associés aux milieux humides, soit l'hydrologie, la végétation et les sols :

« Les milieux humides se caractérisent par la présence, permanente ou temporaire, en surface ou à faible profondeur dans le sol, d'eau stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée. Ils peuvent être d'origine naturelle (perturbés ou non) ou artificielle. Souvent en position de transition entre les milieux terrestres et aquatiques proprement dits, ils se distinguent par une faible épaisseur de la colonne d'eau, par la présence de sols hydromorphes ou non évolués, tels que des gleysols ou des sols organiques, et d'une végétation dominante composée de plantes hygrophiles ou capables de tolérer des inondations périodiques. En l'absence de végétation, un site peut être défini comme milieu humide lorsqu'il présente un substrat saturé au moins une partie de la saison de croissance et qu'il est situé, ou était situé, à l'intérieur ou à proximité d'un milieu aquatique, ou d'un milieu humide présentant une végétation hygrophile. Au Québec, les milieux humides incluent notamment les eaux peu profondes (< 2 m), marais, marécages et tourbières. Ils peuvent être en lien direct ou non au réseau hydrographique de surface. »

Les critères de détermination utilisés par le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) pour l'identification des étangs, des marais, des marécages et des tourbières sont disponibles dans la fiche technique *Identification et délimitation des écosystèmes aquatiques, humides et riverains* (MDDEP 2006a).

3. Superficie des milieux humides au Québec

Cette section vise à présenter un bilan de la superficie des milieux humides pour l'ensemble du Québec. Par la suite, les superficies de milieux humides sont présentées par découpages naturels, selon le Cadre écologique de référence (Ducruc 1991) puisque la gestion globale des écosystèmes du Québec se fait surtout à ce niveau. Enfin, nous présentons les données par découpage administratif, car les décisions d'aménagement du territoire sont prises à ce niveau.

3.1 Produits cartographiques utilisés

Pour obtenir un portrait global de l'étendue des milieux humides pour l'ensemble du Québec, nous avons utilisé un éventail de produits cartographiques (figure 1) qui ont été traités à l'aide du logiciel ArcGIS 10.0 (ESRI, Redland, Californie). Pour chaque région, nous avons utilisé les documents cartographiques disponibles au début de 2012 qui semblaient les plus précis en ce qui a trait à la présence et à la superficie des milieux humides.

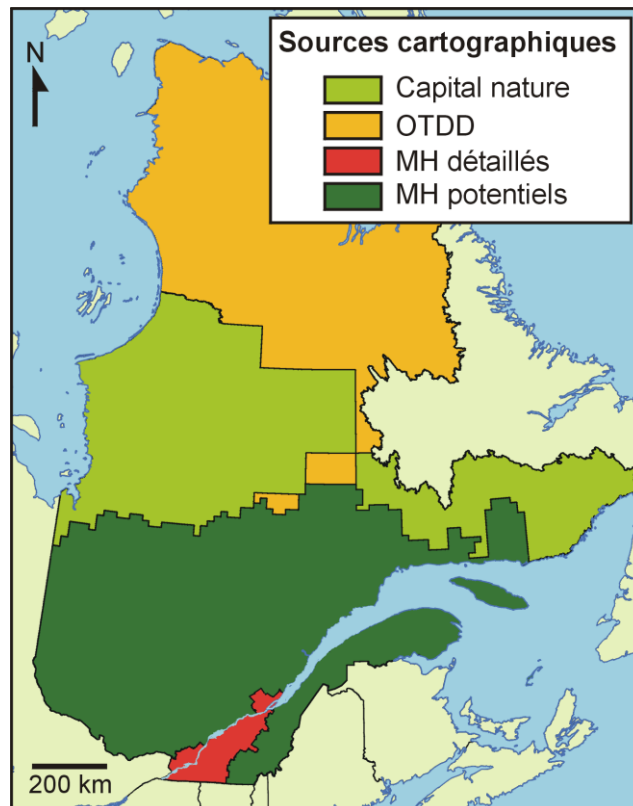


Figure 1. Produits cartographiques utilisés pour réaliser le bilan des milieux humides au Québec. Capital Nature : Inventaire du Capital Nature; OTDD : Observation de la Terre pour le développement durable; MH détaillés : cartes détaillées des milieux humides; MH potentiels : carte des milieux humides potentiels de 2011.

Dans le sud du Québec, principalement dans les Basses-terres du Saint-Laurent, quelques produits cartographiques ont été réalisés spécifiquement pour représenter les milieux humides (ci-après : cartes détaillées des milieux humides), notamment sur les territoires de la communauté métropolitaine de Québec (CMQ; Kirby et Beaulieu 2006), de la région administrative de la Montérégie (Belvisi et Beaulieu 2008), de la municipalité régionale de comté (MRC) de Lotbinière (Falardeau et Cournoyer 2009), de la communauté métropolitaine de Montréal (CMM; Beaulieu *et al.* 2010) et de la région administrative du Centre-du-Québec (Beaulieu *et al.* 2012). D'autres cartes détaillées des milieux humides ont été réalisées au fil du temps par différents organismes pour des régions plus petites; comme celles de la ville de Longueuil (Alliance Environnement Inc. 2004) et de la MRC de L'Assomption (Beaulieu *et al.* 2009). Toutefois, ces cartes correspondent à de petits secteurs déjà couverts par les cartes régionales mentionnées ci-haut; nous ne les avons donc pas utilisées.

La carte détaillée des milieux humides de la CMQ a été réalisée grâce, entre autres, à la photo-interprétation d'images satellitaires Quickbird, de photographies aériennes et d'orthophotographies. Celle de la Montérégie a été réalisée à l'aide de la photo-interprétation de photographies aériennes numériques et celles de la MRC de Lotbinière, de la CMM et du Centre-du-Québec à l'aide de la photo-interprétation en trois-dimensions de photographies aériennes numériques. Des informations plus spécifiques sur les documents sources ayant servi à la réalisation de ces cartes sont disponibles à l'annexe 1. L'unité cartographique minimale de ces cinq cartes varie entre 0,3 et 0,5 ha. Dans tous les cas, des campagnes de validation sur le terrain et des survols aériens ont été réalisés afin de confirmer ou d'infirmer la présence d'un milieu humide ainsi que le type de milieu humide. Les milieux humides identifiés dans ces différentes cartes sont ceux qui étaient présents sur le territoire depuis le début des années 2000, comme l'indique la date d'acquisition des documents sources utilisés pour leur cartographie (annexe 1).

Pour le reste du Québec méridional (territoire situé au sud du 52° parallèle), la carte utilisée est celle des milieux humides potentiels de 2011 produite par le MDDEFP (MDDEP 2011). Cette carte consiste en la jonction de quatre principaux produits cartographiques, soit : 1) les plans régionaux de conservation des milieux humides produits par Canards Illimités Canada (2010), 2) la carte des milieux humides potentiels de 2008 produite par le MDDEFP (MDDEP 2008), 3) le système d'information écoforestier (SIEF) du troisième décennal (SIEF III) et 4) le SIEF du quatrième décennal (SIEF IV), tous deux produits par le ministère des Ressources naturelles. Les

plans régionaux de conservation des milieux humides de même que la carte des milieux humides potentiels de 2008 sont également le résultat de l'agrégation de divers produits cartographiques (annexes 2 et 3). L'unité cartographique minimale de ces différents produits est variable, mais au final, la carte des milieux humides potentiels inclut seulement les milieux humides de plus de 0,2 ha. Aucune visite sur le terrain ni survol aérien n'a été fait pour valider la carte des milieux humides potentiels de 2011. Les milieux humides représentés sur cette carte sont ceux qui étaient présents sur le territoire depuis le début des années 1990 comme l'indique la date d'acquisition des différentes sources ayant servi à la créer (annexes 1 à 3).

Pour les régions au nord du 52^e parallèle, les données de l'Inventaire du capital nature (ICN) et du projet de l'Observation de la Terre pour le développement durable (OTDD) ont été utilisées. L'ICN couvre deux grandes régions (figure 1) soit celle de la Moyenne-et-Basse-Côte-Nord (Ducruc 1985) et celle du territoire de la Baie-James (Gérardin 1980). Les données de l'ICN ont été produites surtout par photo-interprétation de photographies aériennes à petite échelle (1 : 40 000 à 1 : 60 000; années 1973-1985) auxquelles s'ajoutent de nombreuses validations sur le terrain. L'ICN n'est pas un produit cartographique en soit, car les milieux humides n'ont pas été délimités spatialement. Toutefois, les superficies couvertes par des dépôts organiques sont disponibles pour chaque ensemble physiographique. Pour les régions couvertes par l'ICN nous n'avons donc que les milieux humides caractérisés par la présence d'un dépôt organique, ce qui correspond aux tourbières. Nous aurions pu ajouter les milieux humides non tourbeux, soit les marais et marécages, à partir des classes de drainage de l'ICN mais nous avons jugé plus opportun d'être conservateur et ainsi éviter l'incertitude associée à cette estimation. Dans le cadre d'un autre projet en Minganie (provinces naturelles Plateau de la Basse-Côte-Nord et du Labrador central), ces milieux humides sur minéral constituaient 2 % du territoire comparativement à 8 % pour les tourbières et 17 % pour les milieux aquatiques (Canards Illimités Canada 2012).

L'OTDD est une imagerie satellitaire Landsat qui a été complétée pour l'ensemble de la province en 2007 par le Service canadien des forêts et l'Agence spatiale canadienne dans le but d'inventorier et de surveiller les forêts du Canada (Wulder *et al.* 2008). L'OTDD comporte 52 classes de couvertures terrestres. Parmi ces classes, nous avons utilisé les classes 22 (milieux humides boisés), 23 (milieux humides arbustifs), 24 (milieux humides herbacés) et 30 (résineux ouverts sur fond de mousses) pour obtenir la superficie des milieux humides. Ces classes ont été

choisies, car ce sont celles qui correspondaient le mieux aux délimitations des milieux humides du SIEF III dans les secteurs où les deux cartographies se superposent (Rocheffort *et al.* 2011). La classe 30 correspond essentiellement aux tourbières forestières.

3.2 Limites des différents produits cartographiques

En général, tous les produits cartographiques utilisés sous-estiment la présence des petits milieux humides (moins de 0,5 ha), ceux qui sont éphémères, comme les plans d'eau peu profonds en milieu forestier (étangs temporaires ou vernaux) et les plans d'eau peu profonds en bordure des lacs ou des rivières. L'identification de ces milieux ne peut être faite que par des campagnes d'inventaire sur le terrain qui doivent être réalisées à différents moments au cours de la période sans neige. Il est à noter qu'un travail de recherche visant à modéliser la profondeur des lacs en fonction de leur superficie et de la topographie du paysage est en cours au Québec (sous la direction d'Yves Prairie, UQAM). Les résultats de cette recherche permettraient d'intégrer les eaux peu profondes dans notre synthèse de superficie des milieux humides pour le Québec. Finalement, aucun des produits utilisés, même ceux comportant des validations sur le terrain, ne peut prétendre représenter fidèlement les limites des milieux humides, puisqu'il s'agit d'entités dynamiques dont les superficies peuvent fluctuer dans le temps.

3.2.1 Cartes détaillées des milieux humides

Les cartes détaillées des milieux humides sont les plus précises, puisque leur objectif initial était de cartographier les milieux humides et que les méthodes d'inventaires incluaient des travaux de validation sur le terrain. D'ailleurs, la capacité de détecter la présence effective d'un milieu humide par photo-interprétation dans les cinq cartes détaillées variait de 79 % à 90 % (Kirby et Beaulieu 2006; Belvisi et Beaulieu 2008; Falardeau et Cournoyer 2009; Beaulieu *et al.* 2010; Beaulieu *et al.* 2012). Ceci signifie qu'un milieu humide identifié par photo-interprétation était effectivement un milieu humide après validation terrain dans au moins 79 % des sites inventoriés. Par contre, aucune indication sur les erreurs d'omission n'est disponible, c.-à-d., un milieu humide présent sur le territoire, mais non identifié par photo-interprétation. Enfin, ces cartes n'intègrent généralement pas les parties exploitées des milieux humides (par exemple, les zones en culture dans les cannebergières et les sites d'extraction de terreau horticole), ce qui engendre une sous-estimation de la superficie totale de milieux humides.

3.2.2 Cartes des milieux humides potentiels

La carte des milieux humides potentiels de 2011 est sans contredit moins précise que les cartes détaillées des milieux humides. Ce produit cartographique n'a d'ailleurs pas la prétention d'être complet ni exact, mais vise à fournir une information de base sur la présence possible de milieux humides. Il a en effet été conçu de façon à regrouper l'ensemble des sites dont la nature humide était avérée *ou présumée* afin d'aider les analystes du MDDEFP à identifier les zones où des suppléments d'information devraient être demandés lors de la réception de demandes de certificat d'autorisation concernant une activité pouvant potentiellement agir sur un milieu humide. Néanmoins, afin de tester la fiabilité de la carte des milieux humides potentiels de 2011, nous l'avons comparée aux cinq cartes détaillées des milieux humides (CMQ, CMM, Centre-du-Québec, Montérégie et MRC de Lotbinière). Pour les secteurs où les deux types de cartographies étaient disponibles, la superficie totale des milieux humides dans la carte des milieux humides potentiels de 2011 était de 2 853 km², alors qu'elle n'était que de 2 117 km² pour l'ensemble des cartes détaillées. En combinant les deux types de cartographie, un total de 3 280 km² de milieux humides était présent dans le territoire de comparaison. De cette superficie, 52 % était commune aux deux types de cartographies (1 690 km²), 13 % unique aux cartes détaillées (427 km²) et 36 % unique à la carte des milieux humides potentiels de 2011 (1 163 km²). Cette analyse laisse croire à une surestimation importante de la superficie des milieux humides dans la carte des milieux humides potentiels de 2011 et jette donc un doute sur la validité des données de superficie des milieux humides obtenues pour les secteurs où les cartes des milieux humides potentiels ont été utilisées. Toutefois, les superficies plus importantes de milieux humides dans la carte des milieux humides potentiels de 2011, comparativement aux cartes détaillées, sont vraisemblablement liées, du moins en partie, au fait que ces dernières n'intègrent pas les superficies exploitées (par exemple les secteurs en culture dans les cannebergières).

Une nouvelle analyse a donc été faite en utilisant cette fois la carte des milieux humides potentiels de 2008. Cette carte a été utilisée plutôt que celle des milieux humides potentiels de 2011, car bien que les secteurs perturbés soient présents dans les deux produits, leur délimitation précise n'est disponible que pour la carte des milieux humides potentiels de 2008 (voir section 5). Avant la comparaison des superficies, les milieux humides perturbés identifiés sur la carte des milieux humides potentiels de 2008 ont été ajoutés aux différentes cartes détaillées. Pour les

secteurs où les deux types de cartographies sont disponibles, la superficie totale des milieux humides dans la carte des milieux humides potentiels de 2008 était de 2 087 km² alors qu'elle était de 2 182 km² pour l'ensemble des cartes détaillées auxquelles ont été ajoutés les milieux humides perturbés. En combinant les deux types de cartographie, un total de 2 716 km² de milieux humides était présent dans le territoire de comparaison. De cette superficie totale, 57 % était commune aux deux cartographies (1 553 km²), 23 % unique aux cartes détaillées (629 km²) et 20 % unique à la carte des milieux humides potentiels (534 km²). En intégrant les milieux humides perturbés aux cartographies détaillées, on réduit ainsi la possible surestimation associée à la cartographie potentielle.

Ici, il semble important d'identifier à quels types de milieu humide sont associés les différences observées. En effet, cet aspect permettra de mieux cibler les types de milieux sur lesquels des efforts devront être consentis dans d'éventuels travaux de cartographie. Les milieux humides présents uniquement dans les cartes détaillées étaient de petite taille (moyenne 0,02 km²) et en très grande majorité des milieux forestiers, soit des marécages et des tourbières boisées (tableau 1). La taille moyenne des milieux humides présents uniquement dans la carte des milieux humides potentiels de 2008 était de 0,04 km². Le type de milieu humide n'étant pas spécifié dans cette carte, nous avons fait une évaluation visuelle du type de milieu à partir des images Google Earth (Google Inc©, Silicon Valley), et ce, dans dix MRC (deux MRC choisies aléatoirement dans chacun des cinq grands secteurs des cartes détaillées des milieux humides), soit les MRC du Haut-Saint-Laurent, de la Haute-Yamaska, des Moulins, de Marguerite D'Youville, de L'Assomption, de Lotbinière, de Lévis, de l'île d'Orléans, de Drummond et de Bécancour. Cette analyse visuelle nous a indiqué que plus de 70 % des milieux humides uniques à la carte des milieux humides potentiels de 2008 étaient des milieux humides forestiers. Dans les MRC de la Haute-Yamaska et de Marguerite D'Youville, les milieux humides uniques à cette carte étaient autant forestiers que non forestiers. Dans la très grande majorité des cas (> 60 % des sites), sauf dans la MRC de Bécancour, les milieux humides uniques à l'une ou l'autre des cartes étaient situés en périphérie de milieux humides communs aux deux produits cartographiques.

Tableau 1. Superficie totale des différents types de milieux humides présents uniquement dans les cinq cartes détaillées des milieux humides, mais non dans la carte des milieux humides potentiels de 2008. À ces superficies s'ajoutent 6,1 km² susceptibles d'être un milieu humide dans la carte détaillée des milieux humides de la Montérégie.

Type de milieux humides	Superficie (km ²)
Eau peu profonde	50,1
Marais	18,8
Marécage	336,3
Prairie humide	14,6
Tourbière boisée	194,3
Tourbière ombrotrophe	6,4
Tourbière minérotrophe	2,4

En résumé, cette analyse indique qu'il existe une différence dans l'emplacement et la délimitation des milieux humides entre les deux produits cartographiques, mais que les deux types de produits cartographiques engendrent des valeurs de superficies relativement similaires (différence de 95 km²). Les différences sont essentiellement liées aux petits milieux humides forestiers localisés en périphérie de milieux humides plus grands. Il semble donc adéquat d'utiliser les valeurs de superficies obtenues à partir de la carte des milieux humides potentiels pour des évaluations à des échelles régionales, du moins lorsqu'aucun autre produit n'est disponible. Dans le cadre d'une planification territoriale plus fine, les deux produits cartographiques devraient par contre être utilisés puisqu'aucun n'est parfait.

3.2.3 Inventaire Capital Nature et OTDD

Les données de l'ICN et de l'OTDD comportent également des lacunes. La cartographie de l'ICN est relativement grossière puisqu'elle a été faite à partir de photographies aériennes à petite échelle, bien qu'il y ait eu beaucoup de validation sur le terrain. L'ICN est d'autant plus imprécis que les milieux humides qui y sont identifiés n'ont pas été délimités spatialement à l'intérieur de chaque polygone utilisé comme unité de base (cellule de 10 km²). Leur couvert a simplement été évalué en pourcentage de la superficie de chaque unité, ce qui entraîne une incertitude supplémentaire lorsque ces données sont utilisées pour le calcul des superficies humides incluses au sein des aires protégées (section 4). De plus, elle nous a permis d'identifier que les milieux humides avec dépôts organiques. Notre portrait global de l'étendue des milieux humides pour l'ensemble du Québec n'inclut donc aucun étang, marais ou marécage présents en Moyenne-et-Basse-Côte-Nord ou dans le territoire de la Baie-James (figure 1).

Enfin, il est possible que les données de l'OTDD que nous avons utilisées sous-estiment également les superficies de milieux humides, puisque nous n'avons pas utilisé toutes les classes

pouvant inclure des milieux humides. Par exemple, nous n'avons pas utilisé la classe *peuplement arbustif avec couvert de mousse*, car la concordance avec les données du SIEF III était très faible.

3.3 Superficie de milieux humides pour le Québec

La superficie du Québec, excluant les milieux marins, est de 1 513 879 km². La superficie totale de milieux humides obtenue en combinant les différents produits cartographiques est de 189 593 km², soit 12,5 % de la province. En tenant compte seulement du territoire situé au sud du 52° parallèle, la superficie des milieux humides est de 118 713 km², soit 7,8 % de la superficie de ce territoire. Un travail d'agrégation cartographique similaire à celui que nous avons fait et utilisant les mêmes produits cartographiques, mais visant à identifier seulement les superficies de tourbières au Québec (Rocheffort *et al.* 2011) est arrivé à la conclusion qu'il y avait 161 000 km² de tourbière au Québec, soit 10,6 % du Québec. Ces résultats indiquent donc que la très grande majorité (près de 85 %) des superficies des milieux humides du Québec est des tourbières.

3.4 Superficie de milieux humides par découpage naturel

Les superficies de milieux humides sont présentées pour les provinces naturelles et les ensembles physiographiques, soit les niveaux I et III du Cadre écologique de référence (Ducruc 1991). Au niveau des provinces naturelles, les superficies les plus importantes de milieux humides se trouvent dans les Basses-terres de l'Abitibi (province F), les Collines de la Grande Rivière (H), le Plateau de la Basse-Côte-Nord (E) et le Plateau central du Nord-du-Québec (I; tableau 2). Les superficies de milieux humides dans ces quatre provinces naturelles représentent 47 % de la superficie totale des milieux humides au Québec. La province naturelle des Basses-terres de la baie James (F) est la seule dont la superficie est majoritairement constituée de milieux humides, soit à 58 % (tableau 2). Au niveau des ensembles physiographiques, les plus grandes superficies de milieux humides se trouvent dans les ensembles physiographiques au pourtour et au sud de la baie James, en périphérie du Labrador, sur la frange côtière de la Côte-Nord et sur l'île d'Anticosti (figure 2; annexe 4).

Tableau 2. Superficie de milieux humides par province naturelle. La proportion du territoire de chaque province naturelle en milieux humides est aussi indiquée.

Code	Province naturelle	Superficie (km ²)	Proportion du territoire (%)
A	Les Appalaches	4 387	6,4
B	Basses-terres du Saint-Laurent	2 927	9,5
C	Les Laurentides méridionales	13 317	8,4
D	Les Laurentides centrales	16 089	7,9
E	Plateau de la Basse-Côte-Nord	18 608	16,6
F	Basses-terres de l'Abitibi	32 084	43,3
G	Hautes-terres de Mistassini	17 454	18,2
H	Collines de la Grande Rivière	20 737	12,3
I	Plateau central du Nord-du-Québec	18 489	10,5
J	Péninsule d'Ungava	8 093	3,4
K	Bassin de la baie d'Ungava	14 754	13,4
L	Labrador septentrional	1 415	3,7
N	Les Adirondacks*	3	3,4
P	Basses-terres de la baie James	15 352	58,3
U	Labrador central	3 035	14,4
X	Estuaire et golfe du Saint-Laurent	2 849	1,7

* Province naturelle limitrophe du Québec dont la majeure partie se trouve aux États-Unis

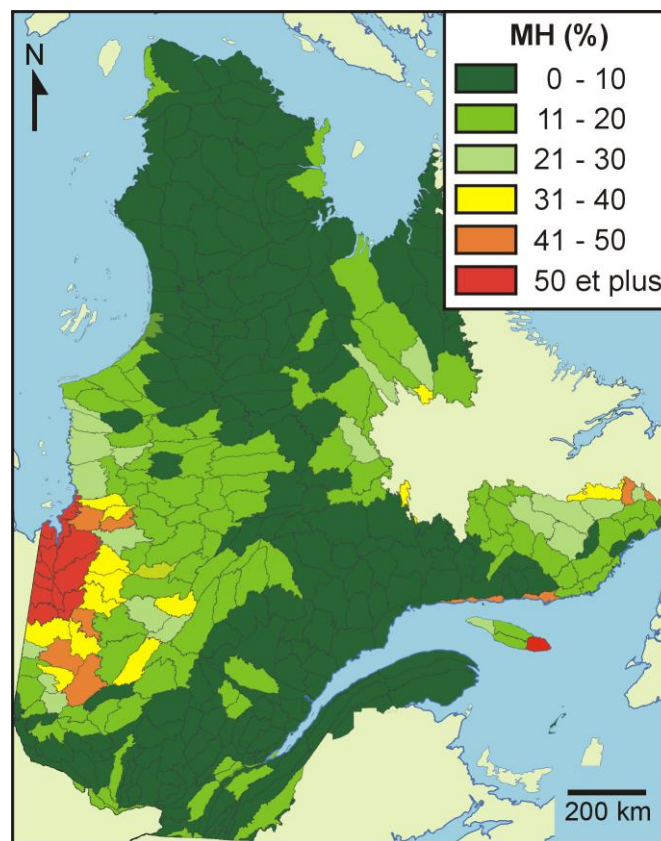


Figure 2. Pourcentage de la superficie des ensembles physiographiques constituée de milieux humides (MH; source annexe 4).

3.5 Superficie de milieux humides par découpage administratif

La région administrative comprenant la plus grande superficie de milieux humides est de loin le Nord-du-Québec (région 10), suivie de la Côte-Nord (09) et de l'Abitibi-Témiscamingue (08) (tableau 3). La région de la Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine (11) est celle qui présente la plus faible proportion de milieux humides sur son territoire. Six MRC (ou territoires équivalents) ont plus de 20 % de leur territoire couvert par des milieux humides soit Abitibi, Abitibi-Ouest, Baie-James, Eeyou Istchee, Rouyn-Noranda et Vallée-de-l'Or (figure 3; annexe 5). Toutes les MRC se trouvant dans les zones les plus peuplées du sud de la province comptent moins de 20 % de milieux humides sur leur territoire. Les MRC de l'érable (19 %), des Etchemins (18 %) et de Bécancour (17 %) sont celles avec les plus hauts pourcentages de milieux humides sur leur territoire dans le sud du Québec (annexe 5).

Tableau 3. Superficie de milieux humides par région administrative. La proportion du territoire de chaque région administrative en milieux humides est aussi indiquée.

Code	Région administrative	Superficie (km ²)	Proportion du territoire (%)
01	Bas-Saint-Laurent	1 852	6,6
02	Saguenay - Lac-Saint-Jean	10 066	9,6
03	Capitale-Nationale	1 256	6,0
04	Mauricie	3 184	8,0
05	Estrie	739	7,0
06	Montréal	10	1,6
07	Outaouais	3 263	9,6
08	Abitibi-Témiscamingue	15 459	24,1
09	Côte-Nord	37 554	10,0
10	Nord-du-Québec	110 104	12,9
11	Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	838	0,4
12	Chaudière - Appalaches	1 713	10,6
13	Laval	11	4,3
14	Lanaudière	824	6,1
15	Laurentides	1 612	7,2
16	Montérégie	578	4,9
17	Centre-du-Québec	890	12,3

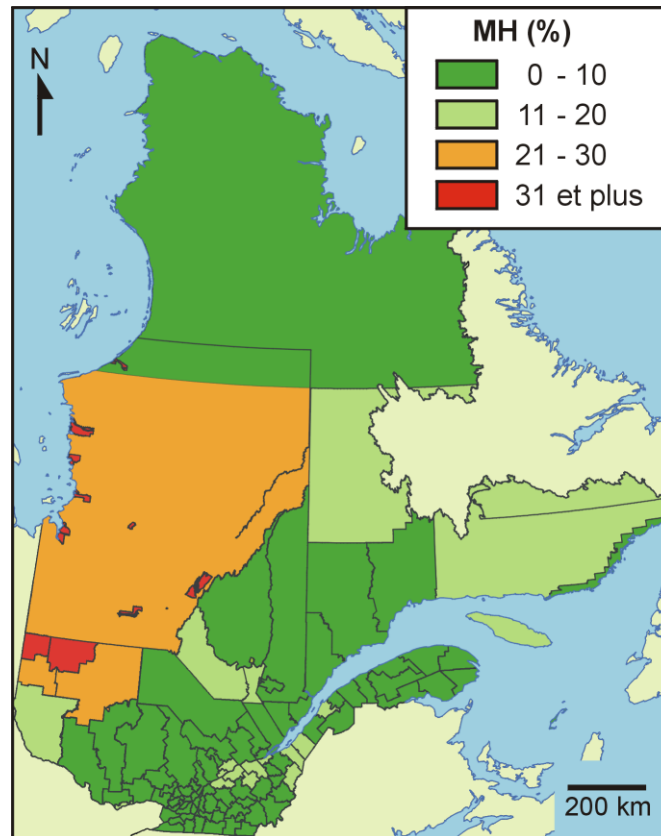


Figure 3. Pourcentage de la superficie des municipalités régionales de comtés (ou territoires équivalents) du Québec constituée de milieux humides (MH; source annexe 5).

4. Bilan des milieux humides protégés

Cette section vise à dresser un portrait des milieux humides protégés au Québec et à l'échelle des Basses-terres du Saint-Laurent. Ce bilan a été réalisé en superposant la carte produite par l'agrégation des différents produits cartographiques (figure 1) à celle des aires protégées du Québec (MDDEFP, 2012). La superficie totale des aires protégées au Québec, lors de notre analyse, était de 139 234 km². Au total 15 313 km² de milieux humides font partie d'une aire protégée, soit 11 % de la superficie des aires protégées et environ 8 % de la superficie totale des milieux humides de la province. Selon le système de classement des aires protégées de l'Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources (UICN; Dudley 2008), la majorité des milieux humides protégés au Québec se trouve dans la catégorie III-Monument naturel et près du tiers dans la catégorie II-Parc national (tableau 4). La catégorie III désigne une aire contenant des éléments naturels et/ou culturels particuliers méritant d'être protégée du fait de sa rareté, de sa représentativité, de ses qualités esthétiques ou de son importance culturelle intrinsèque. Au Québec, cette catégorie est surtout constituée des réserves de biodiversité, des réserves de biodiversité projetées (dont le statut final de protection n'est pas encore adopté), des parcs régionaux, municipaux, ou privés d'intérêt récréotouristique et de conservation et des refuges d'oiseaux migrateurs. Pour sa part, la catégorie II est une aire conservée dans le but de préserver les écosystèmes dans leur état naturel, tout en permettant des activités de récréation. Cette catégorie comprend essentiellement les parcs nationaux québécois et canadiens. Une infime partie des milieux humides protégés le sont au sein d'aires de la catégorie Ia-Réserve naturelle intégrale, qui est le niveau le plus élevé de protection (tableau 4).

Tableau 4. Superficies de milieux humides protégés pour l'ensemble du Québec et dans les Basses-terres du Saint-Laurent (BTSL) selon les catégories de l'Union internationale pour la conservation de la nature. Les proportions (%) que ces superficies protégées représentent sur la superficie totale de milieux humides du Québec et des BTSL sont aussi présentées.

Code	Catégorie	Québec (km ²)	Québec (%)	BTSL (km ²)	BTSL (%)
Ia	Réserve naturelle intégrale	223,94	0,1	93,47	26,3
II	Parc national	4 394,97	2,3	7,92	2,2
III	Monument naturel	9 733,83	5,13	58,63	16,5
IV	Aire de gestion des habitats ou des espèces	475,78	0,3	39,03	10,9
V	Paysage terrestre ou marin protégé	11,27	0,01	12,29	3,5
VI	Aire protégée de ressources naturelles gérées	473,24	0,2	144,35	40,6
Total		15 313,03	8,1	355,69	12,2

Dans les Basses-terres du Saint-Laurent, seulement 356 km² de milieux humides se trouvent en zones protégées, ce qui représente environ 12 % des milieux humides de cette région (tableau 4). De ce nombre, 41 % se trouvent dans la catégorie VI-Aires protégées de ressources naturelles gérées (tableau 4). Les territoires protégés faisant partie de cette catégorie sont surtout administrés à des fins d'utilisation durable des écosystèmes naturels. Cette catégorie comprend notamment certaines aires de concentrations d'oiseaux aquatiques ou certaines réserves nationales de faune. Les trois niveaux de protection les plus élevés comprennent 160 km² de milieux humides, soit 5,4 % des milieux humides des Basses-terres du Saint-Laurent (45 % des milieux humides protégés dans les Basses-terres du Saint-Laurent).

Selon les informations obtenues à partir des cartes des milieux humides détaillées, 89 % des milieux humides protégés dans les Basses-terres du Saint-Laurent sont des marais, des marécages et des eaux peu profondes (34, 28 et 27 % respectivement). Ils se situent en majorité dans les aires protégées de catégorie VI. Les tourbières, peu importe le type, ne représentent que 4,8 % des milieux humides protégés (17,4 km²) dans les Basses-terres du Saint-Laurent. Considérant le fait que ces écosystèmes représentent environ 85 % des milieux humides de la province, ces résultats soulignent leur faible représentation dans les aires protégées du Québec. Néanmoins, 90 % des tourbières protégées sont situées dans des aires où le niveau de protection est relativement élevé (catégories 1a, II et III).

5. Pertes et perturbations de milieux humides

Cette section vise à dresser un portrait des activités humaines affectant les milieux humides, d'abord pour l'ensemble de la province, et ensuite pour les Basses-terres du Saint-Laurent.

5.1 Le Québec

Peu de travaux ont fait un bilan des pertes de milieux humides à l'échelle du Québec. Les informations présentées ici sont une synthèse de l'étude de Rochefort *et al.* (2011) sur les activités humaines affectant les tourbières à l'échelle du Québec. Les résultats de cette étude devraient être assez représentatifs des pertes pour l'ensemble des milieux humides, puisque près de 85 % des milieux humides du Québec sont des tourbières. Les milieux humides riverains pourraient par contre avoir subi des pertes se démarquant de ces tendances, mais leurs superficies étant restreintes, le bilan global présenté ici ne devrait pas être trop biaisé.

Selon les travaux de Rochefort *et al.* (2011) un minimum de 1 270 km² de tourbières a été perturbé par des activités reliées à la production d'hydro-électricité dans les secteurs des rivières La Grande, Eastman, Sainte-Marguerite, Toulmoustuc et Romaine. Il s'agit surtout de tourbières ennoyées ou affectées par des activités de déviation de cours d'eau (90 % des pertes) et de sites touchés par des emprises de lignes de transport. Les activités sylvicoles auraient pour leur part affecté un minimum de 1 000 km² de tourbières depuis 1986, surtout dans la région des Basses-terres de l'Abitibi. Environ 800 km² de tourbières serviraient à la production agricole, surtout dans les Basses-terres du Saint-Laurent, mais aussi dans le secteur du Lac-Saint-Jean et des Basses-terres de l'Abitibi. À ces valeurs s'ajoutent environ 23 km² utilisés pour la production de canneberges qui se concentre dans les régions du Centre-du-Québec et de Chaudière-Appalaches. Les routes présentes au sein des tourbières touchent des superficies totales d'environ 540 km². Cette valeur a été estimée en calculant une zone d'impact de 50 mètres aux abords des routes, incluant les fossés de drainage adjacents, pour tenir compte de la zone d'influence de ces infrastructures (Landry et Rochefort 2011). Enfin, l'extraction de tourbe à des fins horticoles touche au moins 100 km² de tourbières, surtout dans les régions du Bas-Saint-Laurent et du Lac-Saint-Jean. Il ressort de toutes ces estimations qu'un minimum de 3 733 km² de tourbières aurait été perturbé au Québec dans les cinquante dernières années. Ce bilan n'inclut toutefois aucun chiffre sur les activités minières qui abondent notamment dans les régions de l'Abitibi-Témiscamingue, de la Côte-Nord et du Nord-du-Québec et le développement

résidentiel dans les régions habitées du sud du Québec. Les données sur les activités de production d'hydro-électricité sont également fragmentaires ne portant que sur les secteurs des rivières La Grande, Eastman, Sainte-Marguerite, Toulnostuc et Romaine.

Les plans régionaux de conservation des milieux humides produits par Canards Illimités Canada (2010) font un bon survol des menaces sur les milieux humides riverains dans les différentes régions du Québec. Il en ressort que la navigation commerciale (surtout dans le fleuve Saint-Laurent), la navigation récréative, la villégiature, l'urbanisation et la régularisation des débits d'eau sont les principales menaces pour les milieux humides riverains. À ces menaces, s'ajoutent des pressions plus globales comme les changements climatiques, la présence d'espèces exotiques envahissantes, l'artificialisation des terres au pourtour des milieux humides et l'eutrophisation. Les superficies de milieux riverains affectées par ces activités ne sont par contre pas recensées dans les plans régionaux.

5.2 Basses-terres du Saint-Laurent : perturbations historiques

Il existe plusieurs hypothèses sur l'étendue des pertes de milieux humides dans la région des Basses-terres du Saint-Laurent depuis le début de la colonisation européenne. Plusieurs organismes, chercheurs et gestionnaires mentionnent qu'entre 40 et 80 % de la superficie des milieux humides en zone agricole et urbaine auraient disparu et que cette proportion atteindrait plus de 85 % dans la grande région de Montréal (voir par exemple Joly *et al.* 2008 ou Gratton 2010). Bien que les pertes historiques de milieux humides n'aient pu être documentées de manière directe, ces chiffres sont certainement réalistes puisqu'ils correspondent aux mêmes estimations avancées pour d'autres régions de l'Amérique du Nord (par exemple, 80 % des milieux humides du bassin de la rivière Mississippi [Kesel 1989]; 53 % de tous les milieux humides forestiers aux États-Unis [Jonhston 1994] et 75 % des milieux humides du sud de l'Ontario [Ontario Ministry of Natural Resources 1992]). Une des options pouvant être envisagée pour obtenir une estimation adéquate des pertes depuis la colonisation européenne serait d'extraire les informations sur la présence de sols généralement associés aux milieux humides (notamment les gleysols) contenus dans les cartes pédologiques et de les comparer aux cartes actuelles des milieux humides. Une telle approche a été explorée dans le cadre de ce mandat, mais faute de temps il a été impossible de faire l'analyse complète. Toutefois, un projet de recherche intégrant des données pédologiques, géologiques et LIDAR est en cours à l'Université

du Québec à Montréal (sous la direction de Marie Larocque, département des sciences de la Terre et de l'atmosphère) et devrait fournir prochainement des informations sur cet aspect pour les régions de la Montérégie et du Centre-du-Québec.

Quelques études ont néanmoins fait une évaluation assez juste des pertes de milieux humides dans certaines régions du sud du Québec au cours des derniers siècles. Par exemple, les travaux de cartographie du Groupe Dryade Ltée (Environnement Canada 1986), réalisés le long du fleuve Saint-Laurent (entre Cornwall et Blanc-Sablon [rive nord] et entre Cornwall et la rivière Restigouche [rive sud]), de la rivière des Outaouais (lac des Deux-Montagnes à Hull), de la rivière Richelieu et au pourtour des îles du Saint-Laurent et des Îles-de-la-Madeleine, ont montré qu'entre 1950 et 1978, 3 643 ha de milieux humides¹ (6 % des superficies initiales) ont été détruits. Ces pertes ont essentiellement eu lieu entre 1950 et 1965, surtout en amont de la municipalité de Grondines. Le drainage des terres à des fins agricoles (34 % des pertes), le remblayage à diverses fins (27 %) et l'expansion urbaine (20 %) sont les principales causes de destruction de milieux humides pour les secteurs ciblés par cette étude. Dans la grande région de Montréal (îles de Montréal et de Laval ainsi que les rives nord et sud dans un rayon de 30 km), Champagne et Melançon (1985) ont évalué les pertes de milieux humides entre 1966 et 1981 en interprétant des photographies aériennes et en effectuant une validation terrain. Durant cette période, 406 ha de milieux humides (soit 7 % des milieux humides présents en 1966) ont disparu au profit de l'expansion urbaine et de l'agriculture, surtout des marécages (206 ha) et des tourbières ombrotrophes (118 ha). À l'aide d'anciens documents cartographiques et de photographies aériennes, Bouchard et Jean (2001) ont, pour leur part, conclu que les tourbières Large Tea Field et Small Tea Field (ouest de la Montérégie) avaient subi des pertes de plus de 60 % de leur superficie entre 1934 et 1986, soit une perte nette de 2 400 ha. Ces pertes sont surtout le résultat de la transformation des dépôts organiques en terres agricoles, phénomène toujours en cours. Dans la région de Rivière-du-Loup–Isle-Verte, Pellerin (2003) a montré, à l'aide de photographies aériennes et d'une validation terrain, que 12 % des superficies de tourbières ont disparu entre 1929 et 2002 (perte nette de 187 ha) au profit des terres agricoles,

¹ À partir d'ici et pour les sections suivantes, la plupart des superficies seront indiquées en hectares plutôt qu'en km² (sauf pour la section 7), car c'est sous cette forme qu'elles sont disponibles dans les différents documents sources et surtout parce que les superficies présentées sont plus petites que pour les sections précédentes (1 ha = 0,01 km²).

alors que 62 % (957 ha) des tourbières restantes avaient subi des perturbations importantes, surtout en lien avec les activités de récolte de tourbe à des fins horticoles, de coupes forestières et d'agriculture (drainage, surfaces débroussaillées mais jamais exploitées). Dans le complexe des Tourbières-de-Lanoraie, Tardy et Pellerin (2006) ont conclu à l'aide d'une analyse de photographies aériennes, d'une validation terrain et d'entrevues auprès des résidents qu'au moins 28 % (21 km²) de la superficie initiale du complexe (76 km²) avait été perturbée depuis le début des années 1900, principalement par les activités agricoles et la coupe forestière (70 % des superficies perturbées). À Laval, plusieurs inventaires de milieux humides ont été réalisés en zone blanche (zonage résidentiel, commercial et industriel) entre 2004 et 2010 (Huard *et al.* 2010). Ces travaux ont montré qu'il y avait, en 2004, un total de 353 milieux humides pour une superficie totale de 331 ha. En 2010, 145 de ces milieux avaient été altérés ou détruits par des travaux de remblayage ou de drainage, causant ainsi une perte nette de 50 ha (35 % des superficies) et une altération de 55 ha (38 % des superficies) additionnels. Enfin, dans la région de la zone de gestion des ressources en eau Bécancour, Avard *et al.* (2012) ont montré, à l'aide d'une analyse de photographies aériennes et de travaux sur le terrain qu'entre 1966 et 2010, 5 433 ha de tourbières (24 % des superficies de tourbières présentes en 1966) ont subi des perturbations irréversibles, surtout en raison de la culture de la canneberge. De plus, 7 015 ha supplémentaires étaient touchés en 2010 (30 % des superficies de 1966) par des perturbations de moindre envergure comme le creusage de canaux de drainage ou l'établissement de chemins forestiers, ou encore par de la coupe forestière. En somme, ces différents travaux indiquent que les superficies perturbées peuvent être importantes, qu'elles varient au sein des Basses-terres du Saint-Laurent selon la période et l'endroit, mais peuvent atteindre jusqu'à plus de 60 % sur une période de 50 ans.

5.3 Basses-terres du Saint-Laurent : perturbations récentes

Tel que vu dans la section précédente, les milieux humides dans les Basses-terres du Saint-Laurent sont soumis à de nombreuses pressions d'origine humaine. Toutefois, comme les données relatives à ces pressions sont fragmentaires, il est vite apparu essentiel de fournir un aperçu global des pertes récentes pour l'ensemble du secteur. Les objectifs spécifiques de cette analyse étaient de répertorier les superficies affectées et d'identifier la nature des pressions qu'elles subissent. Les résultats obtenus ont ensuite été utilisés pour évaluer l'efficacité des politiques de gestions des milieux humides (section 7). Pour atteindre ces objectifs, nous avons

utilisé les données d'une précédente étude non publiée par le MDDEFP (Bazoge 2008) visant à identifier les perturbations affectant les milieux humides présents dans les Basses-terres du Saint-Laurent.

5.3.1 Région d'étude

La région d'étude (figure 4) comprend la totalité de la province naturelle des Basses-terres du Saint-Laurent, soit un territoire de 30 677 km² (29 096 km² excluant le fleuve Saint-Laurent). Au total, 3 017 km² de milieux humides sont présents sur le territoire d'étude selon la carte des milieux humides potentiels de 2008. Dans l'étude de 2008 (Bazoge 2008), les ensembles physiographiques de l'Estuaire moyen du Saint-Laurent et de la Terrasse de Rivière-du-Loup, situés en bordure des Basses-terres du Saint-Laurent, avaient aussi été analysés. Faute de temps, ces secteurs n'ont pas été traités dans notre mise à jour et ne font pas partie de notre région d'étude (figure 4). Pour uniformiser les données, les résultats de ces deux régions n'ont pas été compilés avec nos données et ne seront donc pas présentés dans ce rapport.

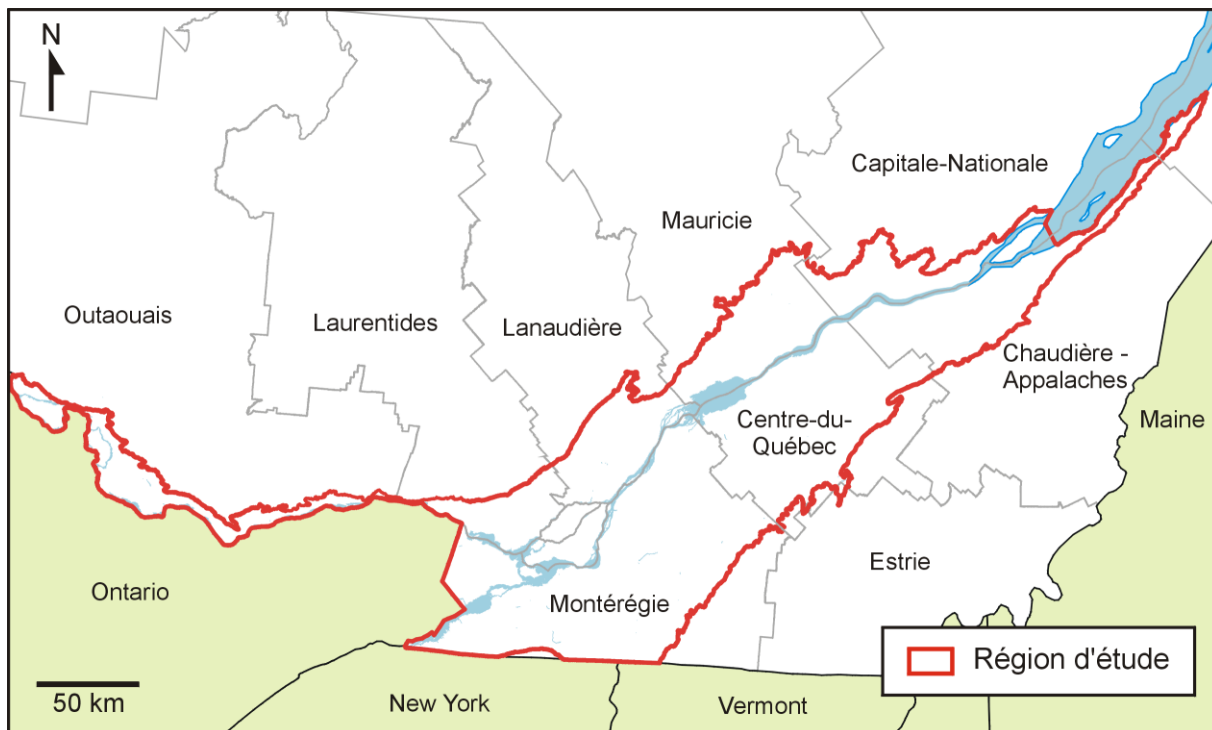


Figure 4. Localisation de la région d'étude (Basses-terres du Saint-Laurent)

5.3.2 Méthodologie

Pour réaliser cette étude, la carte des milieux humides potentiels de 2008 avait été utilisée, puisque les cartes détaillées des milieux humides n'existaient pas encore à cette époque. En 2008 (Bazoge 2008), l'identification des surfaces perturbées et les activités responsables des perturbations avaient été faites à partir d'orthophotographies (1 : 8000 à 1 : 40 000) prises entre 1998 et 2005 (figure 5). Les perturbations avaient été numérisées sur la carte des milieux humides potentiels de 2008 à partir des photographies les plus récentes pour chaque région donnée. Nous avons vérifié la validité de ce travail, corrigé les erreurs observées puis restructuré les catégories de perturbations afin de mieux faire ressortir les disparités régionales (annexes 6 et 7). Par exemple, nous avons créé une catégorie *cannebergière*, alors qu'elle était auparavant intégrée dans la catégorie agricole. Nous avons ensuite repris la méthodologie utilisée (en utilisant la carte des milieux humides potentiels de 2008) et mis à jour ce travail cartographique à l'aide d'orthophotographies prises entre 2004 et 2011 (1 : 8000 à 1 : 40 000; figure 5). Pour certains secteurs du territoire où aucune orthophotographie récente n'était disponible, notamment en Outaouais et dans le Bas-Saint-Laurent, nous avons utilisé les images satellites de 2004 à 2011 disponibles sur GoogleEarth (figure 5).

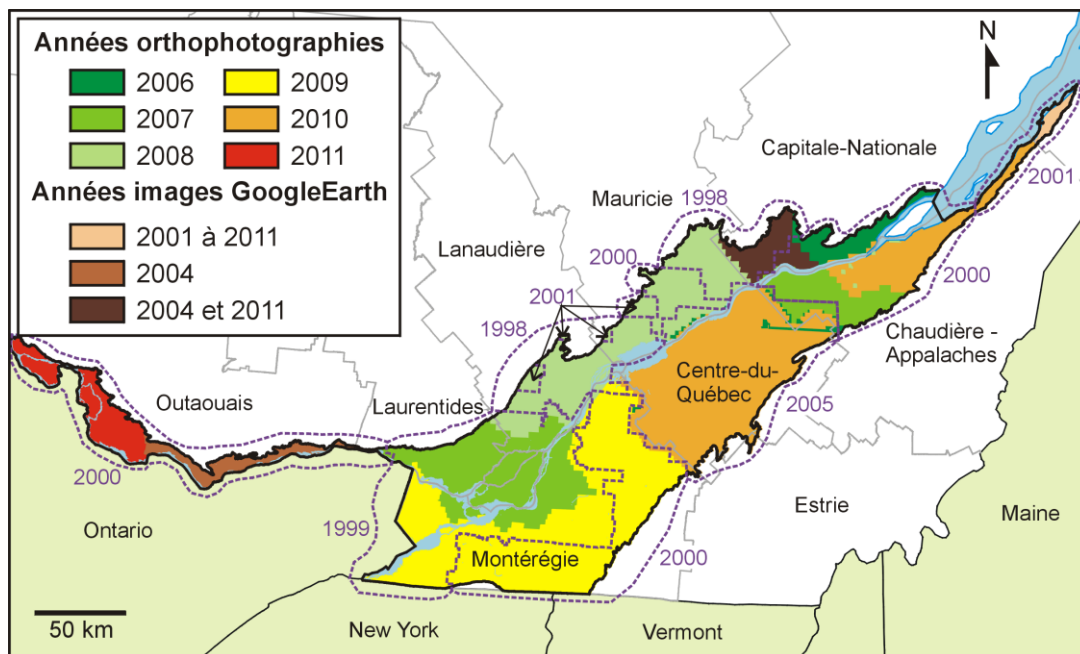


Figure 5. Dates des orthophotographies et des images GoogleEarth utilisées pour identifier les superficies de milieux humides perturbées dans les Basses-terres du Saint-Laurent. En mauve : dates des orthophotographies ayant servi lors de la première étude (Bazoge, 2008).

Lors de la première étude, les milieux humides de moins de 0,02 km² avaient été exclus de l'analyse par manque de temps, tandis qu'ils ont été traités lors de notre mise à jour. La superficie totale de ces petits milieux humides est de 45 km², soit moins de 2 % de la superficie totale des milieux humides des Basses-terres du Saint-Laurent. D'autre part, les pertes associées aux infrastructures linéaires (route, chemin de fer, ligne électrique, etc.) n'ont pas été cartographiées manuellement. Nous avons plutôt utilisé les couches vectorielles disponibles dans la Base de données topographiques du Québec. Des largeurs variant entre 5 et 40 m ont été attribuées aux différentes infrastructures présentes (annexe 8). La carte obtenue a ensuite été superposée à celle des milieux humides potentiels de 2008, puis les superficies communes aux deux cartes ont été calculées en s'assurant qu'il n'y avait pas de superposition avec les perturbations déjà identifiées (par exemple, si une route passait au travers d'une coupe forestière, la superficie associée à cette route a été extraite des superficies associées à la coupe). Puisque les sources utilisées pour établir la carte des milieux humides potentiels de 2008 datent au plus de 1990 (annexe 2), la période maximale de recensement des perturbations est de 22 ans (1990-2011). Enfin, il est à noter que seules les perturbations directes ont été mesurées (par exemple largeur d'un canal de drainage). Les superficies perturbées sont donc minimales, car elles ne tiennent pas compte de la zone d'influence de la perturbation (par exemple à une distance du canal de drainage).

5.3.3 Superficies de milieux humides perturbés récemment

Au total, 567 km² de milieux humides ont été perturbés dans les Basses-terres du Saint-Laurent, soit environ 19 % de la superficie totale des milieux humides de la région (tableau 5). Ce total comprend 9 km² de surfaces perturbées associées à des milieux humides de superficie inférieure à 2 ha, soit moins de 2 % des superficies perturbées. Les activités agricoles et sylvicoles sont les principales sources de perturbations, affectant respectivement 44 % et 26 % des milieux humides du secteur (tableau 5). Tous les types de perturbation ne s'équivalent toutefois pas en termes d'impacts. Par exemple, l'impact de l'exploitation d'une tourbière pour la production de terreau horticole est plus important que l'impact d'une coupe forestière partielle. Considérant que les surfaces affectées par des coupes forestières récentes (67 km²) ou par du drainage forestier (10 km²) pourraient éventuellement retrouver un caractère plus naturel et que les travaux d'aménagement faunique (4 km²) peuvent être bénéfiques pour certaines composantes de l'écosystème, le total des sites perturbés dont l'impact potentiel est faible est de 81 km², soit

15 % des surfaces perturbées. Pour tenir compte des possibilités de rétablissement végétal après l'abandon des activités perturbatrices, nous avons intégré deux sous-catégories, soit « revégétalisée » – sites de coupes forestières en processus de revégétalisation – et « abandonnée » – anciens parterres d'extraction de tourbe. La superficie totale des milieux humides associés à ces deux catégories est de moins de 4 km² (annexe 6). Aucune superficie de milieux humides restaurés ne figure dans le présent bilan, car ces secteurs étaient difficilement détectables par photographies aériennes.

Tableau 5. Superficies totales de milieux humides perturbés récemment dans les Basses-terres du Saint-Laurent selon les grandes catégories de perturbations. Les superficies de milieux humides identifiés par l'étude de Bazoge (2008; photographies aériennes 1998-2005) et notre mise à jour (photographies aériennes et images satellitaires 2004-2011) sont aussi indiquées.

Catégorie de perturbations	Superficies (km ²)	Superficies (%)	Bazoge 2008 (km ²)	Mise à jour (km ²)
Agricole	250,60	44.2	163,76	86,84
Aménagement	4,13	0.7	0,93	3,20
Cannebergière	32,71	5.8	21,15	11,56
Extraction de tourbe horticole	16,36	2.9	13,25	3,11
Industriel / Commercial	23,89	4.2	12,54	11,35
Loisir	6,26	1.1	1,62	4,64
Résidentiel	27,88	4.9	9,10	18,78
Sylviculture	144,54	25.5	65,26	79,28
Autres	12,94	2.3	6,74	6,20
Réseau routier	29,50	5.2		
Chemin de fer	1,50	0.2		
Transport hydro-électrique	16,50	2.9		
Total	566,81	100.0		

5.3.4 Milieux humides récemment perturbés par découpage naturel

Au total, 19 ensembles physiographiques sont compris dans la région d'étude (figure 6, tableau 6). Les plus fortes proportions de perturbations de milieux humides se trouvent dans les ensembles physiographiques de la Plaine de L'Islet (B0211) et de la Plaine de Saint-Hyacinthe (B0102). En termes de superficies absolues perturbées, ce sont les ensembles physiographiques de la Plaine de Manseau – Saint-Gilles (B0209) et de la Plaine de Verchères – Lanoraie – Lac-Saint-Pierre (B0107) qui sont les plus affectés (tableau 6). D'ailleurs, ces deux ensembles sont aussi ceux couvrant le plus grand territoire.

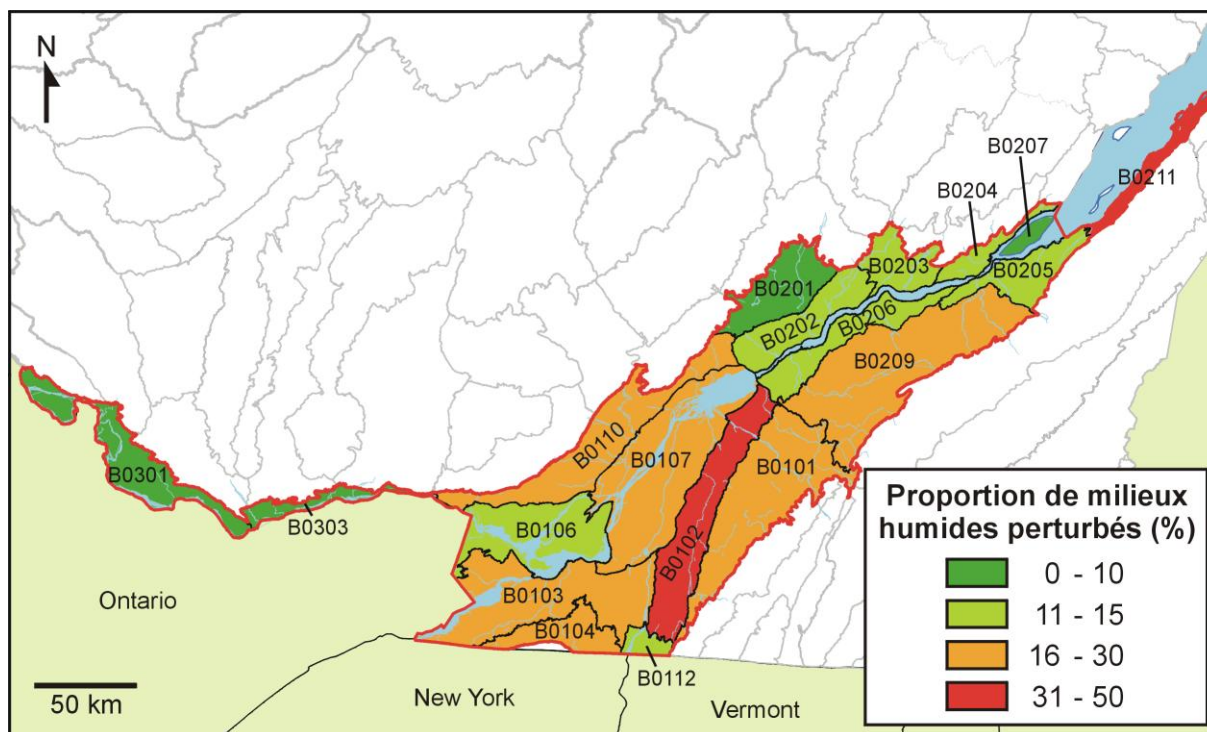


Figure 6. Proportion de milieux humides perturbés (%) sur la superficie totale de milieux humides présents dans chaque ensemble physiographique. Voir tableau 6 pour le nom complet des ensembles.

Tableau 6. Superficies totales et perturbées de milieux humides dans chaque ensemble physiographique. La proportion des superficies perturbées sur la superficie totale des milieux humides (Proportion MH) est aussi présentée.

Code	Ensemble physiographique	Milieux humides (km ²)	Perturbées (km ²)	Proportion MH (%)
B0101	Plaine de Drummondville	195,67	37,83	19,3
B0102	Plaine de Saint-Hyacinthe	46,49	18,08	38,9
B0103	Plaine de Saint-Jean – Beauharnois	201,70	54,35	26,9
B0104	Monticules de Hemmingford	96,04	26,27	27,4
B0106	Plaine de Saint-Benoît – Montréal	144,19	17,68	12,3
B0107	Plaine de Verchère – Lanoraie – Lac Saint-Pierre	491,04	100,03	20,4
B0110	Plaine de Joliette	94,67	20,54	21,7
B0112	Lac Champlain	44,28	4,61	10,4
B0201	Plaine de la Saint-Maurice	154,33	5,89	3,8
B0202	Plaine de Batiscan	140,46	17,79	12,7
B0203	Plaine de Saint-Raymond – Pont-Rouge	69,20	9,33	13,5
B0204	Terrasses de Cap-Rouge – Beaupré	14,81	1,64	11,1
B0205	Plaine de Bellechasse	108,14	13,84	12,8
B0206	Plate-forme de Lotbinière	69,29	7,73	11,2
B0207	Estuaire d’eau douce du Saint-Laurent	134,98	2,23	1,7
B0209	Plaine de Manseau – Saint-Gilles	745,32	155,67	20,9

Tableau 6. Suite.

Code	Ensemble physiographique	Milieus humides (km²)	Perturbées (km²)	Proportion MH (%)
B0209	Plaine de Manseau – Saint-Gilles	745,32	155,67	20,9
B0211	Plaine de L’Islet	33,47	14,07	42,0
B0301	Plaine de Pembroke	154,60	9,25	6,0
B0303	Plaine de Rockland	78,38	2,51	3,2

Les activités agricoles sont responsables de la majorité des perturbations dans onze des dix-neuf ensembles physiographiques (tableau 7). La proportion des perturbations associées aux activités agricoles est particulièrement importante dans les ensembles physiographiques de La Plaine de Saint-Hyacinthe (B0102), de La Plaine de Saint-Jean – Beauharnois (B0103), des Monticules de Hemmingford (B0104), de La Plaine de Verchères – Lanoraie – Lac Saint-Pierre (B0107) et du Lac Champlain (B0112). Les activités sylvicoles sont responsables de la majorité des perturbations dans les ensembles physiographiques de La Plaine de la Saint-Maurice (B0201), de La Plaine de Saint-Raymond – Pont-Rouge (B0203), de la Plate-forme de Lotbinière (B0206) et de La Plaine de Manseau – Saint-Gilles (B0209). Enfin, les perturbations liées au développement résidentiel dominant dans les ensembles de La Plaine de Saint-Benoît – Montréal (B0106) et de l’Estuaire d’eau douce du Saint-Laurent (B0207) tandis que l’extraction de la tourbe à des fins horticoles domine dans les ensembles de La Plaine de Bellechasse (B0205) et de La Plaine de L’Islet (B0211).

Tableau 7. Proportion (%) des perturbations associées aux différentes catégories de perturbations dans les différents ensembles physiographiques des Basses-terres du Saint-Laurent. Voir le tableau 6 pour la signification des codes.

Code	Agricole	Aménag.	Canneberg.	Extrac.	Industriel	Loisir	Résid.	Sylvicole	Autres
B0101	46,0		11,2		3,2		2,3	35,7	1,6
B0102	75,3	0,1		18,0	3,0		1,0	2,2	0,3
B0103	78,4	7,6			2,7		5,0	5,1	1,2
B0104	73,3				0,5		0,6	24,8	0,7
B0106	23,5				19,9	6,9	32,0	9,8	7,9
B0107	76,9				5,1	1,3	5,6	9,1	1,8
B0110	46,5				17,6	2,7	10,5	10,4	12,1
B0112	73,4					2,7	8,7	11,5	3,6
B0201	27,2				10,9		14,3	46,7	0,8
B0202	43,0				8,6	1,8	4,8	39,6	2,1
B0203	39,6				4,1	0,7	8,3	46,5	0,7
B0204	69,0				13,7	1,4	14,8	1,0	
B0205	21,4			36,1	9,1	5,4	10,5	16,8	0,6
B0206	34,1				11,5		5,4	46,8	2,0
B0207	24,5				0,6	15,9	57,0	1,6	0,3
B0209	20,0		18,3		1,4	0,7	1,2	55,6	2,7
B0211	36,5			57,6	1,1	0,7	1,5	1,1	1,3
B0301	68,0				6,1	0,5	13,5	9,9	2,1
B0303	37,1				14,2	7	31,9	7,8	2,1

5.3.5 Milieux humides perturbés récemment par découpage administratif

Les proportions des régions administratives et des MRC (ou territoires équivalents) comprises dans la région d'étude sont très variables. Les données présentées ci-après ne sont donc représentatives que de la portion située à l'intérieur du territoire analysé. À l'échelle des régions administratives (tableau 8), les plus fortes proportions de milieux humides perturbés en fonction des superficies totales de milieux humides se trouvent dans la région du Bas-Saint-Laurent (01) avec 46 % des milieux humides perturbés. Cette estimation correspond toutefois à seulement 9 % de la région qui est incluse dans l'aire d'étude, ce qui appelle à la prudence dans l'interprétation des statistiques. En termes de superficies perturbées absolues, ce sont les régions du Centre-du-Québec (17) et de la Montérégie (16) qui enregistrent les plus grandes pertes. Comme ces deux régions sont comprises à plus de 80 % dans le territoire d'étude, ces résultats peuvent être considérés représentatifs de l'ensemble de leur territoire.

Tableau 8. Proportion du territoire des régions administratives dans la région d'étude (Proportion). Superficies totales (Milieux humides) et perturbées (Perturbées) de milieux humides de chaque portion de région comprise dans la région d'étude. La proportion des superficies perturbées sur la superficie totale des milieux humides (Prop_perturbé) est aussi présentée.

Code	Région administrative	Proportion (%)	Milieux humides (km ²)	Perturbées (km ²)	Prop_perturbé (%)
01	Bas-Saint-Laurent	9	26,2	12,0	45,7
03	Capitale-Nationale	16	170,6	16,2	9,5
04	Mauricie	7	324,7	31,6	9,7
05	Estrie	1	4,1	0,1	1,2
06	Montréal	100	22,7	3,6	15,8
07	Outaouais	7	228,1	11,6	5,1
12	Chaudière-Appalaches	25	485,7	64,5	13,3
13	Laval	100	26,1	5,2	19,9
14	Lanaudière	16	206,9	47,1	22,7
15	Laurentides	6	109,3	16,6	15,2
16	Montérégie	91	639,9	144,5	22,9
17	Centre-du-Québec	82	772,9	166,5	21,5

Les activités agricoles sont responsables de la majorité des perturbations dans la moitié des régions administratives (tableau 9), notamment dans les régions de Lanaudière (14) et de la Montérégie (16). L'extraction de la tourbe à des fins horticoles domine nettement dans le Bas-Saint-Laurent (01) et les activités sylvicoles dans Chaudière-Appalaches (12) et le Centre-du-Québec (17). Enfin, les activités résidentielles et industrielles dominent les perturbations dans les régions de Montréal (06) et Laval (13).

Tableau 9. Proportion (%) des perturbations associées aux différentes catégories de perturbations dans les différentes régions administratives des Basses-terres du Saint-Laurent. Voir le tableau 8 pour la signification des codes.

Code	Agricole	Aménag.	Canneberg.	Extrac.	Industriel	Loisir	Résid.	Sylvicole	Autres
01	30,3			67,8	0,9	0,1	0,5	0,6	0,6
03	39,6				6,9	1,8	13,1	38,0	0,5
04	57,8				5,4	1,0	6	27,1	2,5
05	36,5								63,5
06	3,8				28,9	17,1	28,2	12,1	18,0
07	61,1				7,9	1,8	17,5	9,5	2,2
12	28,2		0,03	7,7	3,5	2,6	4,9	51,6	1,4
13	17,6				26,8	8,3	29,2	13,4	4,7
14	73,5				7,7	0,4	4,8	8,7	4,8
15	40,8				17,0	3,5	19,4	11,7	7,7
16	73,0	2,9			4,2	1,0	6,1	11,4	1,4
17	29,5		19,6		1,9	0,2	1,1	43,1	2,6

Au niveau des MRC (figure 7, tableau 10), les plus fortes proportions de perturbations de milieux humides se trouvent dans les MRC des Jardins de Napierville (30), de Kamouraska (12) et de Rouville (52). Toutefois, seulement 7 % du territoire de la MRC de Kamouraska est présent dans la région d'étude. Les deux autres MRC sont présentes en totalité dans le territoire d'étude. En termes de superficies perturbées absolues (tableau 10), ce sont les MRC de L'Érable (14), d'Arthabaska (3), de Lotbinière (36) et des Jardins de Napierville (30) qui sont les plus affectées. Au moins 50 % du territoire de ces MRC est présent dans la région d'étude.

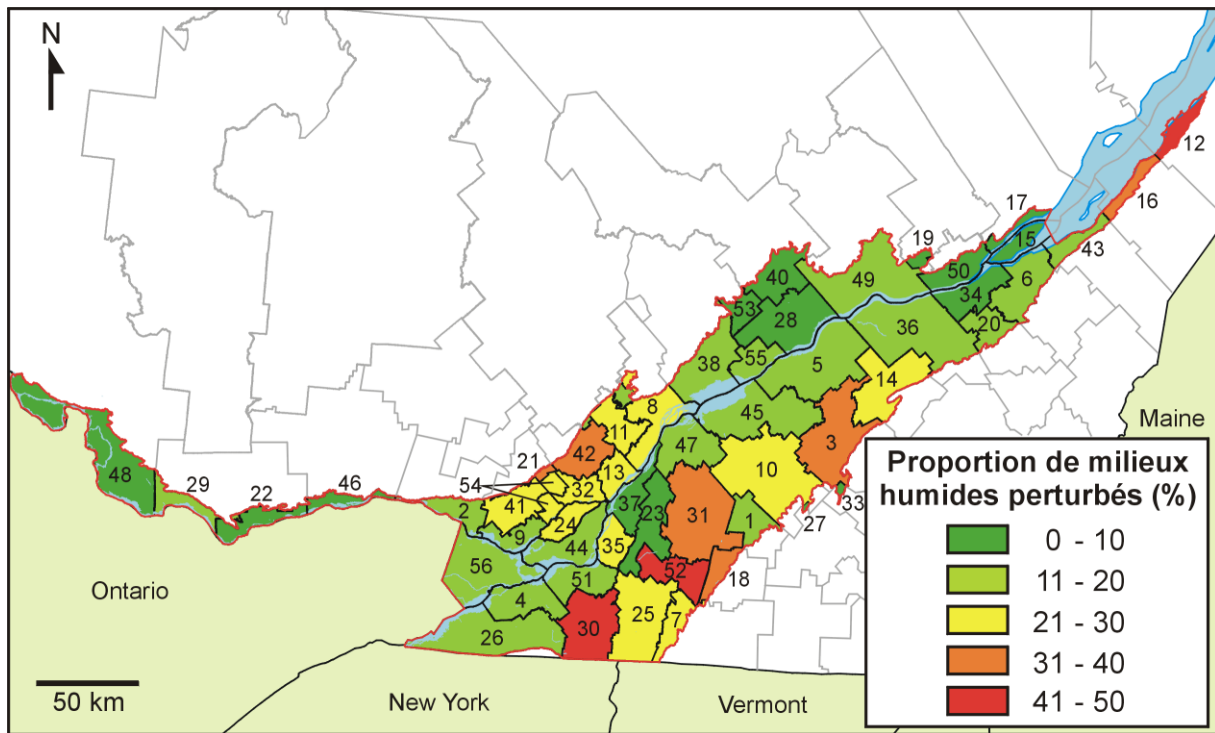


Figure 7. Proportion de milieux humides perturbés (%) sur la superficie totale de milieux humides présents dans chaque MRC (ou territoire équivalent). Voir tableau 6 pour le nom des MRC.

Tableau 10. Proportion du territoire des MRC (ou territoire équivalent) compris dans la région d'étude (Proportion), superficies totales (Milieux humides) et superficies perturbées (Perturbées) de milieux humides dans chaque MRC. La proportion des superficies perturbées sur la superficie totale des milieux humides (Prop_perturbé) est aussi présentée.

Code	MRC	Proportion (%)	Milieux humides (km ²)	Perturbées (km ²)	Prop_perturbé (%)
1	Acton	60	16,95	2,60	15,3
2	Argenteuil	26	43,89	3,98	9,1
3	Arthabaska	54	145,89	45,69	31,3
4	Beauharnois-Salaberry	100	37,04	5,73	15,5
5	Bécancour	100	165,06	23,7	14,4
6	Bellechasse	36	74,98	9,65	12,9
7	Brome-Missisquoi	18	24,82	6,63	26,7
8	D'Au-tray	49	109,70	24,77	22,6
9	Deux-Montagnes	100	21,61	2,32	10,7
10	Drummond	87	113,65	24,34	21,4
11	Joliette	93	26,44	4,97	18,8
12	Kamouraska	7	26,18	11,97	45,7
13	L'Assomption	100	24,47	5,67	23,2
14	L'Érable	62	211,82	46,40	21,9
15	L'Île d'Orléans	89	27,07	1,61	5,9
16	L'Islet	8	4,83	1,78	36,9
17	La Côte-de-Beaupré	3	21,58	1,07	4,9
18	La Haute-Yamaska	36	10,04	2,57	25,6
19	La Jacques-Cartier	2	17,37	1,73	10,0
20	La Nouvelle-Beauce	35	34,12	5,33	15,6
21	La Rivière-du-Nord	12	5,48	1,73	31,9
22	La Vallée-de-la-Gatineau	89	36,84	1,41	6,2
23	La Vallée-du-Richelieu	100	20,40	2,28	6,9
24	Laval	100	26,13	5,19	19,9
25	Le Haut-Richelieu	93	65,27	15,46	23,7
26	Le Haut-Saint-Laurent	93	130,46	22,96	17,6
27	Le Val-Saint-François	0,5	0,0	0,0	0,0
28	Les Chenaux	100	137,24	9,34	6,8
29	Les Collines-de-l'Outaouais	14	20,40	2,33	11,4
30	Les Jardins de Napierville	100	72,76	35,1	48,2
31	Les Maskoutains	100	34,78	11,88	34,2
32	Les Moulins	100	23,36	5,30	22,7
33	Les Sources	3	4,10	0,05	1,2
34	Lévis	100	106,50	7,60	7,1
35	Longueuil	100	32,36	8,98	27,8
36	Lotbinière	84	257,64	38,95	15,1
37	Marguerite D'Youville	100	25,36	1,48	5,8
38	Maskinongé	31	64,34	12,14	18,9
39	Matawinie	1	3,00	0,56	18,7
40	Mékinac	9	41,70	3,56	8,5
41	Mirabel	98	15,40	4,11	26,8
42	Montcalm	66	20,01	5,79	6,0
43	Montmagny	12	7,83	1,20	15,3
44	Montréal (île)	100	22,72	3,60	15,9
45	Nicolet-Yamaska	100	136,27	26,37	19,4
46	Papineau	6	44,39	0,87	1,9
47	Pierre-De Saurel	100	66,37	9,19	13,9

Tableau 10. Suite.

Code	MRC	Proportion (%)	Milieux humides (km ²)	Perturbées (km ²)	Prop_perturbé (%)
48	Pontiac	9	126,49	6,13	4,8
49	Portneuf	30	82,96	10,70	12,9
50	Québec	63	11,63	1,06	9,1
51	Roussillon	100	50,36	9,30	18,5
52	Rouville	100	8,54	3,46	40,5
53	Shawinigan	28	43,52	1,43	3,3
54	Thérèse-de Blainville	100	22,89	4,45	19,4
55	Trois-Rivières	100	37,93	5,11	13,5
56	Vaudreuil-Soulanges	100	44,44	7,75	17,4

Les activités agricoles sont responsables de la plupart des perturbations dans la majorité des MRC (tableau 11), notamment dans les MRC de Rouville (52) et de Pierre-De Saurel (47). Les milieux humides de six MRC sont principalement affectés par les activités sylvicoles (tableau 11), surtout dans les MRC de Bécancour (5), de Lotbinière (36) et de Trois-Rivières (55). Les activités de développement résidentiel affectent principalement les milieux humides des MRC de l'Île d'Orléans (15), de la Vallée-de-la-Gatineau (22), de Laval (24), de Montréal (44) et de Thérèse-de-Blainville (54). Les perturbations associées aux activités de loisir sont relativement abondantes des les MRC de Lévis (34) de Longueuil (35) et de Montréal (44). Enfin, la production de canneberges perturbe principalement les milieux humides des MRC de Bécancour (5) et de Drummund (10).

Tableau 11. Proportion (%) des perturbations associées aux différentes catégories de perturbations dans les différentes MRC (ou territoires équivalents) des Basses-terres du Saint-Laurent. Voir le tableau 10 pour la signification de codes. Seules les MRC dont plus de 80% du territoire est situé dans la région d'étude sont présentées.

Code	Agricole	Aménag.	Canneberg.	Extrac.	Industriel	Loisir	Résid.	Sylvicole	Autres
4	72,8				14,2	0,1	6,5	4,5	1,7
5	16,9		12,2		4,4		0,8	64,1	1,3
9	29,5				10,3	2,4	36,1	15,2	6,8
10	25,7		15,1	13,9	3,6		2,3	39,1	0,5
11	84,9				2,9	0,9	2,3	8,2	0,5
13	58,2				5,3	1,5	0,3	31,1	3,3
15	33,4					1,6	62,6	2,2	
22	16,6				20,7	5,9	52,3	1,7	3,8
23	62,4				13,9	1,1	20,0	2,4	
24	17,5				26,7	8,3	29,2	13,3	4,6
25	85,7				0,2	0,8	5,5	5,7	1,7
26	49,8	17,9			0,6		5,4	25,7	0,5

Tableau 11. Suite.

Code	Agricole	Aménag.	Canneberg.	Extrac.	Industriel	Loisir	Résid.	Sylvicole	Autres
4	72,8				14,2	0,1	6,5	4,5	1,7
5	16,9		12,2		4,4		0,8	64,1	1,3
9	29,5				10,3	2,4	36,1	15,2	6,8
10	25,7		15,1	13,9	3,6		2,3	39,1	0,5
11	84,9				2,9	0,9	2,3	8,2	0,5
13	58,2				5,3	1,5	0,3	31,1	3,3
15	33,4					1,6	62,6	2,2	
22	16,6				20,7	5,9	52,3	1,7	3,8
23	62,4				13,9	1,1	20,0	2,4	
24	17,5				26,7	8,3	29,2	13,3	4,6
25	85,7				0,2	0,8	5,5	5,7	1,7
26	49,8	17,9			0,6		5,4	25,7	0,5
28	55,5				1,9		2,7	38,9	0,6
30	95,2						0,1	4,2	0,2
31	93,6				0,3		1,6	4,2	0,1
32	34,2				30,7	1,0	18,1	2,2	13,6
34	9,9				15,4	15,7	22,9	32,5	3,7
35	14,4				17,9	11,4	18,8	34,4	2,9
36	25,8			0,1	0,5	0,2	1,1	71,9	0,2
37	31,2				27,1		17,9	17,9	6,8
41	60,2				18,4	6,6	2,1	4,5	7,9
44	3,8				20,8	17,0	28,2	12,7	18,0
45	81,8				0,3		0,9	16,8	
47	89,7				4,9		2,1	2,9	0,1
51	39,8				9,8	1,8	23	15,4	9,3
52	96,8	0,6			1,7	0,4		0,2	0,1
54	5,1				28,9	5,1	40,3	3,9	16,7
55	18,5				16,5	6,5	9,7	42,3	6,2
56	62,2				8,2	1,2	16,2	10,1	1,8

En résumé, 567 km² de milieux humides ont été perturbés dans les Basses-terres du Saint-Laurent (19 % de la superficie totale des milieux humides de la région) sur une période approximative de 22 ans. Les activités agricoles et sylvicoles sont les principales sources de perturbations, affectant respectivement 44 % et 26 % des milieux humides. Les perturbations se concentrent dans les régions administratives du Centre-du-Québec et de la Montérégie et surtout dans les MRC de L'Érable, d'Arthabaska, de Lotbinière et des Jardins de Napierville.

6. Synthèse des demandes de certificats d'autorisation

Cette section vise à faire une synthèse des demandes de certificats d'autorisation (CA) émis par l'ensemble des directions régionales du MDDEFP entre le 30 novembre 2006 et le 31 mars 2010 (3 ans et 4 mois) dans le cadre de l'administration du deuxième alinéa de l'article 22 de la L.Q.E. Nous ne sommes pas remontés plus loin dans le temps, car l'information requise pour le traitement des demandes de CA n'est compilée au sein d'un fichier standard seulement depuis novembre 2006. Cette date correspond également à la mise en place d'une approche d'atténuation, selon la séquence « éviter-minimiser-compenser » (MDDEP 2006b), et ce, malgré que la L.Q.E. ne légifère pas directement sur cet aspect et qu'elle ait été jugée comme une atteinte au droit de propriété dans l'affaire *Atocas de l'érable c. Québec* (voir Lavallée 2013). À noter également que nous ne disposons pas des demandes qui auraient été déposées, mais pour lesquelles aucun certificat n'aurait été délivré. Il nous est donc impossible de déterminer avec précision si des demandes ont été refusées pour cette période. Ces cas sont toutefois rares, bien que des négociations entre des consultants ou promoteurs et des analystes du MDDEFP puissent avoir, en amont du dépôt des demandes de permis d'autorisation, abouti parfois à de l'évitement total dans les milieux humides d'intérêt pour la conservation (MDDEFP, comm. pers.).

L'approche d'atténuation utilisée par le MDDEFP s'inspire de celle développée aux États-Unis par l'*Environmental Protection Agency* et le *United States Army Corps of Engineers* dont l'administration des autorisations découle de l'application du *Clean Water Act* (Committee on Mitigating Wetland Losses et National Research Council 2001). La première étape de l'approche vise à favoriser l'évitement des milieux humides dès la conception des projets, soit en choisissant un projet de remplacement ou un site de remplacement pour la réalisation du projet. Dans une seconde étape, lorsqu'il n'existe aucune solution de rechange raisonnable pour le projet ou pour sa localisation, que les conséquences des interventions ne peuvent être entièrement évitées et que le projet n'est pas de ceux qui motivent un refus par la nature ou la gravité des impacts environnementaux identifiés, les impacts inévitables du projet doivent être minimisés. En dernier recours, si des impacts demeurent, ils doivent être compensés de façon à rendre le projet acceptable sur le plan environnemental en respectant un ratio de compensation proportionnel à la valeur écologique du milieu détruit ou perturbé. Des données récentes semblent toutefois montrer

que toutes les juridictions utilisant cette séquence n'adoptent que très rarement, voire pas du tout, le premier scénario d'évitement (Clare *et al.* 2011).

6.1 Type de situation

La démarche de traitement des demandes de CA en vigueur pendant la période d'analyse avait pour but d'adapter les conditions d'autorisation des projets touchant des milieux humides à la complexité des milieux ciblés et d'appuyer les analystes dans le traitement des dossiers. Pour ce faire, le MDDEFP résumait en trois situations sa démarche pour appliquer la L.Q.E. (tableau 12) et mettre en exécution la séquence d'atténuation des impacts. Ces trois situations tiennent compte de cinq critères : la superficie, le type du milieu humide affecté, l'existence d'un lien hydrologique de surface entre le milieu humide et le réseau hydrographique, la présence d'espèces désignées menacées ou vulnérables et la localisation géographique du projet (Basses-terres du Saint-Laurent, plaine du lac Saint-Jean, reste du Québec).

Tableau 12. Description des trois scénarios utilisés pour appliquer la séquence d'atténuation.

	Basses-terres du Saint-Laurent Plaine du lac Saint-Jean	Ailleurs au Québec
SITUATION 1	Superficie < 0.5 ha <i>et</i> Absence de lien hydrologique <i>et</i> Absence d'espèce désignée <i>et</i> Absence de tourbière	Superficie < 1 ha <i>et</i> Absence de lien hydrologique <i>et</i> Absence d'espèce désignée <i>et</i> Absence de tourbière
SITUATION 2	Superficie entre 0.5 et 5.0 ha <i>et</i> Absence de lien hydrologique <i>et</i> Absence d'espèce désignée <i>et</i> Absence de tourbière	Superficie entre 1 et 10 ha <i>et</i> Absence de lien hydrologique <i>et</i> Absence d'espèce désignée <i>et</i> Absence de tourbière
SITUATION 3	Superficie > 5.0 ha <i>ou</i> Avec de lien hydrologique <i>ou</i> Présence d'espèce désignée <i>ou</i> Présence de tourbière	Superficie > 10 ha <i>ou</i> Avec de lien hydrologique <i>ou</i> Présence d'espèce désignée <i>et</i> Présence de tourbière

Les projets de situation 1 étaient autorisés, sans que la séquence d'atténuation « éviter-minimiser-compenser » ne soit appliquée, sur la base d'une déclaration signée par un professionnel spécialisé dans le domaine de l'écologie ou de la biologie qui atteste que le milieu humide ciblé par le projet correspond à ces conditions. Pour les projets de situation 2, la direction régionale délivrait l'autorisation en appliquant un processus d'analyse basé en fonction de la séquence d'atténuation. Pour les projets de situation 3, la direction régionale délivrait aussi l'autorisation en appliquant le processus d'analyse basé sur la séquence d'atténuation, mais seulement après avoir reçu l'approbation des autorités du ministère. De plus, le processus d'autorisation des projets en situation 3 reposait sur une évaluation plus globale et territoriale du projet. Compte tenu de ce processus d'évaluation, il est possible d'en déduire que ce sont les milieux humides de petite superficie qui n'ont fait l'objet d'aucune mesure d'atténuation et que ce sont donc eux qui ont subi les pertes nettes les plus importantes. Cette démarche n'est plus en vigueur dans le cadre de l'analyse des demandes de CA par le MDDEFP, mais nous avons jugé opportun de la décrire ici puisqu'elle faisait partie intégrante du processus d'évaluation des demandes de CA pour la période concernée ici (2006-2010).

De plus, il est à noter que des CA sont aussi exigés pour les grands travaux en vertu des articles 31.1 à 31.5 de la L.Q.E. (procédure d'évaluation et d'examen sur les impacts environnementaux)², dans le cas par exemple de la construction d'un barrage, d'une route, d'un

² La L.Q.E. prévoit une évaluation et un examen des impacts sur l'environnement de certains projets, aux articles 31.1 à 31.5 L.Q.E. L'article 31.1 de la L.Q.E. prévoit que :

« [n]ul ne peut entreprendre une construction, un ouvrage, une activité ou une exploitation ou exécuter des travaux suivant un plan ou un programme, dans les cas prévus par règlement du gouvernement, sans suivre la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement prévue dans la présente section et obtenir un certificat d'autorisation du gouvernement ».

Cette procédure concerne surtout les travaux de grande envergure et implique l'utilisation du mécanisme de consultation publique. Tout comme la procédure qui est relative à l'obtention du certificat d'autorisation de l'article 22 L.Q.E., elle doit se dérouler avant que ne se réalise le projet.

Les activités visées sont précisées à l'article 2 du *Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement*, et correspondent à divers types de constructions, ouvrages, travaux, plans, programmes, exploitations ou activités. Certaines exceptions peuvent s'appliquer à ces projets, et il convient d'examiner attentivement, dans chaque cas, les articles pertinents pour connaître ces exceptions.

Le pouvoir décisionnel final revient au gouvernement, qui est libre de tenir compte ou non de l'étude d'impact sur l'environnement, après que le Ministre ait lui-même décidé de lui soumettre l'étude d'impact. L'étude d'impact n'est en effet qu'un des éléments qui permet la prise de décision par le gouvernement. Cette décision peut être fondée non seulement sur des considérations environnementales mais aussi sur des considérations d'ordre économique, politique ou social.

oléoduc ou d'une ligne de transport d'énergie électrique (voir chapitre Q-2, r.23 de la L.Q.E. pour la liste complète des travaux soumis à cette réglementation). Puisque ces données n'étaient pas accessibles, nous n'avons pu les inclure dans notre analyse. Pour avoir un portrait complet de tous les projets affectant les milieux humides pour la période à l'étude, notre synthèse devrait donc être complétée par l'analyse des projets ayant fait l'objet de demandes de CA en vertu des articles 31.1 à 31.5 de la L.Q.E.

6.1 Portrait détaillé des demandes de certificats d'autorisation

Pour la période concernée :

- 558 CA ont été émis. Les régions qui ont émis le plus grand nombre de CA (78 % du total) sont la Montérégie (142), les Laurentides (97), l'Estrie (54), Laval (52), Lanaudière (46) et la Capitale-Nationale (42). Pour les autres régions, le nombre de CA émis est inférieur à 24 (voir annexe 9 pour les détails).
 - 808 milieux humides totalisant minimalement 14 875 ha étaient visés par l'ensemble des CA analysés.
 - Les superficies affectées pour l'ensemble des CA évalués se chiffrent à 2 870 ha.
 - Les régions pour lesquelles les pertes nettes sont les plus importantes (70 % des pertes nettes) sont le Bas-Saint-Laurent (1 307 ha) et la Côte-Nord (682 ha).
 - Seulement 14 ha de milieux humides ont été créés et 1 ha a été restauré en mesure de compensation, ce qui a porté la perte nette à 2 855 ha. Ainsi, moins de 1 % des pertes sont compensées par la restauration ou la création.
 - 323 demandes de CA incluaient des mesures d'atténuation (soit 59 % des CA pour lesquels il y avait pertes ou perturbation de milieux humides). Seulement 162 CA (30 % du nombre total de CA) ont comptabilisé les superficies compensées.
 - Un total de 629 ha de milieux humides a été compensé par d'autres mesures que la restauration ou la création de nouvelles terres humides, soit par la protection ou l'amélioration de milieux humides (la sous-catégorie « amélioration » inclut les activités
-

visant l'amélioration d'un milieu humide existant non dégradé, tels le rétablissement de la connectivité hydrologique du milieu ou l'aménagement d'une mare dans une tourbière pour augmenter la biodiversité du site. Voir annexe 10 pour un complément de définition). La perte de 520 ha de milieux humides a été compensée par de la protection de milieux terrestres.

- Le ratio global de compensation versus pertes pour l'ensemble des demandes de CA entraînant une perte de milieu humide (550 CA) est d'environ 1 : 5, ratio incluant la protection comme type de compensation.

Ces statistiques descriptives ne sont pas présentées en détail pour toutes les régions puisque les données sont fragmentaires. Les régions qui émettaient le plus grand nombre de CA n'étaient pas nécessairement les régions pour lesquelles les pertes nettes sont les plus importantes.

6.2 Nature des projets

La nature des projets pour lesquels des CA ont été délivrés est très variable et ces demandes proviennent à la fois de particuliers, d'entreprises et de municipalités. La nature de chaque projet a été classée en neuf grandes catégories (tableaux 13 et 14, annexe 10), similaires à celles de la section 5.3.3. Selon les informations recueillies, la majorité des projets pour lesquels des CA ont été décernés concerne des perturbations de type résidentiel (64,2 % de demandes) et industriel ou commercial (13,5 %). Cependant, lorsqu'on considère les superficies de milieux humides affectées par catégorie et non pas simplement le nombre de CA, on constate que l'industrie de la tourbe compte pour 66 % des pertes (comparativement à 1,3 % du nombre de CA). De façon similaire, le pourcentage de superficies affectées par l'industrie de la canneberge augmente à 9 % comparativement à 1,4 % lorsque le nombre de CA est considéré. Les pertes de milieux humides dues à l'agriculture sont presque nulles (0,002 %) si on considère la culture de la canneberge et l'extraction de la tourbe horticole à part. De même, les pertes ou perturbations de milieux humides au profit des activités forestières sont totalement absentes du portrait des CA.

Tableau 13. Nature des projets pour lesquels des demandes d'autorisation ont été acceptées par le MDDEFP entre le 30 novembre 2006 et le 31 mars 2010 pour tout le Québec. Les chiffres représentent le pourcentage du **nombre** de CA émis au total pour la période considérée. Le nombre total de CA avec pertes ou perturbations de milieux humides était de 550.

Catégorie	%	Sous-catégorie	%
AGRICOLE	0,2	Drainage	0,2
CANNEBERGIÈRE	1,4	Cannebergière	1,4
EXTRACTION TOURBE À DES FINS HORTICOLES	1,3	Exploitation	1,3
INDUSTRIEL / COMMERCIAL	13,5	Carrière	0,4
		Construction industrielle	3,9
		Développement commercial ou municipal	9,0
		Stationnement	0,2
LOISIR	3,4	Golf	0,2
		Loisir	3,2
RÉSIDENTIEL	64,2	Bâtiment	1,1
		Développement résidentiel	37,7
		Remblai	22,0
		Villégiature	0,9
		Autres	2,5
TRANSPORT	7,9	Chemin	3,4
		Route	4,5
RÉSEAU HYDRO-ÉLECTRIQUE	5,7	Ligne de transport d'énergie	4,8
		Ligne de transport d'énergie et autres	0,4
		Poste de distribution d'électricité	0,5
AMÉNAGEMENT	2,6	Amélioration	1,3
		Restauration	1,3

Tableau 14. Nature des projets pour lesquels des demandes d'autorisation ont été acceptées par le MDDEFP entre le 30 novembre 2006 et le 31 mars 2010 pour tout le Québec. Les chiffres représentent le pourcentage des **superficiés** affectées par les projets pour lesquels un CA a été émis pour la période considérée. La superficie totale de pertes ou perturbations de milieux humides était de 2870 ha.

Catégorie	%	Sous-catégorie	%
AGRICOLE	0,002	Drainage	0,002
CANNEBERGIÈRE	8,8	Cannebergière	8,8
EXTRACTION TOURBE À DES FINS HORTICOLES	65,9	Exploitation	65,9
INDUSTRIEL / COMMERCIAL	5,004	Carrière	0,3
		Construction industrielle	2,3
		Développement commercial ou municipal	2,4
		Stationnement	0,004
LOISIR	1,1	Golf	0,01
		Loisir	0,1
RÉSIDENTIEL	13,36	Bâtiment	0,1
		Développement résidentiel	7,9
		Remblai	4,4
		Villégiature	0,03
		Autres	0,83
TRANSPORT	6,5	Chemin	2,7
		Route	3,8
RÉSEAU HYDRO-ÉLECTRIQUE	0,3	Ligne de transport d'énergie	0,2
		Ligne de transport d'énergie et autres	0
		Poste de distribution d'électricité	0,1
AMÉNAGEMENT	1,0005	Amélioration	0,0005
		Restauration	0,1

6.3 Portrait des milieux humides ayant fait l'objet d'une demande de CA

6.3.1 Superficie des milieux humides visés par une demande de CA

Des 808 milieux humides visés par l'ensemble des CA, la superficie exacte de chacun est connue pour seulement 412 d'entre eux, complètement inconnue pour 10 autres tandis qu'une classe de superficie avait été attribuée aux 386 milieux humides restants. Afin d'avoir une estimation la plus près possible de la réalité, la valeur médiane, la limite inférieure ou la limite supérieure de chaque classe de superficie, selon ce qui était le plus optimal pour chaque cas (annexe 11), a été attribuée à chacun de ces 386 milieux humides pour les calculs des statistiques descriptives.

Ainsi, les 798 milieux humides pour lesquels des données existaient totalisent environ 14 875 ha et avaient en moyenne une superficie de 19 ha (min. : 0,0003 ha; méd : 0,51 ha; max. : 7 314 ha). Près de la moitié d'entre eux (399 milieux humides) avaient une superficie égale ou inférieure à 0,5 ha (figure 8). Un seul milieu humide compte pour la moitié de la superficie totale des milieux humides visés. Ainsi, la moyenne se voit augmentée considérablement par ce milieu humide et les 11 autres de plus de 100 ha. Elle est donc peu représentative de la superficie des milieux humides visés. Seulement 10 % des milieux humides visés par les CA ont plus de 5 ha.

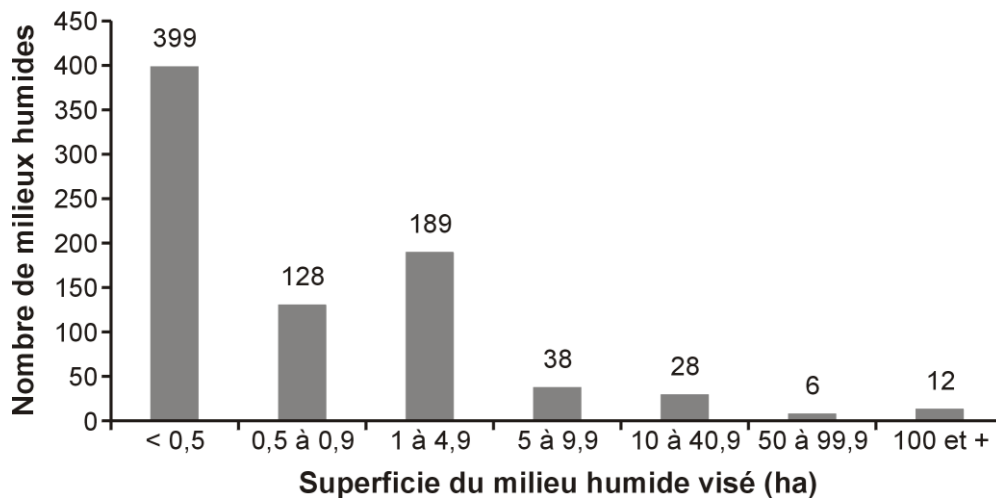


Figure 8. Répartition des 798 milieux humides visés par une demande de CA en différentes classes de superficie.

6.3.3 Superficies de milieux humides affectés par des activités incluses dans les CA

Les superficies affectées sont compilées par demande de CA et non par milieu humide. Ainsi, les superficies affectées pour une même demande de CA peuvent représenter des pertes encourues pour un seul milieu humide ou pour un ensemble de milieux humides. Dans un cas comme dans l'autre, les milieux humides visés ne sont pas nécessairement perturbés en totalité.

Des 808 milieux humides visés par l'ensemble des CA analysés, nous avons l'information sur l'emplacement géographique pour 93 % d'entre eux et nous étions en mesure de déterminer le type de situation pour la totalité d'entre eux. La majorité des milieux humides visés par les demandes de CA (65 %) étaient dans les Basses-terres du Saint-Laurent ou la plaine du Lac Saint-Jean. Considérant que l'application de la séquence d'atténuation n'était pas requise pour les milieux humides de situation 1, ce portrait indique que 44 % des CA étaient susceptibles d'être délivrés sans application de la séquence d'atténuation (figure 9).

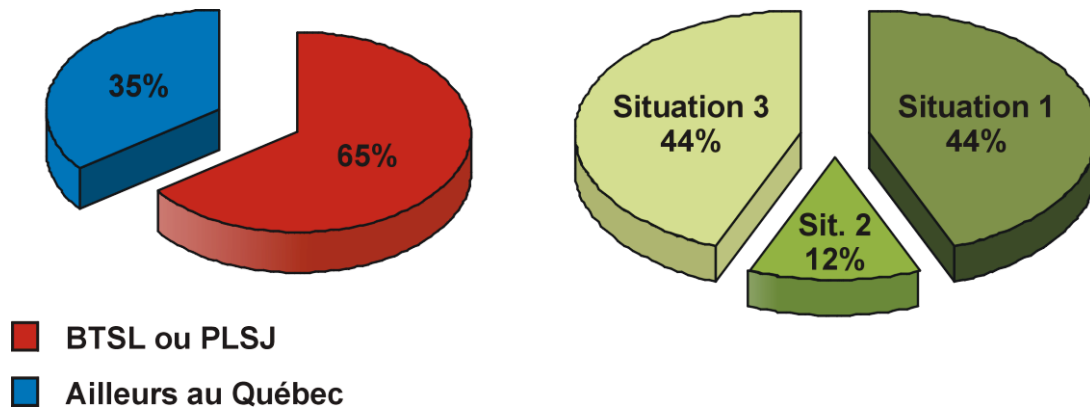


Figure 9. Proportion des milieux humides situés dans les Basses terres du Saint-Laurent (BTSL) ou dans la plaine du Lac Saint-Jean (PLSJ) et ailleurs au Québec et proportion des milieux humides du Québec possédant les critères des trois situations d'analyse des demandes de CA.

La superficie affectée par les projets empiétant dans des milieux humides est mentionnée dans 516 des 558 des CA octroyées. À noter que huit projets n'ont entraîné aucune perte de milieux humides puisqu'ils impliquent des travaux de restauration ou d'amélioration. Ainsi, les 508 demandes affectent 2 870 ha de milieux humides. Les superficies affectées sont en moyenne de 6 ha par CA (min. : 0,0001; méd : 0,34 ha; max. : 1153 ha). Cette moyenne n'est toutefois pas représentative des superficies de milieux humides affectés par demande de CA puisque 60 % d'entre elles (306) affectent une superficie de 0,5 ha et moins et que la moyenne se voit augmentée considérablement par 9 projets de plus de 50 ha (figure 10).

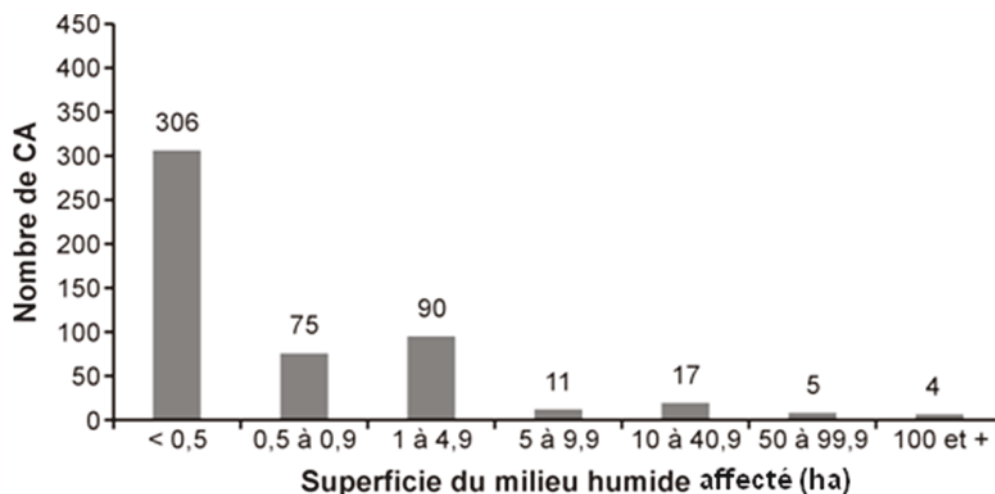


Figure 10. Répartition des 508 demandes de CA en différentes classes de superficie de milieux humides affectée par des activités incluses dans les CA.

7. Comparaison des pertes identifiées par photographies aériennes et celles enregistrées par les CA pour les Basses-terres du Saint-Laurent

À la lumière des résultats présentés aux sections 5 et 6, il y a lieu d'établir un premier constat majeur quant aux pertes de milieux humides dans les Basses-terres du Saint-Laurent identifiées par photographies aériennes et celles enregistrées officiellement par les demandes de certificats d'autorisation (CA) en vertu du deuxième alinéa de l'article 22 de la L.Q.E, soit la dichotomie importante dans les superficies affectées et l'origine des perturbations. Nous avons en effet recensé des pertes de milieux humides totalisant 566,81 km² à partir de la carte des milieux humides potentiels de 2008 et de photographies aériennes, soit près de 113 fois plus que pour les CA délivrés pour la région des Basses-terres du Saint-Laurent (tableau 15). Bien que les pertes évaluées par cartographie correspondent approximativement à une période de 22 ans, elles sont disproportionnées par rapport aux 5 km² (500 ha) de pertes enregistrées par les demandes de CA évaluées sur 3,3 ans dans la région des Basses-terres du Saint-Laurent (tableau 15). En effet, si l'on rapporte cette dernière statistique sur une échelle de 22 ans, cela revient à 33 km², soit 5,8 % seulement des pertes rapportées par l'étude cartographique. Cette comparaison n'est par contre pas parfaite puisque l'échelle de temps considérée pour l'étude cartographique est imprécise dû à la multitude d'outils impliqués dans cette cartographie. Il est cependant possible d'établir des constats solides quant à la nature des perturbations, qui diffèrent largement entre les deux études.

D'abord, l'agriculture est la principale cause de destruction des milieux humides dans les Basses-terres du Saint-Laurent selon l'analyse de photographies aériennes, représentant 44 % des pertes de milieux humides, alors qu'elle est presque absente des demandes de CA (tableaux 5, 13 et 14). En effet, seulement 0,2 % des demandes de CA ont été faites pour des fins agricoles (drainage), la production de canneberges et l'extraction de la tourbe étant considérées dans des catégories à part dans les deux études. En considérant les superficies affectées par l'agriculture pour les Basses-terres du Saint-Laurent uniquement, les pertes au profit de l'agriculture sont totalement absentes du bilan fait sur la base des CA (tableau 15). Ce constat indique que la procédure actuelle des demandes de CA est inadéquate pour gérer l'expansion des surfaces agricoles en milieux humides, un constat étonnant puisque la plupart des activités agricoles dans les milieux humides sont assujetties à l'obligation de l'obtention d'un certificat d'autorisation en vertu du deuxième alinéa de l'article 22 de la L.Q.E. (Lavallée 2013).

Selon l'analyse de photographies aériennes, la foresterie est la deuxième cause d'importance menant à la perturbation des milieux humides dans les Basses-terres du Saint-Laurent, étant responsable de 26 % des pertes de milieux humides. À l'inverse, cette activité n'a fait l'objet d'aucune demande de CA durant les années à l'étude. Bien que les activités d'aménagement forestier réalisées dans une tourbière soient exclues de l'application du deuxième alinéa de l'article 22 de la L.Q.E., les travaux de drainage en tourbière, de même que la plantation dans une tourbière sont quant à eux soumis à l'application de cet alinéa et nécessitent l'obtention d'un CA³ (Lavallée 2013). Les secteurs de coupes forestières et de plantation identifiés sur les photographies aériennes sont presque toujours traversés ou quadrillés de canaux de drainage, ce qui laisse supposer que les responsables de la sylviculture connaissent mal les règles en matière de milieux humides au Québec, du moins pour la région à l'étude. En effet, bien qu'on ait créé une catégorie « drainage forestier » lors de notre analyse cartographique pour représenter les superficies qui seront éventuellement coupées ou plantées, les autres catégories de sylviculture (coupe, coupe partielle, plantation et revégétalisé) incluaient généralement toutes des canaux de drainage. Il en découle que les superficies affectées par la foresterie, telles que révélée par notre analyse de photographies aériennes, auraient normalement dues être assujetties à l'obtention d'un CA. Néanmoins, les perturbations associées à la foresterie sont plus facilement réversibles que

³ Les activités d'aménagement forestier, réalisées dans une tourbière, sont également exclues de l'obligation d'obtention d'un certificat d'autorisation de l'art. 22 LQE, en vertu de l'article 3 (2) du *Règlement relatif à l'application de la L.Q.E.*³, sauf certaines activités qui y sont énumérées:

3. Sont soustraits à l'application du deuxième alinéa de l'article 22 de la Loi: (...)

2° les activités d'aménagement forestier au sens de l'article 3 de la Loi sur les forêts (L.R.Q., c. F-4.1) réalisées dans une tourbière, à l'exclusion:

- a) de l'épandage de matières autres que fumiers, engrais minéraux, résidus ligneux générés dans les parterres de coupe ou amendements calcaires conformes aux normes établies par le Bureau de normalisation du Québec;
- b) de travaux comportant l'utilisation de pesticides visés aux sous- paragraphes b à d du paragraphe 10 de l'article 2;
- c) de la construction, de la reconstruction, de l'élargissement ou du redressement d'une route située à moins de 60 m d'un cours d'eau à débit régulier, d'un lac, d'un fleuve ou de la mer si on entend la faire ainsi longer sur une distance d'au moins 300 m;
- d) de l'établissement d'un chemin forestier dans la partie non boisée d'une tourbière où le sol est gelé sur une profondeur de moins de 35 cm;
- e) de travaux de drainage ou de reboisement réalisés dans la partie non boisée d'une tourbière;

celles, par exemple, associées à l'agriculture ou au développement urbain. Les superficies ainsi répertoriées pourraient éventuellement être restaurées par le blocage des canaux de drainage et ainsi éviter des pertes de milieux humides.

Tableau 15. Nature des projets pour lesquels des demandes d'autorisation ont été acceptées par le MDDEFP entre le 30 novembre 2006 et le 31 mars 2010 pour la région des **Basses-terres du Saint-Laurent uniquement**. Les **superficies** affectées par les projets pour lesquels un CA a été émis pour la période considérée sont présentés en pourcentages et en superficies directement pour chaque catégorie générale de perturbation.

Catégorie	%	Superficie totale
AGRICOLE	0	0
CANNEBERGIÈRE	33	165
EXTRACTION DE LA TOURBE À DES FINS HORTICOLES	2	10
INDUSTRIEL / COMMERCIAL	17	85
LOISIR	0	0
RÉSIDENTIEL	46	230
TRANSPORT	1	5
RÉSEAU HYDRO-ÉLECTRIQUE	1	5
AMÉNAGEMENT	0	0
TOTAL	100	500 ¹

¹Les pourcentages et superficies ont été arrondis.

La troisième grande disparité entre les données obtenues à partir des photographies aériennes et l'analyse des demandes de CA réside dans les superficies affectées par le développement résidentiel, industriel et commercial. En effet, ces catégories de perturbations comptaient pour 63 % des superficies affectées par les projets pour lesquels un CA a été émis dans les Basses-terres du Saint-Laurent (tableau 15) alors que l'étude cartographique a révélé qu'elles comptaient pour seulement 9 % de l'ensemble des superficies affectées. On peut ainsi considérer l'étalement urbain comme une source substantielle de dommages aux milieux humides à l'échelle des Basses-terres du Saint-Laurent, mais qui affecte tout de même 16 fois moins de superficies que l'agriculture et la foresterie combinées (annexe 6). Néanmoins, l'étalement urbain représente une perturbation permanente et les pertes encourues ne pourront pas être restaurées localement. L'industrie de la canneberge est aussi responsable de pertes importantes (3 271 ha) selon l'étude cartographique (annexe 6), soit 19 fois plus que les pertes enregistrées officiellement par les

demandes de CA dans les Basses-terres du Saint-Laurent, bien qu'il faille considérer que ces dernières sont estimées sur une période de temps plus courte (tableau 15).

Enfin, la taille des milieux humides affectés par les différentes sources de perturbation différait grandement entre l'étude cartographique et l'analyse des demandes de CA. En fait, selon l'étude cartographique, seulement 1,6 % de la superficie totale des milieux humides perturbés était des milieux humides de moins de 2 ha alors que la majorité des milieux humides visés par les demandes de CA avaient moins d'un hectare et de surcroît, les superficies directement affectées par les projets proposés étaient dans 50 % des cas inférieures à 0,34 ha. La cartographie des petits milieux humides représente évidemment des difficultés techniques, mais il reste que la gestion des milieux humides par les demandes de CA semble orientée vers des petits milieux humides ou des activités anthropiques affectant principalement des petits milieux humides contrairement aux perturbations révélées par cartographie. L'étude cartographique est ainsi essentielle pour évaluer de façon non biaisée les grandes causes de pertes de milieux humides au Québec. Celle présentée ici concernant uniquement les Basses-terres du Saint-Laurent, d'autres sources de perturbations devraient s'ajouter au présent bilan si l'exercice était appliqué à d'autres régions, notamment en ce qui concerne les mines et la production d'hydro-électricité qui sont plus abondante plus au nord.

8. Analyse de la pertinence de l'approche d'atténuation mise en œuvre

Cette section vise à faire une analyse critique des mesures convenues dans le cadre de la délivrance de certificats d'autorisation pour la mise en œuvre de la séquence d'atténuation.

8.1 L'application de l'approche d'atténuation « éviter-minimiser-compenser »

Au Québec, l'approche d'atténuation est discutée au cas par cas entre le demandeur et l'analyste du bureau régional responsable et est traitée par demande de CA et non par milieu humide affecté. Ainsi, les mesures adoptées peuvent compenser des pertes subies dans un seul milieu humide ou pour des pertes subies dans un ensemble de milieux humides visés par une même demande de CA. Des 558 demandes de CA, il y en a huit pour lesquelles la séquence d'atténuation ne s'appliquait pas (puisque ces demandes impliquaient des projets de restauration ou d'amélioration de milieux humides et n'entraînaient ainsi aucune perte ou perturbation de milieu humide), 227 (42 %) n'incluaient aucune mesure d'atténuation, et 323 (59 %) incluaient des mesures d'atténuation.

Selon la démarche de traitement des demandes de CA en vigueur lors de la période d'analyse, tous les CA demandés pour des projets de situation 1 pouvaient être délivrés sans appliquer l'approche d'atténuation, alors que toutes les demandes de CA pour des projets de situation 2 ou 3 devaient nécessairement impliquer cette approche. Cette démarche semble avoir été respectée puisque le pourcentage de CA pour lesquels aucune mesure d'atténuation n'a été convenue (42 %) est très près et même légèrement inférieur au pourcentage de CA demandés pour des projets de situation 1 (44 %; figure 9). Toutefois, ces chiffres ne font état que des efforts de négociation entre les demandeurs et les analystes et ne garantissent pas que les mesures d'atténuation conclues soient appropriées, que les superficies compensées soient suffisantes et que les ententes se traduisent par des projets concrets de minimisation et/ou de compensation. En effet, ces mesures d'atténuation ont été convenues et inscrites aux fichiers des directions régionales, mais les superficies de compensation promises n'ont pas toujours été compilées, ce qui porte à croire que les proportions de CA pour lesquels des compensations auraient été conclues sont surestimées. D'ailleurs, dans plusieurs cas, des superficies de compensation sont inscrites dans les mesures d'atténuation suggérées, mais les superficies compilées pour ces compensations sont moindres. Ainsi, les superficies compilées représentent sans doute un portrait plus exact de ce qui a réellement été obtenu en compensation (voir section 8.3).

8.2 Nature des mesures utilisées dans l'application de l'approche d'atténuation

Pour les demandes de CA pour lesquelles des mesures de minimisation ou de compensation ont été convenues, les différentes mesures ont été regroupées en 11 catégories (tableau 16; annexe 12)

Tableau 16. Répartition des différentes catégories de mesures d'atténuation pour les 323 demandes de CA pour lesquelles des mesures d'atténuation ont été convenues, en ordre décroissant de fréquence. Voir annexe 12, pour description détaillée des mesures.

Mesures d'atténuation	CA incluant <u>seulement</u> cette mesure d'atténuation		CA incluant <u>au moins</u> cette mesure d'atténuation	
	Nombre	%	Nombre	%
Compensation indéfinie	90	27,9	113	35,0
Minimisation	67	20,7	92	28,5
Protection de milieux terrestres	48	14,9	66	20,4
Protection de milieux humides	19	5,9	36	11,1
Restauration de milieux humides	18	5,6	23	7,1
Création de milieux humides	9	2,8	21	6,5
Amélioration de milieux humides	5	1,5	14	4,3
Restauration de milieux terrestres	2	0,6	4	1,2
Compensation monétaire	2	0,6	2	0,6
Évitement	1	0,3	19	5,9
Valorisation	0	0	2	0,6

De façon générale, l'évitement est une mesure presque toujours appliquée conjointement avec la minimisation et la compensation, ce qui porte à croire qu'aucun projet⁴ n'a fait l'objet d'évitement total dès la conception tel que suggérée par la démarche, c'est-à-dire, soit en choisissant un projet de remplacement ou un site de remplacement pour la réalisation du projet. Comme mentionné plus haut, il est par contre ardu d'établir une statistique sur l'évitement puisque cette mesure est souvent discutée en amont de l'émission d'un CA et de tels d'évitement complet ou de refus de CA ne sont pas comptabilisés. La minimisation seule représente près de 21 % des mesures d'atténuation convenues. Près de 29 % des mesures d'atténuation convenues incluait au moins une des quatre mesures de compensation en milieu humide (protection, restauration, amélioration, création) alors que 22 % des mesures d'atténuation convenues incluait au moins une des deux mesures d'atténuation en milieu terrestre (protection ou

⁴ Le seul projet pour lequel on mentionne exclusivement de l'évitement comme mesure de compensation est un projet regroupant plusieurs milieux humides dont un seul a été évité alors que les autres n'ont pas été évités et qu'aucune mesure d'atténuation n'a été conclue pour ces derniers.

restauration). La majorité des mesures d'atténuation convenues sont de nature indéfinie, soit parce qu'elles ne sont pas du tout détaillées ou parce qu'elles seront incluses au plan de gestion de la ville concernée et que leur nature n'est pas encore déterminée⁵.

À l'heure actuelle, il n'y a aucune procédure systématique permettant de faire un suivi de l'efficacité, au sens écologique, des mesures d'atténuation convenues entre le demandeur et le MDDEFP. Par contre, une fois l'entente convenue et le certificat d'autorisation délivré, le demandeur se doit de respecter les termes de l'entente et de réaliser les mesures de compensation pour lesquelles il s'est engagé, sous peine de sanction. Le respect de cet engagement, lui, n'est pas vérifié de façon systématique parmi l'ensemble des CA octroyés.

8.3 Superficie des compensations et pertes nettes

Tel que mentionné à la section 8.1, des 550 demandes de CA pour lesquelles des pertes de milieux humides ont été notées, 323 CA ont fait l'objet de mesure d'atténuation. Si on écarte les 67 CA impliquant uniquement de la minimisation, les 2 CA avec compensation monétaire et celui représentant un cas d'évitement, il reste 253 CA pour lesquels des mesures d'atténuation se traduisent en compensation. Ces compensations inscrites dans les dossiers de CA n'ont toutefois pas toujours été compilées en superficie. En fait, des compensations ont été compilées sous forme de superficies pour seulement 162 d'entre elles (30 % du total des CA). Ainsi, il y a 91 demandes pour lesquelles des mesures de compensation ont été convenues, mais pour lesquelles aucune superficie n'est compilée. Des compensations pour lesquelles des superficies étaient comptabilisées, 10 % (16 CA) se sont matérialisées sous la forme de création de milieux humides, 19 % (30 CA) sous d'autres formes en milieu humide (protection, restauration, amélioration) et 80 % (129 CA)⁶ sous forme de protection en milieu terrestre.

⁵ Dans ces cas, les superficies associées ont été compilées comme étant de la protection terrestre.

⁶ La somme des CA de ces trois catégories (175 CA) est plus élevée que le nombre de CA pour lesquels des compensations ont été compilées sous forme de superficies (162 CA) puisque certaines demandes incluaient à la fois des compensations de plusieurs types.

Alors que les superficies de milieux humides affectées totalisaient 2 870 ha, l'ensemble des superficies compensées totalisait 1 164 ha qui sont réparties comme suit :

- 1 ha (<0,1 %) de restauration de milieux humides;
- 14 ha (1 %) de création de milieux humides;
- 629 ha (54 %) d'autres formes de compensation en milieu humide, soit :
 - 621 ha de protection de milieux humides,
 - 1 ha d'amélioration de milieux humides,
 - 7 ha de compensation indéfinie en milieux humides;
- 520 ha (45 %) de protection en milieu terrestre.

Concernant les ratios de compensation versus pertes, voici le portrait des 550 CA pour lesquelles des pertes de milieux humides ont été notées et pour lesquelles des compensations étaient possibles. D'abord, 70 % de ces demandes (388) avaient des ratios de compensations versus pertes de 0 : 1, c'est-à-dire que ces projets ont entraîné des pertes, mais qu'aucune compensation n'a été convenue. Ensuite, 21 % des demandes (116) ont été exclues du calcul de ratio puisque les compensations convenues étaient en milieu terrestre et non en milieu humide. Enfin, 9 % des demandes (46) ont permis de calculer des ratios de compensation versus pertes puisque les compensations convenues étaient en milieu humide. Ces ratios ne tiennent pas compte de la valeur écologique des milieux, mais seulement des superficies compensées par rapport aux superficies affectées (il est donc considéré que la valeur des milieux compensés est égale à la valeur des milieux humides affectés). Les ratios moyens sont d'environ 2,3 : 1 pour les milieux humides créés seulement et d'environ 2,6 : 1⁷ pour tous les types de compensation en milieux humides (création, protection, restauration, amélioration). La distribution de fréquence des 45 ratios ayant servi à calculer le ratio moyen pour les compensations de tous types en milieu humide est présentée au tableau 17. En additionnant tous les ratios de compensation (en considérant que les demandes de CA dont les compensations ont eu lieu en milieu terrestre ont des ratios de 0 : 1) on obtient un ratio global moyen de 1 : 5, soit 1 ha de compensé pour 5 ha de

⁷ Ce ratio moyen exclu une donnée exceptionnelle concernant une tourbière protégée de 469,3 ha en compensation pour la perte d'une superficie de 0,7 ha de milieu humide (ratio de compensation d'environ 670 : 1) qui avait pour effet de porter le ratio moyen à 17,4 : 1.

perdu (incluant la restauration, création, protection, amélioration et compensation indéfinie en milieux humide).

Tableau 17. Distribution de fréquence des 45 ratios ayant servi à calculer le ratio moyen pour les compensations de tous types en milieu humide (incluant la restauration, création, protection, amélioration et compensation indéfinie en milieux humides).

Ratio	Nombre de CA
1 : 1	13
1 : 1 à 2 : 1	17
2 : 1 à 3 : 1	5
3 : 1 à 10 : 1	8
12 : 1	1
20 : 1	1

Considérant que les seules méthodes de gestion durable des milieux humides permettant l'atteinte de l'objectif d'aucune perte nette sont la restauration et la création de milieux humides, les pratiques actuelles de compensation sont nettement insuffisantes. En effet, en considérant les superficies compensées en milieux humides uniquement (donc excluant la compensation en milieu terrestre), que ce soit par les méthodes de restauration, de création, de protection ou d'amélioration de milieux humides (et celle indéfinie en milieux humides), les pertes nettes pour la période à l'étude se chiffrent à 2 226 ha (78 %), alors qu'en considérant seulement les superficies compensées par la méthode de restauration et de création de milieux humides, les pertes nettes sont plutôt de 2 855 ha (99 %). Enfin, les données recueillies par les directions régionales ne permettent pas de connaître les proportions de compensations qui ont lieu à proximité du site et celles ayant lieu loin du site. Aucune donnée sur la répartition spatiale des compensations dans le paysage n'est incluse dans les fichiers synthèses.

8.4 Analyse des mécanismes assurant la pérennité des compensations

Des 323 mesures d'atténuation présentées au tableau 16, 253 peuvent être analysées en fonction de leur pérennité (après avoir éliminé les 67 cas où il y a eu uniquement minimisation des impacts, le cas où il y a eu évitement et les deux cas de compensation monétaire). Ainsi, des 253 demandes de CA pour lesquelles des mécanismes auraient pu être entrepris afin d'assurer la pérennité des compensations convenues, seulement 76, soit 30 % faisaient mention de tels mécanismes. Ces différentes mesures ont été regroupées en neuf catégories (tableau 18).

Tableau 18. Répartition des différentes catégories de pérennité pour les 76 demandes de CA pour lesquelles de telles mesures ont été appliquées, en ordre décroissant de fréquence.

Mesure de pérennité	Nombre de CA	% de CA
Inclusion au plan de gestion de la ville	36	47,4
Servitude de conservation	14	18,4
Acquisition pour conservation	6	7,9
Inclusion au plan de gestion des cours d'eau de la ville ¹	5	6,6
Zonage de conservation ou modification de zonage	4	5,3
Engagement de conservation	3	3,9
Don écologique	3	3,9
Compensation prévue au décret	3	3,9
Cession (à la ville ou à un organisme de conservation)	2	2,6

¹. Cette mesure de pérennité se distingue de la première (inclusion au plan de gestion de la ville) puisqu'elle constitue un outil pour l'application de la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables (Leroux, Beaudoin, Hurens & associés inc. 2007).

Les catégories présentées dans le tableau 18 ont été créées à partir de l'information fournie dans le fichier standard et en fonction des termes les plus fréquemment rencontrés comme mesures de pérennité. Des exemples des termes ayant mené à la création de chaque catégorie sont présentés à l'annexe 13. Puisque la saisie de ces mesures de pérennité n'est pas uniforme et que les termes employés pour les décrire varient d'une région à l'autre, les catégories se recoupent certainement en termes d'efficacité de protection. Malgré qu'on reconnaisse certains termes légaux de pérennité, il reste tout de même difficile de décoder la portée et le niveau légal de chaque catégorie.

8.5 Disparités dans les données recueillies par les différentes directions régionales

Les fichiers de saisie fournis aux différentes directions régionales sont tous identiques et devraient donc permettre de recueillir l'information de la même façon d'une région à l'autre. Par contre, il existe des disparités au niveau de la précision des données saisies, ce qui entraîne des biais au moment de la compilation des données pour l'ensemble du territoire québécois.

D'abord, le fichier de saisie d'une région en particulier n'était pas uniforme par rapport aux fichiers des autres régions. Des champs de données étaient absents et donc l'information pour ces champs n'était pas disponible. En effet, pour les demandes de CA effectuées dans cette région, il était impossible de connaître la superficie des milieux humides visés, la présence ou non d'espèces désignées ou la présence ou non d'un lien hydrographique avec un cours d'eau ou un lac. Bien que cette région ne comptait que deux demandes de CA pour cette période, il serait

nécessaire de continuer la saisie des demandes dans un fichier identique à ceux des autres directions régionales afin, d'une part, d'assurer l'archivage numérique de toute l'information concernant ces demandes et d'autre part, d'être en mesure de compiler ces données avec celles des autres directions régionales.

Ensuite, pour plusieurs régions, les superficies exactes des milieux humides visés par les demandes de CA étaient inconnues parce qu'elles avaient été saisies sous forme de classes de superficies. Pour une région en particulier, les superficies affectées de milieux humides étaient inconnues totalement pour environ un tiers des demandes de CA. De plus, elles avaient été notées à « 0 » au lieu d'être laissées vides ou notées « ? ». Lors de l'analyse pour le présent rapport, ces superficies ont été notées « ? » et n'ont pas été considérées dans les calculs. Ce manque d'information a sans doute pour effet de sous-estimer considérablement le total des superficies affectées par l'ensemble des CA considérant que plus de la moitié des milieux humides visés par ces demandes sont de grande superficie (10 à 1 000 ha) et que malgré les superficies affectées non comptabilisées, 24 % des superficies affectées dans l'ensemble de la province sont dans la région de la Côte-Nord.

Pour deux régions, un champ nommé « Superficie conservée (en ha) » avait été ajouté au fichier de saisie. Il est très important de noter que ce champ ne représentait pas les superficies conservées par des mesures de compensation, mais représente plutôt la portion du milieu humide visé par le CA qui n'est pas touchée par le projet. Les superficies saisies dans ce champ correspondaient soit à la superficie du milieu humide laissée intacte ou aux superficies bel et bien compensées pour le projet. Pour la préparation de ce rapport, ces irrégularités ont toutes été corrigées au cas par cas lors de l'analyse des fichiers. Il n'en demeure pas moins que ces différentes façons d'interpréter un même champ peuvent porter à confusion et entraîner des biais lors de la compilation des données.

Enfin, il est important de noter que les superficies ayant été saisies dans le champ « Perte nette de milieux humides (en ha) », et qui devraient correspondre aux superficies affectées moins les superficies compensées, représentaient plutôt les superficies affectées de milieux humides (en ha). Par contre, il ne semble pas y avoir eu de divergences d'interprétation entre les différentes directions régionales et les superficies saisies dans ce champ semblent toujours représenter des superficies affectées.

8.6 Nouveau Système d'aide à la gestion des opérations

La présente synthèse a été réalisée à partir des fichiers Excel provenant de chacune des directions régionales du MDDEFP, pour la période du 30 novembre 2006 au 31 mars 2010. Depuis le 1er avril 2010, les données concernant les interventions en milieux humides recueillies pour l'émission d'un CA sont saisies à même le Système d'aide à la gestion des opérations (SAGO) du MDDEFP, sous forme d'une fiche intitulée « Milieu humide ». Plusieurs problèmes ou irrégularités relevés dans les sections précédentes y ont été corrigés. D'abord, la saisie de la superficie du milieu humide, de sa localisation géographique (Basses-terres du Saint-Laurent /plaine du Lac Saint-Jean ou ailleurs dans le Québec) et de son type de situation est maintenant faite de façon indépendante, ce qui permet de savoir avec plus de précision à quel type de milieu humide on a affaire et éventuellement de comptabiliser séparément ces différents champs. De plus, la superficie du milieu humide doit dorénavant être saisie avec précision, en hectares. L'ajout de plusieurs champs par rapport à l'ancien mode de saisie est très justifié afin d'augmenter la précision du portrait établi. Par exemple, les analystes doivent maintenant comptabiliser le nombre de milieux humides touchés, le bassin versant dans lequel ils se trouvent, les pertes de milieux humides projetées versus autorisées, la localisation de la compensation projetée (sur le site, sur un site adjacent, autre précisez), le type, la description et la superficie de la compensation projetée.

Malgré ces améliorations, certains champs devraient être modifiés et plusieurs pourraient être ajoutés. Selon le guide de l'utilisateur, deux champs concernent la perte de milieux humides, soit :

Perte de milieu humide projetée : perte prévue dans la demande initiale (somme des pertes pour l'ensemble des milieux humides).

Perte de milieu humide autorisée : perte autorisée (somme des pertes pour l'ensemble des milieux humides) après l'application de la séquence « Éviter, minimiser compenser ».

Or, il est très important de préciser que la « perte de milieu humide autorisée », de la façon dont elle est définie, est plutôt la perte résiduelle de milieu humide autorisée, c'est-à-dire la superficie de milieu humide qui a été perdue et pour laquelle aucune compensation n'a été convenue. Une fois cette modification apportée, un autre champ serait nécessaire pour avoir un portrait complet des pertes de milieux humides. Ce champ pourrait s'intituler « Perte brute de milieu humide

autorisée » et serait défini comme suit : Superficies de milieux humides perdues indépendamment des superficies compensées (c.-à-d., pertes avant compensations). Dans le même ordre d'idée, de l'information sur les ratios de compensation serait très utile pour des compilations ultérieures. La localité précise (coordonnées GPS) des compensations devrait être indiquée. Une série de champs devraient être ajoutés afin de saisir l'information relative aux mesures de pérennité convenues entre le demandeur et l'analyste, la pérennité étant associée au mode de protection dans le cas de telles compensations. Ces mesures pourraient ainsi être standardisées et ordonnées selon leur pouvoir légal ou encore leur longévité. Nous recommandons au MDDEFP d'établir un suivi procédural pour capter toute négociation à l'amiable en amont de la délivrance de CA et qui aurait abouti à de l'évitement. Il s'agit ici de garder traces de l'évolution des ententes établies.

9. Efficacité de mesures d'atténuation des milieux humides dans le monde

Cette section a pour but d'évaluer l'efficacité des mesures d'atténuation de milieux humides. Comme il n'existe pas de données à cet effet pour le Québec, nous nous sommes basés sur les informations provenant d'autres juridictions, notamment les États-Unis où une politique d'aucune perte nette de milieux humides est en vigueur. Ces informations serviront, en partie, de base aux recommandations que nous ferons sur cet aspect. L'efficacité à long terme des projets de compensation de milieux humides sur leur composition, leur structure et leur fonctionnement sera d'abord évaluée. En deuxième lieu, la mise en œuvre concrète de mesures d'atténuation pour des projets en milieux humides après l'émission des permis sera abordée. Il s'agissait plus spécifiquement d'évaluer si les travaux planifiés ont effectivement été réalisés selon les critères préalablement établis.

9.1 Compositions, structures et fonctions des milieux humides compensés

Pour évaluer l'efficacité à long terme des projets de compensation, ici essentiellement par la restauration et la création, sur la composition, la structure et le fonctionnement des milieux humides ainsi restaurés ou créés, nous avons effectué une revue de littérature à l'aide de la plateforme de recherche *Web of Knowledge*SM (Thompson Reuters). Une première recherche a été effectuée avec l'expression *wetland* or bog* or fen* or marsh* or swamp* or pothole**, ce qui a généré 346 104 titres. Nous avons par la suite contraint la recherche avec les mots clés *restoration* or creation* or mitigation** ce qui a réduit la liste à 11 081 titres. Comme nous étions intéressés à des études portant sur l'évaluation de l'efficacité des travaux d'atténuation plutôt qu'aux techniques mêmes, nous avons ajouté les contraintes suivantes : *monitoring or process* or biodiversity or species or trajectory or function**, ce qui a réduit à nouveau la liste à 7 226 titres. Comme il était impossible de faire une synthèse d'un aussi grand nombre de publications, nous avons modifié la requête pour la rendre plus contraignante en utilisant l'expression de recherche : *Wetland* or bog* or fen* or marsh* or swamp* or pothole** (346 104 titres), puis *AND restoration or creation* (501 titres) puis *AND Mitigation* (92 titres). Les 92 articles ainsi identifiés ont été survolés rapidement (titre, résumé, figures et tableaux), ce qui nous a permis d'identifier une étude particulièrement intéressante, soit celle de Moreno-Mateos *et al.* (2012). Cette étude consistait en une méta-analyse (méthode statistique combinant les résultats d'études

indépendantes et visant à tirer des conclusions générales sur le phénomène étudié) basée sur les résultats de 124 articles scientifiques portant sur la restauration et sur la création de milieux humides. La majorité des 91 autres articles identifiés par notre recherche de littérature ont servi à la réalisation de cette méta-analyse, nous ne les avons donc pas réanalysés ici. Les articles restants (16) ne rapportaient souvent que des données à très court terme (< 3 ans) ou manquaient de rigueur scientifique. De plus, les études associées aux « *constructed wetlands* » n'ont pas été considérées puisqu'elles impliquent dans 99 % des cas des systèmes artificiels créés dans un but technologique (par exemple, marais filtrant artificiel) et non de conservation. Mise à part l'étude de Moreno-Mateos *et al.* (2012), il nous semblait également essentiel de faire un survol de la recherche scientifique portant sur le sujet, mais ayant lieu au Québec. Pour ce faire, nous avons examiné toutes les publications disponibles sur le site web du Groupe de recherche en écologie des tourbières (Université Laval; <http://www.gret-perg.ulaval.ca/>) qui se spécialise, entre autres, dans la restauration des tourbières exploitées pour en extraire la tourbe. Parmi toutes les publications disponibles, nous nous sommes limités à celles visant à établir l'efficacité des travaux en comparaison à des écosystèmes de références ou à un état prérestauration.

L'étude de Moreno-Mateos (2012) avait comme objectif principal d'évaluer l'efficacité à long terme des travaux de restauration et de création de milieux humides. Pour réaliser cette méta-analyse, seules les études utilisant des écosystèmes de référence comme point de comparaison ont été utilisées. Au total, les résultats présentés dans 124 articles scientifiques ont été intégrés à la méta-analyse, ce qui correspond à 401 milieux humides restaurés, à 220 milieux humides créés et à 556 écosystèmes de référence répartis dans 12 pays à travers le monde. Les types de milieu humide considérés comprenaient des marais, des marécages, des plaines de débordement, des tourbières, des dépressions humides et des milieux humides lacustres submergés de façon permanente ou périodique. Cette étude visait à répondre à trois questions : 1) À quelle vitesse les composantes biologiques, hydrologiques et biochimiques des milieux humides restaurés ou créés évoluent-elles par rapport à des écosystèmes de référence? 2) Est-ce que les changements observés tendent vers les milieux de référence? 3) Est-ce que la taille des milieux et leur cadre environnemental (climat régional, hydrologie, connectivité) influencent le rétablissement des diverses composantes?

Les résultats de cette méta-analyse indiquent que le rétablissement des milieux humides suite aux activités de restauration est lent et incomplet, surtout dans les régions au climat froid et pour

les écosystèmes non riverains. Le rétablissement semble plus probable et plus rapide dans les grands sites restaurés (> 100 ha) que dans les petits sites qui sont plus isolés et sujets à la fragmentation des paysages. Les conditions hydrologiques semblent être les plus faciles à rétablir, mais les données à long terme (> 15 ans) sont manquantes pour établir le succès réel et le retour à un écosystème hydrologiquement fonctionnel. À l'inverse, les composants biologiques (abondance, richesse et diversité en espèces floristiques et animales indigènes) des milieux humides restaurés ou créés ne se rétablissent en moyenne qu'à 77 %, et ce, même après un siècle où deux études sur trois milieux humides étaient disponibles. On doit attendre 30 ans pour voir les composantes biologiques converger vers celles de l'écosystème de référence, les plantes étant encore plus lentes à se rétablir que les communautés de vertébrés ou de macroinvertébrés. Du point de vue biogéochimique, quatre aspects ont été analysés, le stockage du carbone, de l'azote et du phosphore, ainsi que l'accumulation de matière organique. Ces quatre fonctions demeurent, même après un siècle, de 23 à 26 % inférieures dans les milieux humides restaurés ou créés que dans les écosystèmes de références. Par exemple, malgré la mise en place de conditions anaérobiques favorable à l'accumulation de la matière organique dans les milieux restaurés ou créés, le stockage du carbone organique demeure inférieur de 50 % à celui observé dans les écosystèmes de référence après 20 ans. Le stockage de l'azote dans les milieux recréés demeure aussi significativement inférieur après 30 ans à celui observé dans les écosystèmes de référence. L'étude de Moreno-Mateos *et al.* (2012) concorde également avec celle de Rey Benayas *et al.* (2009) effectuée sur une plus large gamme d'écosystèmes restaurés et qui conclue que le retour des fonctions est plus lent que celui des composantes structurelles de l'écosystème après restauration ou création. Face aux résultats obtenus, Moreno-Mateos et ses collaborateurs concluent que les méthodes actuelles d'atténuation ne sont pas pleinement efficaces, et que si nous poursuivons avec les mêmes pratiques cela maintiendra, et probablement accélérera, le rythme de perte nette de milieux humides et de leurs fonctions écosystémiques.

Pour ce qui est des études sur la restauration des tourbières au Québec, il nous est impossible ici de présenter tous les détails de l'ensemble des travaux. Ainsi, à l'instar de l'étude de Moreno-Mateos *et al.* (2012), nous nous concentrerons sur les aspects touchant la flore, la faune, l'hydrologie et les processus biogéochimiques, notamment ceux liés au carbone. Les différentes études portant sur la végétation (D'Astous 2012; Henstra 2012; Poulin *et al.* 2012) indiquent que les techniques actuelles de restauration (blocage des canaux, transfert de tapis muscinal, etc.)

permettent le rétablissement rapide d'un couvert végétal, notamment d'un tapis de sphaignes. Toutefois, la composition et la structure de ce couvert demeurent différentes de celles des écosystèmes de référence, et ce, même pour les sites exploités de façon artisanale et restaurés depuis 17 ans. Les études sur la faune des sites restaurés demeurent plus anecdotiques et nuancées. Par exemple, le rétablissement de la faune aviaire suite aux travaux de restauration semble incertain (Desrochers *et al.* 1998), et il est d'ailleurs peu probable que celle-ci se rétablisse avant la mise en place d'un large spectre de conditions environnementales, notamment en ce qui concerne l'hétérogénéité du couvert végétal (Desrochers et van Duiden 2006). Une étude portant sur la faune des mares créées au sein d'une tourbière restaurée (Mazerolle *et al.* 2006) a montré que les amphibiens des mares créées constituent des assemblages distincts et qu'ils sont plus fréquents que dans les mares naturelles, ce qui est probablement lié au fait que le pH est plus élevé dans les mares créées que dans les mares naturelles. D'autre part, bien que certains arthropodes aient été trouvés dans les mares créées, dont certains inféodés aux tourbières, ceux-ci sont nettement moins abondants que dans les mares naturelles (Mazerolle *et al.* 2006). Les techniques actuelles de restauration, notamment la remise en eau des sites par le blocage des canaux, améliorent nettement les conditions hydrologiques (par exemple, niveau et stabilité de la nappe phréatique, contenu volumique en eau du substrat organique) au sein des sites restaurés favorisant ainsi la mise en place d'un couvert végétal (Price *et al.* 2003; Shantz et Price 2006; Ketcheson et Price 2011). L'autorégulation des conditions hydrologiques dans les sites restaurés ne pourra toutefois être atteinte avant la mise en place d'un acrotelme fonctionnel (couche de surface où se produisent les fluctuations de la nappe phréatique), ce qui pourrait être possible, selon Lucchese *et al.* (2010), 17 ans après les travaux de restauration. Les données sur les cycles biogéochimiques semblent également montrer une amélioration comparativement aux sites non restaurés. Par exemple, à petite échelle spatiale (environ 15 m²), il semble que les tourbières restaurées puissent redevenir des puits de carbone de 2 à 5 ans après la restauration, du moins durant la saison de croissance (Waddington et Warner 2001; Waddington *et al.* 2010). Cette réduction des émissions de carbone, par rapport aux sites non restaurés, est en grande partie liée à l'augmentation de la productivité par la mise en place d'un couvert végétal et, dans une moindre mesure, à la réduction de la respiration du sol (Waddington et Warner 2001). Les techniques actuelles de restauration (addition de paille, blocage des canaux de drainage avec des résidus de végétaux) associées à un accroissement du couvert végétal semblent néanmoins contribuer à un

lessivage accru du carbone organique dissous, du moins temporairement (Waddington *et al.* 2007). La restauration des tourbières augmente aussi les émissions de méthane (CH₄), jusqu'à 70 %, comparativement aux sites perturbés, mais non restaurés, notamment en raison d'une élévation du niveau de la nappe phréatique et de l'accroissement du couvert des plantes vasculaires, du moins dans les premiers temps post-restauration (Waddington et Day 2007). La gestion de la nappe phréatique permet cependant de contrôler les émissions de méthane post-restauration. Globalement, la restauration des tourbières engendre une grande réduction des pertes de carbone annuel de l'écosystème, rendant les sites restaurés plus similaires aux tourbières naturelles que s'ils n'étaient pas restaurés. En résumé, il semble que les travaux de restauration des tourbières au Québec tendent vers le rétablissement de certaines caractéristiques importantes des tourbières, mais que les données sont encore trop récentes pour démontrer la capacité des tourbières restaurées à s'autoréguler.

Enfin, il est ardu de conclure sur l'efficacité de la restauration comparativement à la création de milieux humides. D'abord, la restauration peut consister en une série d'actions le long d'un gradient d'intensité d'interventions. Elle peut se faire simplement par blocage de canaux de drainage ou l'élimination de la source de perturbation (par exemple, démantèlement de barrages) et à l'inverse, elle peut nécessiter des techniques d'éco-ingénierie très avancées se rapprochant de celles utilisées pour la création de milieux humides. La restauration peut également se faire dans une portion seulement de l'écosystème alors que la création implique habituellement un écosystème entier, bien que l'échelle des deux pratiques puisse grandement varier selon le type de milieu en cause. Également, la restauration peut avoir lieu dans des milieux présentant tout un gradient d'intensité de perturbations, ce qui peut affecter grandement le succès de restauration et ainsi rendre difficile la comparaison avec la création de milieux humides. Enfin, certains milieux humides se prêtent plus à la restauration qu'à la création intégrale. C'est le cas notamment des tourbières qui sont presque toujours restaurées sur des sites originellement tourbeux, quoique certains projets de création impliquant l'importation d'une couche de tourbe soient à l'essai dans l'Ouest du Canada suite à l'exploitation pétrolière. L'étude de Moreno-Mateos *et al.* (2012) rapporte néanmoins que la réponse biogéochimique des systèmes restaurés et créés était similaire alors que pour la structure biologique, les milieux créés se rapprochaient plus rapidement de l'écosystème de référence que ne le faisaient les milieux restaurés. Ils attribuent cette meilleure performance des milieux créés à des pratiques plus interventionnistes et ciblées vers l'atteinte des

conditions de l'écosystème de référence. Il demeure cependant difficile de généraliser ce résultat étant donné la multitude de facteurs interagissant et contribuant au succès d'une pratique par rapport à l'autre. De plus, d'autres études rapportent un meilleur succès dans le cas de la restauration que de la création, notamment dû au fait qu'il est plus ardu de démarrer les processus inhérent à un milieu humide à partir d'un site sans historique de milieu humide (par exemple, Weinstein et al. 2001). Une étude détaillée et approfondie des facteurs en cause dans le succès des projets de restauration et création serait nécessaire pour étoffer cette réflexion.

9.2 Standards de performance de la mise en œuvre des actions de compensation

Pour déterminer si la mise en œuvre concrète des méthodes d'atténuation convenues lors de l'émission de permis dans le cadre d'une politique d'atténuation, ou de banque de compensation, étaient atteints nous avons aussi effectué une revue de littérature à l'aide de la plateforme de recherche *Web of Knowledge*. Une première recherche a été effectuée avec les mots clés wetland* or bog* or fen* or marsh* or swamp* or pothole* and Mitigation or restoration* or creation* and permit*, ce qui a généré 278 681 titres. Nous avons donc effectué une seconde recherche plus contraignante avec l'expression : wetland* And mitigation* And permit* qui a généré 88 titres. Nous avons survolé rapidement les 88 articles provenant à 99 % des États-Unis et en avons conservé 12 qui permettaient de répondre à notre objectif de départ (Kentula 2000; Sudol et Ambrose 2002; BenDor *et al.* 2007; Swenson et Ambrose 2007; Brody *et al.* 2008; Matthews et Endress 2008; Reiss *et al.* 2009; Tischew *et al.* 2010; BenDor et Riggsbee 2011; Clare *et al.* 2011; Vernon Carle 2011; Kozich et Halvorsen 2012).

Les différentes études évaluées font la démonstration de lacunes importantes dans les processus en place. Par exemple, le processus en trois étapes (éviter-minimiser-compenser), n'est en fait souvent qu'un processus en deux étapes, l'action éviter étant rarement mise en oeuvre. On observe également un déséquilibre dans la répartition spatiale des milieux humides entre les régions urbaines et rurales. En effet, les milieux humides détruits en régions urbaines, sont majoritairement recréés en régions rurales. Les suivis du respect des exigences suite à la délivrance des différents permis ou certificats d'autorisation sont quasi-inexistants. Les exigences semblent plus souvent respectées dans le cas de restauration que dans le cas de création de milieux humides, notamment en ce qui a trait aux superficies mentionnées. Enfin, le manque de

rigueur dans l'émission des permis et le suivi des exigences entraînent la plupart du temps des pertes nettes de milieux humides.

Par exemple, Sudol et Ambrose (2002) ont révisé 535 projets pour lesquels un permis avait été délivré dans le comté d'Orange (Orange County, Californie) entre 1979 et 1993 en vertu du *U.S. Clean Water Act* ou du *Rivers and Harbors Act*. Des actions de restauration ou de création étaient exigées pour 70 des 535 projets, parmi lesquels 13 n'ont jamais eu lieu et deux n'ont pas été réalisés selon les actions exigées. Sur les 55 projets restants, six n'ont pas respecté l'ensemble des conditions exigées, notamment en ce qui concerne les superficies à restaurer ou créer. Selon les critères écologiques établis dans les différents permis, seulement 16 % des sites pouvaient être considérés un succès. En Illinois, Matthews et Endress (2008) ont pour leur part évalué le cas de 76 marais ou marécages créés ou restaurés dans le cadre de 38 projets différents. La végétation et l'hydrologie des sites ont été suivies sur un maximum de cinq ans, soit la période de temps considérée suffisante pour évaluer le succès des activités de compensation dans la région d'étude. Après cinq ans, aucun des sites étudiés n'avait atteint en totalité les buts fixés lors de l'obtention des permis. Par exemple, les sites créés ou restaurés étaient généralement plus petits que ce qui était prévu dans les permis. Finalement, en Allemagne, Tischew *et al.* (2010) ont étudié le succès des mesures de compensation de 119 sites (milieux humides et autres types d'écosystèmes). Les instructions de compensation n'étaient pas adéquates, incomplètes ou floues dans 42 % des sites. Cet aspect était particulièrement important dans le cas des milieux humides. Au final, 67 % des objectifs de compensation décrits dans les 119 projets (total 326 objectifs) n'avaient été atteints que partiellement ou pas du tout (surtout ceux concernant le régime hydrologique des sites). À l'issue de l'ensemble de ces études, on peut ainsi reconnaître que les méthodes d'atténuation convenues lors de l'émission de permis ne sont pas respectées dans leur intégralité et ne semblent pas soutenir les objectifs de départ, notamment en ce qui concerne la compensation par la restauration et la création de milieux humides. Cette compensation telle que pratiquée actuellement ne semble donc pas efficace pour contrer la perte nette des milieux humides.

9.3 Constats globaux

Malgré l'adoption de l'approche d'atténuation dans de nombreux états dans le monde, il semble que la séquence d'atténuation reste inefficace en ce qui a trait à la première étape, soit l'évitement, qui est souvent ignoré. Aux États-Unis par exemple, moins d'un pour cent des

demandes de permis sont refusées et l'atteinte de l'objectif d'aucune perte nette (*No net loss*) repose principalement sur la compensation (Murphy *et al.* 2009a). Au Québec, les cas de refus de CA semblent anecdotiques selon les informations fournies par le MDDEFP. Même si plusieurs projets sont dans les faits modifiés en cours d'analyse de projet, lors du travail d'accompagnement avec le consultant ou le promoteur, et que des évitements de zones sensibles ou une certaine réduction des impacts ont souvent lieu avant l'émission des permis, il en demeure pas moins que l'étape d'évitement reste peu appliquée officiellement dans la séquence d'atténuation des impacts. Plusieurs chercheurs parlent d'ailleurs d'évitement évité (*Avoidance avoided*; par exemple, Murphy *et al.* 2009b). Clare *et al.* (2011) ont recensé cinq facteurs importants menant à l'échec de la politique du « *No net loss* » en matière d'évitement. Ces facteurs sont énumérés ici et ont été des éléments clés ayant alimenté notre réflexion sur l'amélioration de la gestion des milieux humides au Québec :

- 1) **sous utilisation de l'évitement** : tous les acteurs impliqués dans le processus d'autorisation de permis ne s'entendent pas sur ce que devrait constituer l'évitement (et la réduction) des impacts. Lorsque le but d'un projet est décrit de façon très restrictive, les alternatives sont souvent étiquetées comme irréalistes, ce qui mène directement à la compensation puisque le terme « irréaliste » lui-même reste sujet à interprétation;
- 2) **identification des milieux humides d'intérêt pour la protection** : les approches actuelles d'aménagement du territoire n'identifient pas les milieux humides à prioriser pour la protection en amont des activités de développement;
- 3) **valeur des milieux humides** : les milieux humides ont une valeur économique réelle (fournisseur de service) mais intangible, qui ne fait donc guère le poids par rapport à la valeur économique des services et produits résultant de leur destruction. L'émergence des banques de compensation et des paiements en lieu-de ont été orientés par la perception que l'évitement des activités en milieux humides est impossible en zones de conflit économique telles que les secteurs résidentiels, où la valeur des milieux humides est souvent perçue comme bien en deçà des retombées économiques;

- 4) **efficacité de la restauration et de la création** : il y a une forte perception à l'effet que la technologie permettant de créer ou de restaurer des milieux humides est efficace, alors que dans les faits, les résultats sont très mitigés dans la littérature scientifique.
- 5) **applicabilités des lois** : les lois et règlements encadrant les milieux humides sont difficilement appliqués et manquent de conformité. Entre autres, si les détenteurs de permis ne sont pas tenus responsables du succès des méthodes de compensations, alors celles-ci sont inévitablement plus faciles à mettre en place et plus lucratives que l'évitement.

10. Recommandations

À la lumière des constats issus de notre analyse de la situation des milieux humides au Québec et des informations obtenues de la littérature scientifique, nous émettons ici une liste de recommandations stratégiques au MDDEFP afin d'améliorer le mode de gestion des milieux humides. La plupart des recommandations portent sur les milieux humides des Basses-terres du Saint-Laurent, mais certaines ont une portée plus globale. Les recommandations s'appuient sur **deux principes fondateurs**, soit la mise en place d'**une politique d'aucune perte nette** pour les Basses-terres du Saint-Laurent et **une gestion normée**.

➔ **Aucune perte nette**

Une politique d'aucune perte nette vise le maintien d'une superficie globale constante en milieux humides, ce qui implique que les pertes devront être obligatoirement compensées par la restauration ou la création de milieux humides. Une telle politique doit également assurer le maintien des fonctions globales des milieux humides dans le paysage, ce qui nécessitera que les actions de restauration et de création soient obligatoirement accompagnées par des mesures de protection de milieux humides naturels.

➔ **Gestion normée**

Une gestion durable des milieux humides ne peut être atteinte que par l'établissement de normes encadrant notamment les mesures et les mécanismes d'attribution de certificats d'autorisation, d'élaboration des compensations, de suivi des opérations exigées et d'évaluation du succès des projets de compensation.

Les recommandations portent à la fois sur un travail en amont de la délivrance des certificats d'autorisation, sur la gestion de ceux-ci ainsi que sur la façon d'opérer la séquence d'atténuation, notamment les compensations. À noter que les recommandations touchant le volet juridique du mandat sont présentées dans le rapport de Lavallée (2013).

Recommandation 1

Freiner la perte de milieux humides due aux activités agricoles et forestières et protéger les milieux humides d'intérêt pour la conservation.

Un des constats importants de notre analyse est que non seulement les pertes de milieux humides les plus importantes dans les Basses-terres du Saint-Laurent sont dues aux activités agricoles et forestières, mais surtout que ces activités se déroulent sans obtention préalable d'un certificat d'autorisation, et ce, en dépit qu'elles soient généralement assujetties au deuxième alinéa de l'article 22.

- Nous suggérons la mise en place de procédures visant la sensibilisation des citoyens au bon respect des lois concernant les milieux humides et l'investissement de ressources pour le suivi des infractions.
- Nous recommandons surtout une prise de position ferme du MDDEFP en regard des infractions appuyée par tous les moyens légaux nécessaires et la remise en état des lieux.
- Pour augmenter l'efficacité de ces mesures, nous recommandons d'améliorer la concertation entre les ministères en matière de politiques touchant les milieux humides. Il est à ce sujet essentiel d'inscrire la gestion des milieux humides des différents ministères dans une approche gouvernementale cohérente et globale.
- Parallèlement, des mesures concrètes pour assurer la protection des milieux humides d'intérêt devraient être établies, notamment en adoptant une réglementation claire à l'effet que le ministre doit refuser l'attribution de certificat d'autorisation pour ces milieux. Ces mesures devraient évidemment être précédées par une identification et la cartographie des milieux humides d'intérêt (les critères devront être établis par un groupe d'experts), et ce, selon une approche par bassin-versant qui permet de transcender les divisions administratives. Les résultats de recherche au Québec, notamment en matière d'hydrologie (Alain Rousseau, Marie Larocque), devraient être pris en compte pour identifier les milieux humides d'intérêt pour la conservation.

Recommandation 2

Dans les Basses-terres du Saint-Laurent, exiger des compensations sous forme de restauration et de création de milieux humides et accompagner ces exigences par de la protection en milieux humides naturels.

Sous le principe d'aucune perte nette, nous croyons que les compensations devraient, dans un premier temps, s'effectuer par la restauration ou la création de milieux humides afin de maintenir une superficie constante de milieux humides dans les Basses-terres du Saint-Laurent. Les objectifs de restauration et de création devraient être spécifiés dans le certificat d'autorisation (en suivant des normes précises, voir Recommandation 3) et les travaux devraient être approuvés par des experts habilités (voir Recommandation 4). Puisque la valeur des milieux humides restaurés ou créés est généralement inférieure à celle des milieux naturels, notamment en raison d'un retour incomplet des composantes et fonctions, nous recommandons d'exiger de compléter les mesures de restauration-crédation par la protection de milieux humides naturels. Enfin, nous recommandons de ne pas encourager des procédures de compensation dans d'autres types d'écosystèmes que les milieux humides tels que la restauration ou la protection de forêts mésiques, sauf en tout dernier ressort.

Recommandation 3

Établir des exigences et des normes claires de compensation et de suivi.

Il est essentiel d'établir des exigences légales et des normes claires en matière de compensation et de suivis des activités réalisées et de leur succès. Ces exigences et normes garantiront une harmonisation des demandes en cas de délivrance de certificat d'autorisation et devront être prévues dans un guide technique qui accompagnera la loi et le règlement à être adoptés. L'élaboration de ces normes devra être faite par un comité d'experts, ce qui permettra de refléter les meilleures connaissances scientifiques et pratiques disponibles. Nous croyons que ces normes devraient être établies en fonction d'une catégorisation des objectifs de restauration-crédation selon les différents types de milieux humides détruits ou perturbés et du respect de leurs fonctions écologiques d'origine respectives. Les normes devraient notamment faire état des ratios de

compensation exigés en termes de superficies. Des ratios minimum de 1 : 1 devraient être exigés, mais ils devraient certainement être pondérés à la hausse⁸ en fonction de deux principaux critères : 1) les caractéristiques propres au site perturbé et à son contexte (par exemple, la rareté locale de milieux humides des fonctions écologiques importantes devraient faire augmenter le ratio), et 2) la durée et l'ampleur des perturbations énoncées dans la demande (par exemple, les perturbations permanentes devraient faire augmenter le ratio). Les normes devraient aussi faire état des techniques utilisées et du protocole de suivi pour chaque type de mesures de compensation et prévoir des correctifs dans les cas où les objectifs ne sont pas sur la voie d'être atteints. Tel que mentionné ci-haut les normes devraient être présentées dans un guide technique énonçant les objectifs et les éléments à prendre en compte dans la réalisation de toute activité de compensation, notamment pour ce qui a trait au suivi et à l'évaluation du succès de la restauration-crédation. Une formation auprès des analystes du MDDEFP est recommandée pour assurer la bonne compréhension et l'utilisation adéquate du guide.

Recommandation 4

Établir un système d'habilitation d'experts

Nous recommandons d'établir un système de formation et d'habilitation d'experts non seulement pour l'élaboration des demandes de certificats d'autorisation, mais aussi pour l'attestation des travaux de restauration et de création et de leur suivi (voir Lavallée 2013). Cette habilitation assurera la qualité des informations présentées aux analystes du MDDEFP, mais aussi le succès des travaux réalisés.

Recommandation 5

Développer davantage les outils de cartographie des milieux humides et faciliter leur accessibilité

Nous recommandons de poursuivre le travail de cartographie détaillée des milieux humides pour l'ensemble des Basses-terres du Saint-Laurent ainsi que des régions de la Basse Côte-Nord, de

⁸ Les ratios sont ici considérés comme étant la superficie restaurée ou créée versus la superficie affectée par un projet de développement.

l'Abitibi-Témiscamingue et du Saguenay Lac-Saint-Jean. Ces cartes sont essentielles pour le développement d'un mode de gestion des milieux humides qui débutera en amont des demandes de certificat d'autorisation, notamment par l'identification des milieux humides d'intérêt (voir recommandation 1) et l'établissement de normes en matière de compensation (voir recommandation 3). Ces informations serviraient aussi aux promoteurs afin de sélectionner l'emplacement de moindre impact pour leur projet de développement. Le développement des outils cartographiques devrait être accompagné d'un plan d'accessibilité accrue aux données et de diffusion de l'information. Des copies des cartes détaillées des milieux humides, en format géomatique facilement téléchargeable, devraient être rendues disponibles et facilement accessibles comme données ouvertes sur le site internet du MDDEFP. À ce sujet, nous croyons que les cartes des milieux humides potentiels devraient aussi être disponibles facilement, ainsi que d'autres documents internes au MDDEFP tels que les CA et plans d'action.

Recommandation 6

Créer un comité consultatif pour assurer une vision cohérente des mesures de conservation et gestion des milieux humides.

Il importe que les grandes orientations en matière de conservation et de gestion durable des milieux humides au Québec soient encadrées par un comité consultatif. La composition de ce comité et la durée du mandat de chaque membre devraient être définies légalement (voir Lavallée 2013). Ce comité pourrait, entre autres, définir des objectifs de protection propres à chaque région, et identifier les méthodes pour mettre en œuvre la séquence d'atténuation, assurer son suivi et son intendance, et éduquer et sensibiliser la population. Il pourrait également assurer une veille technologique, scientifique et économique, concernant l'apparition de nouvelles industries ou problématiques touchant les milieux humides.

11. Conclusion

Le mandat émis par le MDDEFP sur l'évaluation de la gestion des milieux humides au Québec a permis d'établir plusieurs constats importants. Entre autres, nous avons dévoilé un faible niveau de protection élevé (catégories I, II et III de l'UICN) des milieux humides dans les Basses-terre du Saint-Laurent (5,4 % dans ces trois niveaux). De plus, les tourbières sont sous représentées dans les aires protégées (5 % des milieux humides protégés) compte tenu de leur importance dans le paysage. Nous avons également montré que les milieux humides subissent des pertes et perturbations importantes, notamment au profit de l'agriculture (44 %) et de la foresterie (26 %), deux secteurs d'activités assujettis au deuxième alinéa de l'article 22 mais qui ne sont pas représentés dans le bilan des certificats d'autorisation. Malgré des pertes constantes de milieux humides au Québec, les procédures de compensation restent embryonnaires. Sur les 2 870 ha de milieux humides perturbés ou perdus tels que recensés par la comptabilisation des demandes de CA entre 2006 et 2010, seulement 15 ha ont été compensés par la restauration/création de milieux humides ce qui porte la perte nette à 99 %. Une réforme en profondeur s'impose pour la gestion des milieux humides au Québec. Nous croyons ainsi qu'il est de mise de recommander l'adoption d'une politique d'aucune perte nette de milieux humides pour le Québec, ce qui nécessitera la compensation des superficies perdues ou perturbées par de la restauration et création de milieux humides. La protection de milieux humides naturels sera également nécessaire pour garantir le maintien des fonctions écologiques associées aux milieux humides et ce, régionalement. Enfin, l'établissement d'un système de compensation devra se faire en suivant des règles bien établies, notamment dans la définition des objectifs de restauration, création et protection de milieux humides respectant les composantes et fonctions des milieux humides perdus, mais aussi dans l'obligation de montrer l'efficacité des compensations par un suivi normé. Il est d'ailleurs reconnu à l'international qu'une compensation bien encadrée et l'exigence d'en prouver l'efficacité devrait permettre de valoriser les étapes d'évitement et de minimisation. Enfin, nous soulignons que ce rapport est complémentaire à l'analyse du cadre juridique sur la gestion des milieux humides au Québec, réalisée par Sophie Lavallée (Lavallée 2013).

12. Références

- Alliance Environnement Inc., 2004. Inventaire des milieux humides et des espèces menaces ou vulnérables sur le territoire de la municipalité de Longueuil. Rapport présenté à la ville de Longueuil. 34 p.
- Avard, K., M. Larocque et S. Pellerin, 2012. Perturbations des tourbières de la région Bécancour, Centre-du-Québec, entre 1966 et 2010. *Le Naturaliste canadien*, 137: 9-15.
- Barnaud G., 1998. Conservation des zones humides : concepts et méthodes appliquées à leur caractérisation. Muséum national d'histoire naturelle. 447 p.
- Bazoge, A., 2008. Évaluation des pertes de superficie des milieux humides potentiels dans les Basses-terres du Saint-Laurent. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs, service des écosystèmes et de la biodiversité. 53 p.
- Beaulieu, J., F. Gervais, C. Villeneuve et I. Falardeau, 2009. Rapport méthodologique sur la cartographie détaillée des milieux humides du territoire de la MRC de L'Assomption. Rapport technique n° Q15, Canards Illimités Canada – Québec. 37 p.
- Beaulieu, J., G. Daigle, F. Gervais, S. Murray et C. Villeneuve, 2010. Rapport synthèse de la cartographie détaillée des milieux humides du territoire de la Communauté métropolitaine de Montréal. Canards Illimités Canada – Québec et ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. 60 p.
- Beaulieu, J., S. Murray et C. Villeneuve, 2012. Cartographie détaillée des milieux humides du territoire du Centre-du-Québec – rapport synthèse. Canards Illimités Canada – Québec et ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. 44 p.
- Belvisi, J et J. Beaulieu, 2008. Cartographie de base des milieux humides de la Montérégie – Rapport de synthèse. GéoMont et Canards Illimités Canada – Québec. 26 p.
- BenDor, T., N. Brozovic et V.G. Pallarhucheril, 2007. Assessing the Socioeconomic Impacts of Wetland Mitigation in the Chicago Region. *Journal of the American Planning Association*, 73: 263-282.

- BenDor, T. et A. Riggsbee, 2011. Regulatory and ecological risk under federal requirements for compensatory wetland and stream mitigation. *Environmental Science & Policy*, 14: 639-649.
- Bouchard A. et M. Jean, 2001. Historique d'un paysage de tourbières profondément transformé par l'homme. Dans Payette S. et L. Rochefort (éditeurs). *Écologie des tourbières du Québec-Labrador*. Presses de l'Université Laval. pp 389-398.
- Brody, S.D., S.E. Davis, W.E. Highfield et S.P. Bernhardt, 2008. A spatial-temporal analysis of section 404 wetland permitting in Texas and Florida: thirteen years of impact along the coast. *Wetlands*, 28: 107-116.
- Buteau, P, N. Dignard et P. Grondin, 1994. Système de classification des milieux humides du Québec. Ministère de l'Énergie et des Ressources. 35 p.
- Canards Illimités Canada, 2010. Plans régionaux de conservation des milieux humides du Québec. [ressource électronique]
- Canards Illimités Canada, 2012. Complexe de la Romaine – Plan de conservation des milieux humides de la Minganie. Rapport d'étape présenté à Hydro-Québec Équipement. 44 p.
- Champagne, J. et M. Melançon, 1985. Milieux humides de la région de Montréal – 1966-1981. Environnement Canada, Direction générale des terres. 21 p.
- Clare, S., N. Krogman, L. Foote et N. Lemphers, 2011. Where is the avoidance in the implementation of wetland law and policy? *Wetland Ecology and Management*, 19: 165-182.
- Committee on Mitigating Wetland Losses et National Research Council, 2001. Compensating for Wetland Losses under the Clean Water Act. National Academy of Sciences, USA. 322 p.
- Couillard, L. et P. Grondin, 1986. La végétation des milieux humides du Québec. Les Publications du Québec. 400 p.
- Cowardin, L.M., V. Carter, F.C. Golet et E.T. LaRoe, 1979. Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States. U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service. 79 p.

- D'Astous, A., 2012. Approches par communautés et par traits pour l'évaluation du succès de restauration d'une tourbière. M.Sc. Département de phytologie, Université Laval. 88 p.
- Desrochers, A., L. Rochefort et J.P.L. Savard, 1998. Avian recolonization of eastern Canadian bogs after peat mining. *Canadian Journal of Zoology*, 76: 989-997.
- Desrochers, A., et G.J. van Duinen, 2006. Peatland fauna. Dans Wieder R.K. et Vitt D.H. (éditeurs). *Boreal peatland ecosystems*. Springer-Verlag. pp. 67-100.
- Ducruc, J.-P., 1985. L'inventaire du capital-nature de la Moyenne-et-Basse-Côte-Nord. Gouvernement du Québec, Ministère de l'Environnement, Série de l'inventaire du capital nature n°6. 192 p.
- Ducruc, J.-P., 1991. Le cadre écologique de référence : les concepts et les variables de la classification et de la cartographie écologique au ministère de l'Environnement. Ministère de l'Environnement du Québec, Contribution de la cartographie écologique n° 42. 40 p.
- Dudley, N., 2008. Lignes directrices pour l'application des catégories de gestion aux aires protégées. Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources. 96 p.
- Environnement Canada, 1986. Milieux humides le long du fleuve Saint-Laurent 1950-1978. Service de conservation de l'environnement, Direction générale des terres. Document de travail n° 45. 29 p.
- Falardeau, I. et L. Cournoyer, 2009. Plan de gestion des milieux humides de la MRC de Lotbinière – Rapport méthodologique de la cartographie de base des milieux humides du territoire de la MRC et du bassin versant de la rivière Du Chêne. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. 40 p.
- Gerardin, V., 1980. L'inventaire du capital-nature du territoire de la Baie-James : les régions écologiques et la végétation des sols minéraux. Environnement Canada et Société de développement de la Baie-James. 398 p.
- Gratton, L., 2010. Plan de conservation de la Vallée du Saint-Laurent et du Lac Champlain, région du Québec. Conservation de la Nature. 170 p.
- Groupe de travail national sur les terres humides, 1997. Système de classification des terres humides du Canada. Deuxième édition. Centre de recherche sur les terres humides. 76 p.

- Henstra, S.W., 2012. Vegetation responses to ecological restoration (rewetting) of abandoned block-cut peatlands in eastern Québec. M.Sc. Thesis, University of British Columbia. 78 p.
- Huard, A.M., M.E. Deshaies et G. Garant, 2010. Bilan 2010 de la situation des milieux humides de Laval. Conseil régional de l'environnement de Laval. 7 p.
- 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. 68 p.
- Johnston, C.A., 1994. Cumulative impacts to wetlands. *Wetlands*, 14: 49-55.
- Kentula, M.E., 2000. Perspectives on setting success criteria for wetland restoration. *Ecological Engineering*, 15: 199-209.
- Kesel, R.H., 1989. The role of the Mississippi River in wetland loss in southeastern Louisiana, U.S.A. *Environmental Geology and Water Sciences*, 13: 183-193.
- Ketcheson, S.J. et J.S. Price, 2011. The impact of peatland restoration on the site hydrology of an abandoned block-cut bog. *Wetlands*, 31: 1263-1274.
- Kirby, J. et J. Beaulieu, 2006. Rapport méthodologique de la cartographie des milieux humides du territoire de la Communauté métropolitaine de Québec. Rapport technique Q2006-2f, Canards Illimités Canada – Québec. 40 p.
- Kozich, A.T. et K.E. Halvorsen, 2012. Compliance with Wetland Mitigation Standards in the Upper Peninsula of Michigan, USA. *Environmental Management*, 50: 97-105.
- Landry, J. et L. Rochefort, 2012. The drainage of peatlands : impacts and rewetting techniques. Peatland Ecology Research Group. 62 p.
- 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. 71 p.
- Lucchese, M., J.M. Waddington, M. Poulin, R. Pouliot, L. Rochefort et M. Strack, 2010. Organic matter accumulation in a restored peatland: Evaluating restoration success. *Ecological Engineering*, 36: 482-488.

- Ontario Ministry of Natural Resources, 1992. Manual of implementation guidelines for the wetlands policy statement. Ontario Ministry of Natural Resources, Ontario Ministry of Municipal Affairs. 116 p.
- Matthews, J.W. et A.G. Endress, 2008. Performance criteria, compliance success, and vegetation development in compensatory mitigation wetlands. *Environmental Management*, 41: 130-141.
- Mazerolle, M., M. Poulin, C. Lavoie, L. Rochefort, A. Desrochers et B. Drolet, 2006. Animal and vegetation patterns in natural and man-made bog pools: implication for restoration. *Freshwater Biology*, 51: 333-350.
- MDDEFP, 2012. Cartographie des aires protégées – 2012 [Données numériques vectorielles]. Direction du patrimoine écologique et des parcs.
- MDDEP, (ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs), 2006a. Identification et délimitation des écosystèmes aquatiques, humides et riverains. Direction du patrimoine écologique et des parcs. 10 p.
- MDDEP, 2006b. Traitement des demandes d'autorisation des projets dans les milieux humides. Direction du patrimoine écologique et des parcs, 4p.
- MDDEP, 2008. Cartographie des milieux humides potentiels – 2008 [Données numériques vectorielles]. Direction du patrimoine écologique et des parcs.
- MDDEP, 2011. Cartographie des milieux humides potentiels – 2011 [Données numériques vectorielles]. Direction du patrimoine écologique et des parcs.
- Mitsch, J.W. et J.G. Gosselink, 2007. Wetlands. 4th edition. Wiley and Sons. 582 p.
- Moreno-Mateos, D., M.E. Power, F.A. Comin et R. Yockteng, 2012. Structural and functional loss in restored wetland ecosystems. *PLOS Biology*, 10: e1001247.
- Murphy, J., J. Goldman-Carter et J. Sibbing, 2009a. New mitigation rule promises more of the same: why the new Corps and EPA mitigation rule will fail to protect our aquatic resources adequately. *Stetson Law Review*, 38: 311-336.

- Murphy, J., J. Glodman-Carter et J. Sibbing, 2009b. Avoidance avoided. How the new rule fails to adequately promote avoidance and places difficult-to-replace systems at risk. *National Wetlands Newsletter*, 31: 14-15.
- Pellerin, S., 2003. Des tourbières et des hommes. L'utilisation des tourbières dans la région de Rivière-du-Loup – L'Isle-Verte. *Le Naturaliste canadien*, 127: 18-23.
- Poulin, M., R. Andersen et L. Rochefort, 2012. A new approach for tracking vegetation change after restoration: A case study with peatlands. *Restoration Ecology*. doi: 10.1111/j.1526-100X.2012.00889.x
- Price, J.S., A.L. Heathwaite et N. Kettridge, 2003. Hydrological processes in abandoned and restored peatlands: An overview of management approaches. *Wetlands Ecology and Management*, 11: 65-83.
- Rey Benayas, J.M., A.C. Newton, A. Diaz, J.M. Bullock, 2009. Enhancement of biodiversity and Ecosystem services by ecological restoration: a meta-analysis. *Science*, 325: 1121-124.
- Reiss, K.C., E. Hernandez et M.T. Brown, 2009. Evaluation of permit success in wetland mitigation banking: A Florida case study. *Wetlands*, 29: 907-918.
- Rochefort, L, A. Bazoge, M. Garneau, M. Joly, S. Jutras, S. Pellerin, M. Poulin et F. Poisson, 2011. Peatland Inventories and Conservation in Québec. Symposium on Responsible Peatland Management and Growing Media Production (13–17 juin 2011).
- Shantz, M. et J.S. Price, 2006. Hydrological changes following restoration of the Bois-des-Bel Peatland, Quebec, 1999–2002. *Journal of Hydrology*, 331:543-553.
- Sudol, M.F. et R.F. Ambrose, 2002. The US clear Water Act and habitat replacement: evaluation of mitigation sites in Orange County, California, USA. *Environmental Management*, 30: 727-734.
- Swenson, D.P. et R.F. Ambrose, 2007. A spatial analysis of cumulative habitat loss in Southern California under the Clean Water Act Section 404 Program. *Landscape and Urban Planning*, 82: 41-55.
- Tardy, G. et S. Pellerin, 2006. Le complexe tourbeux du delta de Lanoraie : État de situation en 2005. Rapport déposé au Ministère du Développement durable de l'Environnement et des Parcs du Québec, Direction du patrimoine écologique et du développement durable. 65 p.

- Tiner, R.W., 1999. Wetland indicators: a guide to wetland identification, delineation, classification, and mapping. Lewis Publishers. 392 p.
- Tischew, S., A. Baasch, M.K. Conrad et A. Kirmer, 2010. Evaluating restoration success of frequently implemented compensation measures: results and demands for control procedures. *Restoration Ecology*, 18: 467-480.
- Vernon Carle, M., 2011. Estimating Wetland Losses and Gains in Coastal North Carolina: 1994-2001. *Wetlands*, 31: 1275-1285.
- Waddington, J.M. et S.M. Day, 2007. Methane emissions from a cutover peatland following restoration. *Journal of Geophysical Research*, 112 (G3), G03018.
- Waddington, J.M., K. Toth et R.A. Bourbonniere, 2007. Dissolved organic carbon export from a cutover and restored peatland. *Hydrological Processes*, 22: 2215-2224.
- Waddington, J.M., M. Strack et M.J. Greenwood, 2010. Toward restoring the net carbon sink function of degraded peatlands: Short-term response in CO₂ exchange to ecosystem-scale restoration. *Journal of Geophysical Research*, 115 (G1): G01008.
- Waddington, J.M., et K.D. Warner, 2001. Atmospheric CO₂ sequestration in restored mined peatlands. *Ecoscience*, 8: 359-368.
- Weinstein, M.P., J.M. Teal, J.H. Balletto et K.A. Strait, 2001. Restoration principles emerging from one of the world's largest tidal marsh restoration projects. *Wetlands Ecology and Management*, 9: 387-407.
- Wulder, M.A., M.M. Cranny, R.J. Hall, J.E. Luther, A. Beaudoin, J.C. White, D.G. Goodenough et J.A. Dechka, 2008. Satellite land cover mapping of Canada's forests: the EOSD land cover project. Dans Campbell J.C., K.B. Jones, J.H. Smith et M.T. Koeppe (éditeurs). North America Land Cover Summit. American Association of Geographers. pp 21-30.

Annexe 1. Produits cartographiques utilisés pour réaliser le portrait global des milieux humides au Québec. Les principales sources d'information ayant été utilisées pour réaliser chacune des cartes sont indiquées et, lorsque disponible, la résolution des produits.

Cartographie utilisée	Sources principales
<i>Cartographie des milieux humides du territoire de la Communauté métropolitaine de Québec</i> (Kirby et Beaulieu 2006)	Images QuickBird (2003-2004; résolution de pixel 61 cm) Orthophotos (1998-99, 2003; résolution de pixel 20 à 100 cm) Photos aériennes (1982, 1990-97; échelle 1 : 15 000)
<i>Cartographie de base des milieux humides de la Montérégie</i> (Belvisi et Beaulieu 2008)	Photos aériennes (2005-06; 1 : 8 000 à 1 : 40 000)
<i>Cartographie de base des milieux humides du territoire de la MRC de Lotbinière et du bassin versant de la rivière du Chêne</i> (Falardeau et Cournoyer 2008)	Orthophotos (1960, 2007; 1 : 5 000 à 1 : 50 000) Carte des milieux humides potentiels de 2008 ¹
<i>Cartographie détaillée des milieux humides du territoire de la Communauté métropolitaine de Montréal</i> (Beaulieu <i>et al.</i> 2010)	Orthophotos (2007; 1 : 8 000 à 1 : 15 000)
<i>Cartographie détaillée des milieux humides du territoire de la région administrative du Centre-du-Québec</i> (Beaulieu <i>et al.</i> 2012)	Orthophotos (2006, 2010; 1 : 15 000)
<i>Milieux humides potentiels 2011</i> (MDDEP 2011)	Plans régionaux de conservation des milieux humides ² Carte des milieux humides potentiels 2008 ¹ Système d'information écoforestière, 3e décennal Système d'information écoforestière, 4e décennal
<i>Inventaire du Capital-Nature</i> (Ducruc 1985; Gérardin 1980)	Photographies aériennes (1973-1985; 1 : 40 000 et 1 : 60 000) Images Landsat noir et blanc (1 : 1 000 000) Images Landsat couleur (1 : 500 000)
<i>Observation de la Terre pour le développement durable</i> (Wulder <i>et al.</i> 2008)	Images Landsat (2007)

¹ Constituée de l'agrégation de diverses bases de données, voir annexe 2.

² Ces plans sont produits par Canards Illimités Canada et sont constitués de l'agrégation de diverses bases de données, voir annexe 3.

Annexe 2. Principales bases de données ayant été utilisées pour réaliser la cartographie des milieux humides potentiels de 2008.

Bases de données	Sources principales
<i>Atlas de conservation des terres humides de la Vallée du Saint-Laurent</i> , Service canadien de la faune, Environnement Canada	Landsat TM (1993-94) Radarsat (1999)
<i>Cartographie des milieux humides le long du Saint-Laurent</i> , Centre Saint-Laurent, Environnement Canada	IKONOS (2002) Aéroporté (2000)
<i>Système d'information écoforestier, troisième décennal (SIEF3)</i> , Ministère des Ressources naturelles	Orthophotos (1990-99)
<i>Base de données topographiques du Québec</i> , Ministère des Ressources naturelles	Orthophotos (1980-2006)

Annexe 3. Principales bases de données ayant été utilisées pour réaliser la cartographie des milieux humides des plans régionaux de conservation des milieux humides de Canards Illimités Canada.

Bases de données	Sources principales
<i>Base nationale des données topographiques (années 1990s)</i> , Ressources Naturelles Canada	Multiples
<i>Base de données topographiques du Québec</i> , Ministère des Ressources naturelles	Voir Annexe 2
<i>Atlas de conservation des terres humides de la Vallée du Saint-Laurent</i> , Service canadien de la faune, Environnement Canada	Voir Annexe 2
<i>Cartographie de base des milieux humides de la Montérégie</i> , GéoMont, Canards Illimités Canada	Voir Annexe 1
<i>Cartographie des milieux humides du territoire de la Communauté métropolitaine de Québec</i> , (Kirby et Beaulieu 2006)	Voir Annexe 1
<i>Données d'inventaires des milieux humides (années 1990s)</i> , Fournies par Pêches et Océans Canada	Inventaires terrain
<i>Cartographie détaillée des milieux humides du territoire de la MRC de L'Assomption</i> , Canards Illimités Canada, MDDEP	Orthophotos (2007)
<i>Inventaire des milieux humides des Îles-de-la-Madeleine</i> , ZIP des Îles-de-la-Madeleine	Orthophotos (2001)

Annexe 4. Superficie de milieux humides (km²) par ensemble physiographique selon l'étude cartographique (sources annexe 1).

Code	Ensemble physiographique	MH_km ²	Code	Ensemble physiographique	MH_km ²
<i>Province naturelle A - Les Appalaches</i>					
A0101	Piémont appalachien	109,48	A0301	Terrasse de Rivière-du-Loup	183,77
A0102	Basses collines de Sutton	71,40	A0302	Buttes du lac Morin	506,94
A0103	Monts Sutton	6,06	A0303	Basses collines du lac Témiscouata	389,44
A0104	Hautes collines de Mont Orford	32,44	A0304	Basses collines du lac Squatec	264,59
A0201	Collines de Bécancour – Saint-Magloire	376,42	A0401	Plateau méridional de la Péninsule gaspésienne	367,74
A0202	Bas plateau appalachien	627,82	A0402	Plateau central de la Péninsule gaspésienne	305,42
A0203	Haut plateau appalachien	852,38	A0403	Plateau septentrional de la Péninsule gaspésienne	304,69
A0204	Basses collines du lac Memphrémagog	6,22	A0801	Hautes collines du Mont-Gosford	27,87
<i>Province naturelle B – Basses-Terres du Saint-Laurent</i>					
B0101	Plaine de Drummondville	267,40	B0203	Plaine de Saint-Raymond – Pont-Rouge	101,99
B0102	Plaine de Saint-Hyacinthe	59,61	B0204	Terrasses de Cap-Rouge – Beaupré	32,56
B0103	Plaine de St-Jean – Beauharnois	228,13	B0205	Plaine de Bellechasse	128,33
B0104	Monticules de Hemmingford	129,08	B0206	Plate-forme de Lotbinière	95,47
B0106	Plaine de Saint-Benoît – Montréal	153,86	B0207	Estuaire d'eau douce du Saint-Laurent	148,62
B0107	Plaine de Verchères – Lanoraie – Lac St-Pierre	520,73	B0209	Plaine de Manseau – Saint-Gilles	934,23
B0110	Plaine de Joliette	98,39	B0211	Plaine de L'Islet	38,56
B0112	Lac Champlain	48,19	B0301	Plaine de Pembroke	198,13
B0201	Plaine du Saint-Maurice	156,73	B0303	Plaine de Rockland	84,38
B0202	Plaine de Batiscan	154,73			
<i>Province naturelle C – Les Laurentides méridionales</i>					
C0101	Basses collines de la rivière de l'Aigle	225,40	C0301	Buttes du lac Brochu	1070,46
C0102	Buttes du lac Bryson	325,30	C0302	Buttes du lac Dubois	708,77
C0103	Basses collines du lac Esber	215,59	C0401	Buttes du lac Lapêche	159,79
C0104	Buttons du lac Memekin	415,57	C0402	Vallée de la rivière Gatineau	420,21
C0105	Buttes du lac Desjardins	344,58	C0403	Moyennes collines du lac Kensington	163,37
C0106	Buttes du lac Sept Milles	184,19	C0404	Vallée de la rivière du Lièvre	209,60
C0107	Buttes du lac aux Foins	209,95	C0405	Moyennes collines du réservoir Kiamika	300,78
C0201	Buttes du lac Désert	259,28	C0406	Buttes de Labelle	315,76
C0202	Buttes du lac Denahey	254,22	C0501	Buttes du lac Masson	65,49
C0203	Buttes du lac Bruce	440,36	C0502	Hautes collines de Saint-Donat	73,17
C0204	Plaine ondulée du lac Cawalose	336,62	C0503	Buttes et basses collines de Matawin	344,04
C0205	Buttes du lac Cambrai	409,24	C0504	Basses collines du Lac-Bouchette	60,06
C0206	Buttes du réservoir Cabonga	695,87	C0505	Buttes de la rivière du Nord	69,81
C0207	Buttes du lac des Augustines	583,49	C0601	Buttes du lac Kempt	427,56
C0208	Buttes du lac Petawaga	267,83	C0602	Basses collines du lac Dandurand	451,98

Annexe 4. Suite.

Code	Ensemble physiographique	MH_km²	Code	Ensemble physiographique	MH_km²
<i>Province naturelle C – Les Laurentides méridionales</i>					
C0701	Buttes du lac à la Carpe	243,95	C0807	Basses collines de Saint-Élie-de-Caxton	40,96
C0702	Buttes du lac des Commissaires	231,02	C0901	Contrefort des Petites Laurentides	51,49
C0703	Buttes du lac Ministic	120,65	C0902	Plateau rivières Jacques-Cartier, Montmorency Ste-Anne	158,95
C0704	Marche du Graben du Saguenay – Lac-Saint-Jean	232,12	C0903	Basses collines du lac Batiscan	206,27
C0705	Buttes du lac Lareau	306,20	C0904	Basses collines du lac des Passes	178,58
C0706	Buttes du lac de la Montagne	181,05	C0905	Basses collines de la rivière Chicoutimi	202,79
C0801	Buttes du lac du Jésuite	58,84	C0906	Basses collines de la rivière Petit Saguenay	79,50
C0802	Basses collines du lac au Sorcier	162,17	C0907	Basses collines du lac des Martres	103,42
C0803	Basses collines du lac Wayagamac	140,38	C0908	Astroblème de Charlevoix	49,50
C0804	Basses collines du lac Normand	160,18	C0909	Buttons de la rivière à Mars	65,32
C0805	Buttes du lac Devenyns	175,09	C0910	Gradin de St-Tite des Caps	23,26
C0806	Basses collines du lac Bob Grant	183,47			
<i>Province naturelle D – Les Laurentides centrales</i>					
D0101	Plaine du Lac-Saint-Jean	1148,66	D0601	Basses collines du réservoir Pipmuacan	173,71
D0102	Fjord du Saguenay	117,76	D0602	Basses collines du réservoir Outardes quatre et Manic 3	217,83
D0201	Buttes du lac File-axe	1831,91	D0603	Basses collines de la rivière Toulousteou	129,56
D0202	Butte du lac Coldwater	816,29	D0604	Basses collines rivières Manicouagan et des Outardes	413,98
D0203	Basses collines du Lac Temiscamie	292,75	D0605	Hautes collines du Lac Fortin	214,52
D0204	Buttes de la rivière Daniel	849,03	D0701	Buttes du lac Plétipi	693,85
D0205	Buttes du lac Manouane	1186,64	D0702	Basses collines de Gagnon	1130,26
D0301	Buttes du lac Danville	789,59	D0703	Buttes du petit lac Manicouagan	1034,83
D0302	Basses collines de la rivière Mistassini	342,91	D0704	Basses collines du réservoir Manicouagan	171,45
D0303	Basses collines de la rivière Mistassibi	364,93	D0705	Buttes du lac Atticoupi	218,32
D0304	Basses collines du lac Péribonka	215,13	D0706	Monticules du lac Vallard	769,69
D0305	Basses collines de la rivière Manouane	145,62	D0801	Mont Groulx	161,33
D0401	Basses collines du lac Tremblay	194,67	D0802	Basses collines du lac Grandmesnil	285,84
D0402	Basses collines du lac Rouvray	102,02	D0803	Basses collines du lac Marceau	336,91
D0403	Basses collines du lac du Sault-aux-Cochons	72,58	D0804	Hautes collines de la Rivière-Pentecôte	106,46
D0404	Basses collines de la rivière du Sault-aux-Cochons	194,90	D0805	Basses collines des rivières Sainte-Marguerite et Moisie	235,26
D0405	Basses collines du lac des Perches	200,41	D0806	Basses collines de la rivière de la Trinité	393,20
D0501	Basses collines du lac Manouanis	536,46			
<i>Province naturelle E – Plateau de la Basse-Côte-Nord</i>					
E0101	Basses collines du lac Eudistes	497,49	E0104	Massif du lac Verrier	142,84
E0102	Moyennes collines du lac Diane	188,04	E0105	Plaine côtière de Havre-Saint-Pierre	650,60
E0103	Basses collines du lac Magpie	206,31	E0106	Basses collines du lac Manitou	252,26

Annexe 4. Suite.

Code	Ensemble physiographique	MH_km ²	Code	Ensemble physiographique	MH_km ²
<i>Province naturelle E – Plateau de la Basse-Côte-Nord</i>					
E0107	Massif du lac Charpeney	273,83	E0402	Buttes de la rivière Étamamiou	269,92
E0108	Buttes du lac Teuaikan	338,28	E0403	Buttes côtières du Petit Mécatina	448,76
E0109	Basses collines du Lac Saumur	220,57	E0404	Buttes du lac Noirclair	780,13
E0201	Buttes du lac Piashti	160,84	E0501	Buttes du lac Robertson	222,69
E0202	Buttes du lac de la Robe noire	120,44	E0502	Buttes du lac Ferru	546,10
E0203	Basses collines du lac Arthur	296,72	E0503	Buttes du lac de l'Île au Castor	419,86
E0204	Buttes du lac Kegashka	357,58	E0504	Buttes du lac Guernesé	433,29
E0205	Plaine côtière de Natashquan	711,08	E0505	Basses collines de la rivière Bujeault	313,22
E0301	Basses collines du lac Briend	920,21	E0506	Massif de Brador	25,24
E0302	Basses collines de la rivière Mistanipisipou	466,63	E0507	Buttes de Blanc-Sablon	10,10
E0303	Buttes du lac Jonchée	1646,58	E0701	Plaine bosselée de la rivière Beaver	356,13
E0304	Basses collines du lac Gaffaret	1825,86	E0702	E0702	278,72
E0305	Massif du lac Briètonnet	208,76	E0703	E0703	711,09
E0306	Buttes du lac Le Breton	1864,52	E0704	Buttes du lac Aticonipi	834,07
E0401	Buttes du lac Musquaro	332,04	E0705	Monticules de la rivière Joir	1276,84
<i>Province naturelle F – Basses-terres de l'Abitibi</i>					
F0101	Plaine bosselée du lac Dasserat	509,70	F0301	Plaine de la rivière Bell	1307,44
F0102	Plaine bosselée de Ville-Marie	64,87	F0302	Plaine de la rivière Subercase	2363,41
F0104	Plaine du lac Roger	711,75	F0303	Plaine du lac Soscumica	1699,69
F0105	Buttons de Belleterre	317,60	F0304	Plaine bosselée du lac Ouagama	1576,13
F0106	Buttes du réservoir Decelles	587,24	F0305	Plaine du lac Evans	1864,90
F0107	Plaine bosselée du lac Vaudray	487,14	F0401	F0401	1,12
F0201	Plaine du lac Turgeon	2124,52	F0402	Plaine du lac Haltère	855,17
F0202	Plaine du lac Abitibi	484,77	F0403	Plaine de la rivière Turgeon	1542,26
F0203	Plaine de Villemontel	2386,60	F0404	Plaine de la rivière Wawagosis	2291,58
F0204	Plaine de la rivière Laflamme	1618,30	F0405	Moraine d'Harricana	792,74
F0205	Plaine du lac Parent	3591,22	F0406	Plaine glaciaire du lac Lucie	4059,60
F0206	Plaine du lac Preissac	846,22			
<i>Province naturelle G – Hautes-terres de Mistassini</i>					
G0101	Buttes du lac Wetetnagami	1532,60	G0301	Buttons du lac Nemiscau	1133,01
G0102	Plaine ondulée du lac Mégiscane	1778,81	G0302	Buttes du lac Kachiskatinau	810,76
G0201	Plaine bosselée du lac Waswanipi	1494,65	G0303	Buttes du lac Cocomenhani	1373,03
G0202	Plaine bosselée du lac la Trêve	1803,47	G0304	Basses collines du lac Fromenteau	316,18
G0203	Terrain bosselé du lac du Sauvage	1277,58	G0305	Buttes du lac Tésécau	533,30
G0204	Plaine bosselée du lac Chibougamau	725,55	G0306	Plaine bosselée du lac Caminscanane	671,82

Annexe 4. Suite.

Code	Ensemble physiographique	MH_km²	Code	Ensemble physiographique	MH_km²
<i>Province naturelle G – Hautes-terres de Mistassini</i>					
G0307	Plaine bosselée du lac Bueil	636,66	G0502	Monticule du lac Tichégami	237,79
G0308	Buttes du lac Assinica	1504,87	G0503	Monticules du lac Pluto	249,16
G0401	Monticules des lacs Mistassini et Albanel	883,63	G0504	Basses collines du lac aux Deux Décharges	240,62
G0501	Basses collines du lac Mantouchiche	81,71	G0505	Les monts Otish	168,88
<i>Province naturelle H – Collines de la Grande Rivière</i>					
H0101	Monticule du lac Chamic	465,04	H0502	Plaine côtière de la rivière Roggan	403,09
H0102	Buttons du lac Bardin	426,02	H0503	Monticules du lac Burton	397,38
H0103	Buttons du lac Lichteneger	378,31	H0504	Monticules du lac Julian	570,16
H0104	Buttes du lac Rossignol	645,69	H0505	Monticules du lac Mamikukanasi	305,06
H0105	Buttons de la rivière Gipouloux	984,14	H0506	Monticules du lac Amyot	902,99
H0106	Buttes de la rivière Sakami	460,61	H0601	Buttons du lac Kinglet	472,43
H0107	Monticules de la rivière Pontois	940,82	H0602	Buttes du lac Denys	339,91
H0201	Réservoir Opinaca	439,55	H0603	Buttons du lac Le Bell	470,04
H0202	Monticules du lac Pikutamaw	517,66	H0604	Buttes du lac Kaychisakakamaw	332,73
H0203	Buttons du lac Boyd	435,78	H0605	Buttons de la Petite rivière de la Baleine	287,86
H0204	Buttes du lac Laguiche	312,22	H0606	Buttons du lac Kaywakamaw	679,78
H0205	Monticules du lac Sakami	676,83	H0701	Dépression du lac Guillaume-Delisle	254,00
H0301	Plaine côtière du lac du Vieux Comptoir	1885,43	H0702	Buttons de la rivière au Caribou	254,07
H0302	Plaine côtière du lac Duncan	2072,26	H0703	Buttes du lac à l'Eau Claire	126,09
H0303	Plaine côtière de la rivière La Grande	889,81	H0704	Dépression du lac des Loups marins	75,13
H0401	Monticules du réservoir LG-Trois – La Grande Rivière	425,84	H0705	Buttons du lac Kakiattualuk	147,02
H0402	Réservoir Robert-Bourassa	573,48	H0706	Buttes du lac Bourdel	60,22
H0403	Réservoir LG-Trois	607,21	H0707	Buttes du lac Audie	45,15
H0404	Buttons du lac De Salleneuve	427,28	H0708	Dépression du lac Minto	27,11
H0405	Buttons du lac Mistaschakw	627,87	H0709	Buttes du lac Tikirartuuq	57,96
H0501	Monticules du lac Wawa	337,08			
<i>Province naturelle I – Plateau central du Nord-du-Québec</i>					
I0101	Monticules de lac Hécla	986,14	I0204	Réservoir de Caniapiscau	628,40
I0102	Plaine du lac Naococane	455,87	I0205	Basses collines du lac Gamart	260,52
I0103	Buttes du lac Orillat	961,72	I0206	Basses collines du lac Opiscotéo	638,30
I0104	Monticules du lac Dalmas	1498,58	I0301	Basses collines du lac Milner	64,90
I0105	Monticules du lac Thier	905,70	I0302	Basses collines du lac Bazil	398,04
I0201	Buttes du lac Montviel	639,43	I0303	Buttes du lac Francheville	1246,64
I0202	Monticules du lac Rossignol	1161,50	I0401	Réservoir LG4	437,86
I0203	Buttons du lac Longrais	1470,63	I0402	Réservoir Laforge-1	469,04

Annexe 4. Suite.

Code	Ensemble physiographique	MH_km²	Code	Ensemble physiographique	MH_km²
<i>Province naturelle I – Plateau central du Nord-du-Québec</i>					
I0403	Monticules du lac de La Noue	550,10	I0603	Buttes du lac Sarry	125,07
I0404	Monticules du lac Chuly	381,14	I0604	Buttes du lac Bourg	149,25
I0405	Monticules du lac Bienville	821,62	I0605	Buttes du lac Divelet	90,26
I0501	Buttes du lac Grosbois	543,37	I0701	Buttons du lac Gayot	306,96
I0502	Buttes du lac Sérigny	438,28	I0702	Buttons de la rivière Delay	564,13
I0503	Plateaux de lac des Îles Pons	518,53	I0703	Buttons du lac Vallerenne	303,62
I0504	Buttes du lac aux Outardes	130,81	I0704	Monticules du lac Châteauguay	525,95
I0601	Buttons du lac Laraire	228,53	I0705	Buttons du lac Aigneau	322,11
I0602	Monticules du lac D'Iberville	265,57			
<i>Province naturelle J – péninsule d'Ungava</i>					
J0101	Haut plateau de la rivière aux Mélézes	136,80	J0502	Monticules du lac Qilalugalik	205,40
J0102	Buttes du lac Dupire	121,91	J0503	Dépression du lac Couture	240,19
J0103	Haut plateau du lac Nedlouc	318,99	J0504	Buttons du lac Philpot	130,57
J0104	Plateau du lac Curatteau	105,12	J0505	Monticules du lac Bylot	163,91
J0105	Plate-forme du lac Dufreboy	159,89	J0601	Buttons du lac aux Pélicans	413,45
J0201	Buttons du lac Descareaux	85,32	J0602	Plateau du lac Châtelain	173,51
J0202	Buttons du lac Bacqueville	91,46	J0603	Bas plateau du lac Nantais	88,98
J0203	Plate-forme du lac Rochefort	126,48	J0701	Bas plateau du lac Ammaluttuq	473,11
J0204	Monticules du lac Tassialuk	77,52	J0702	Plateau de la rivière Lestage	272,42
J0301	Plateau du lac Viennaux	48,27	J0703	Plate-forme du lac Robert	370,90
J0302	Haut plateau du lac Ciaunaux	243,16	J0704	Haut plateau du cratère du lac Pingualuit	45,59
J0303	Dépression du lac Faribault	147,80	J0801	Colline de Povungnituk-Ouest	328,50
J0304	Plateau d'Aupaluk	145,38	J0802	Colline de Povungnituk-Est	112,51
J0305	Plateau du lac Peters	834,42	J0901	Basse-Terre de la Baie Kovik	487,37
J0401	Bas Plateau du lac Fardin	167,85	J0902	Haut plateau du lac Fargues	295,47
J0402	Bas plateau d'Inukjuak	439,43	J0903	Haut plateau de Salluit	107,60
J0403	Bas plateau de Puvirnituq	754,33	J0904	Haut plateau de la baie-George	112,22
J0501	Buttons du lac Chavigny	66,88			
<i>Province naturelle K – péninsule d'Ungava</i>					
K0101	Buttes du lac Knox	490,06	K0302	Monticules du lac Saint-Servan	1966,93
K0102	Buttes du lac Wakuach	1220,19	K0401	Monticules du lac La Moinerie	1022,17
K0103	Buttes du lac Dunphy	1847,33	K0402	Monticules du lac LeMoyne	1743,43
K0201	Buttes du lac Guérard	1082,81	K0403	Monticules du lac Diana	403,24
K0202	Buttes du lac aux Goélands	2145,76	K0501	Monticules du lac Castignon	324,50
K0301	Buttes du lac Champdoré	1518,59	K0502	Buttes du lac Colombet	722,90

Annexe 4. fin.

Code	Ensemble physiographique	MH_km ²	Code	Ensemble physiographique	MH_km ²
<i>Province naturelle K – péninsule d’Ungava</i>					
K0503	Buttes du lac aux Feuilles	266,09			
<i>Province naturelle L – Labrador septentrional</i>					
L0101	Monticules du lac Mistinibi	239,12	L0501	Buttes du lac Noeud Coulant	391,56
L0102	Buttes du lac Chapiteau	50,05	L0502	Basses collines de la rivière George	265,68
L0401	Plateau Koroc moyenne	14,50	L0503	Moyennes collines de la rivière Baudan	98,53
L0402	Buttes du lac Inuluttalik	125,47	L0504	Buttes du lac Sheppard	1,30
L0403	Buttons du lac Navière	32,72	L0601	Mont Torngat	0,07
L0404	Buttes du lac Pelland	161,86	L0602	L0602	34,58
<i>Province naturelle N – Les Adirondacks</i>					
N0101	Colline Covey	4,55			
<i>Province naturelle P – Basses-terres de la baie James</i>					
P0101	Plaine des rivières Nottaway, Broadback, Rupert et Pontax	4348,82	P0107	Plaine du lac Kaupapiakau	1202,81
P0102	Embouchure des rivières Nottaway, Broadback, Rupert et Pontax	966,22	P0201	Péninsule de Ministikawatin	867,92
P0103	Plaine littorale de la rivière Jolicoeur	1180,84	P0202	Plaine de la rivière de Missisikabi	1275,58
P0104	Plaine bosselée du lac Namekus	1558,68	P0203	Levéé lac Salomon	1531,09
P0105	Plaine de la rivière Eastmain	1013,30	P0204	Plaine de la rivière Harricana-Sud	789,10
P0106	Monticules du lac Anatacau	617,16			
<i>Province naturelle U – Labrador central</i>					
U0101	Basses collines du lac Bright Sand	98,36	U0106	Buttes du lac Long	259,55
U0102	Buttes du lac Fleur-de-May	434,20	U0107	U0107	296,09
U0103	Buttes du lac Drouard	20,57	U0201	Monticules du lac Ménistouc	404,60
U0104	Monticules du lac Brulé	630,32	U0501	U0501	270,60
U0105	Monticules du lac de Morbihan	621,03			
<i>Province naturelle X – Estuaire et golfe du Saint-Laurent</i>					
X0101	Estuaire moyen du Saint-Laurent	280,46	X0403	Plateau centre-nord anticostien	514,61
X0102	Chenal laurentien supérieur	87,87	X0404	Basses terres orientales anticostiennes	1054,34
X0201	Chenal laurentien moyen	1,18	X0501	Plate-forme d’Anticosti	1,29
X0202	Chenal laurentien inférieur	0,00	X0502	Chenal d’Anticosti	0,00
X0301	Plate-forme de Sept-Îles-Mingan	75,91	X0503	Banc de Beauge	0,00
X0302	Plate-forme de Natashquan	15,01	X0504	Chenal d’Esquiman	0,00
X0303	Plate-forme de Mécatina	49,84	X0602	Banc de La Madeleine	101,56
X0401	Basses terres occidentales anticostiennes	339,28	X0603	Chenal de Shediac	12,26
X0402	Plateau (cuesta) centre-sud anticostien	284,49	X0604	Baie des Chaleurs	31,67

Annexe 5. Superficie de milieux humides (MH_km²) dans les MRC (ou territoire équivalent) et proportion de chaque MRC constituée de milieux humides (MH_%).

MRC	MH_km ²	MH_%	MRC	MH_km ²	MH_%	MRC	MH_km ²	MH_%
Abitibi	3 466,66	44,1	La Jacques-Cartier	184,14	5,5	Manicouagan	1780,59	4,2
Abitibi-Ouest	1 179,83	32,8	La Matapédia	319,36	5,9	Marguerite D'Youville	21,19	5,2
Acton	15,98	2,7	La Mitis	184,25	5,7	Maria-Chapdelaine	3953,54	10,4
Antoine-Labelle	1 292,41	8,0	La Nouvelle-Beauce	47,94	5,3	Maskinongé	134,95	5,1
Argenteuil	94,45	7,1	La Rivière-du-Nord	17,42	3,7	Matane	190,98	3,5
Arthabaska	168,23	8,8	La Tuque	2514,87	8,5	Matawinie	605,2	5,8
Avignon	100,28	2,7	La Vallée-de-l'Or	6967,87	25,7	Mékinac	286,51	5,2
Baie-James	76 246,3	22,6	La Vallée-de-la-Gatineau	1392,19	9,9	Memphrémagog	67,34	4,6
Beauce-Sartigan	155,59	7,9	La Vallée-du-Richelieu	8,91	1,5	Minganie	22181,3	13,9
Beauharnois-Salaberry	26,81	4,9	Lac-Saint-Jean-Est	437,85	12,9	Mirabel	15,9	3,3
Bécancour	209,1	17,0	Laval	11,43	4,3	Montcalm	26,21	3,7
Bellechasse	138,14	7,6	Le Domaine-du-Roy	2464,53	12,9	Montmagny	238,18	11,6
Bonaventure	186,87	3,3	Le Fjord-du-Saguenay	3135,76	7,2	Montréal (île)	10,03	1,6
Brome-Missisquoi	74,51	4,7	Le Golfe-du-Saint-Laurent	940,84	2,3	Nicolet-Yamaska	140,44	11,8
Caniapiscau	10 160,5	12,8	Le Granit	264,05	9,3	Papineau	274,11	8,5
Charlevoix	272,45	6,4	Le Haut-Richelieu	54,18	5,4	Pierre de Saurel	54,11	8,5
Charlevoix-Est	115,32	3,9	Le Haut-Saint-François	201,42	8,7	Pontiac	1398,07	9,9
Coaticook	49,27	3,6	Le Haut-Saint-Laurent	124,37	9,5	Portneuf	250,24	6,1
D'Autray	132,77	9,8	Le Rocher-Percé	102,52	0,1	Québec	28,3	4,7
Deux-Montagnes	15,23	5,0	Le Val-Saint-François	86,43	6,0	Rimouski-Neigette	251,8	6,8
Drummond	126,63	7,8	Les Appalaches	137,18	6,9	Rivière-du-Loup	266,57	15,1
Eeyou Istchee	2 004,54	36,5	Les Basques	90,81	5,8	Robert-Cliche	48,08	5,7
Gatineau	42,21	11,1	Les Chenaux	138,05	14,8	Roussillon	31,43	6,4
Joliette	26,87	6,3	Les Collines-de-l'Outaouais	156,31	7,1	Rouville	3,59	0,7
Kamouraska	287,43	9,4	Les Etchemins	321,25	17,7	Rouyn-Noranda	1514,67	23,5
Kativik	31 853,00	6,2	Les Îles-de-la-Madeleine	101,56	0,3	Saguenay	74,48	5,8
L'Assomption	17,5	6,1	Les Jardins-de-Napierville	51,29	6,4	Sept Rivières	1917,46	4,9
L'érable	245,28	18,9	Les Laurentides	127,49	4,8	Shawinigan	71,13	8,8
L'Île-d'Orléans	29,42	8,6	Les Maskoutains	15,97	1,2	Sherbrooke	6,17	1,7
L'Islet	282,36	11,5	Les Moulins	15,54	5,8	Témiscamingue	2330,03	12,2
La Côte-de-Beaupré	375,72	7,2	Les Pays-d'en-Haut	30,72	4,2	Témiscouata	260,48	6,5
La Côte-de-Gaspé	175,33	1,7	Les Sources	63,99	8,1	Thérèse-De Blainville	18,35	8,6
La Haute-Côte-Nord	573,3	4,0	Lévis	57,11	11,5	Trois-Rivières	38,23	11,4
La Haute-Gaspésie	171,49	1,5	Longueuil	24,71	8,0	Vaudreuil-Soulanges	37,88	3,7
La Haute-Yamaska	32,61	4,3	Lotbinière	286,94	16,4			

Annexe 6. Types et superficies des perturbations en milieux humides selon l'analyse de photographies aériennes.

Catégorie	Sous-catégorie	Superficie (km²)
AGRICOLE Total : 250,60 km ²	Agricole	225,96
	Drainage	21,5
	Étang d'épuration	0,78
	Étang d'irrigation	2,17
	Verger	0,19
AMÉNAGEMENT	Aménagement faunique	4,13
CANNEBERGÈRE	Cannebergère	32,71
SYLVICULTURE Total : 144,54 km ²	Coupe	64,65
	Coupe partielle	18,20
	Drainage forestier	9,65
	Plantation	50,56
	Revégétalisé	1,48
EXTRACTION TOURBE À DES FINS HORTICOLES Total : 16,36 km ²	Exploitation	14,06
	Abandonné	2,30
INDUSTRIEL / COMMERCIAL Total : 23,89 km ²	Amas	0,66
	Banc d'emprunt	6,33
	Carrière	2,56
	Déchetterie	0,03
	Développement	11,21
	Étang aéré	2,24
	Halde	0,37
	Lieu d'enfouissement sanitaire	0,13
	Stationnement	0,35
LOISIR Total : 6,26 km ²	Camping	0,19
	Golf	4,78
	Marina	0,99
	Autres loisirs	0,31
RÉSIDENTIEL Total : 27,88 km ²	Résidentiel	26,62
	Villégiature	1,26
AUTRES Total : 12,94 km ²	Aérodromes	0,06
	Bâtiment isolé	1,48
	Cimetière	0,04
	Développement indéterminé	4,13
	Digue	0,12
	Drainage indéterminé	6,29
	Poste de distribution d'électricité	0,07
	Remblai à but inconnu	0,75

Annexe 7. Description des perturbations identifiées par photo-interprétation à la section 5.3.

AGRICOLE	
Agricole	Surface exploitée pour la production céréalière, fourragère ou maraîchère.
Drainage	Canal de drainage à l'extérieur des surfaces exploitées, mais dont le but est d'assécher un milieu humide périphérique.
Étang d'épuration	Étang situé sur des terres agricoles utilisé pour l'épuration des eaux usées ou l'entreposage de lisier ou fumier.
Étang d'irrigation	Étang situé en bordure d'un milieu humide et adjacent à des terres agricoles.
Verger	Terrain dévolu à la culture d'arbres fruitiers.
AMÉNAGEMENT	
Aménagement faunique	Secteur aménagé dans le but de favoriser la faune, notamment la sauvagine et les poissons.
CANNEBERGIÈRE	
Cannebergière	Surface exploitée pour la production de la canneberge et autres aménagements utilisés lors des activités d'exploitation.
SYLVICULTURE	
Coupe	Parterre de coupe.
Coupe partielle	Parterre de coupe par bandes.
Drainage forestier	Canal de drainage situé en périphérie des surfaces coupées.
Plantation	Secteurs utilisés pour la production d'arbustes ou d'arbres.
Revégétalisé	Ancien parterre en processus de végétalisation spontanée.
EXTRACTION TOURBE À DES FINS HORTICOLES	
Exploitation	Secteur d'extraction de la tourbe et canaux adjacents.
Abandonné	Site d'extraction de tourbe abandonné.
INDUSTRIEL / COMMERCIAL	
Amas	Amoncellement divers sans but précis.
Banc d'emprunt	Zone limitée d'où sont extraits différents matériaux (sable, gravier, roche, etc.) en bordure d'une route ou de construction.
Carrière	Site d'extraction commerciale de matériau (sable, gravier, roche, etc.).
Déchetterie	Lieu de dépôt de résidus d'origine résidentielle ou commerciale.
Développement	Bâtiment dans des zones industrielles ou commerciales et zone en construction dans secteur industriel ou commercial.
Étang aéré	Étang en secteur municipal pour l'épuration des eaux usées.
Halde	Lieu d'entreposage de déchets miniers.
Lieu d'enfouissement sanitaire	Site où l'on déverse des déchets pour éventuellement être enfouis.
Stationnement	Parc de stationnement près de bâtiment commercial ou industriel.
LOISIR	
Camping	Terrain et infrastructure aménagés pour la pratique du camping.
Golf	Terrain et infrastructure aménagés pour la pratique du golf.
Marina	Ensemble immobilier comprenant un port de plaisance.
Autres loisirs	Sentier pédestre ou d'interprétation, passerelle, belvédère, etc.

Annexe 7. Suite

RÉSIDENTIEL	
Résidentiel	Zone de concentration d'habitation (comprenant bâtiments et autres infrastructures)
Villégiature	Construction résidentielle en bordure d'un plan d'eau

AUTRES	
Aérodrome	Terrain aménagé pour le décollage et l'atterrissage des avions
Bâtiment isolé	Bâtiment sans lien direct avec d'autres constructions (par ex. : ferme, entrepôt, tour cellulaire, etc.)
Cimetière	Lieu où l'on enfouit les morts
Développement indéterminé	Secteur en construction, mais où il est impossible de savoir à quelle fin
Digue	Construction qui retient les eaux
Drainage indéterminé	Canal isolé sans lien avec un champ agricole, une zone de coupe forestière, un cannebergière ou toute autre exploitation
Poste de distribution d'électricité	Poste de distribution d'électricité
Remblai à but inconnu	Remblai isolé et dont il est impossible de déterminer l'origine

Annexe 8. Largeur attribuée aux différentes infrastructures linéaires présentes dans la Base de données topographiques du Québec afin d'évaluer l'impact de ces infrastructures sur les milieux humides des Basses-terres du Saint-Laurent.

Infrastructures	Emprise (m)	Infrastructures	Emprise (m)
Autoroute	40	Route d'accès aux ressources non pavée	15
Autoroute à axes fusionnés	30	Route d'accès aux ressources pavée	15
Bretelle	15	Route locale non pavée	15
Chemin carrossable non pavé	5	Route locale pavée	15
Chemin carrossable pavé	5	Route nationale pavée	15
Chemin non carrossable	5	Route régionale non pavée	15
Écran antibruit	5	Route régionale pavée	15
Gué	5	Rue non pavée	10
Mur de soutènement	5	Rue pavée	10
Passerelle	5	Talus de remblai	5
Pont	15	Traverse	5
Pont couvert	15	Tunnel	15
Pont d'étagement	15	Voie de communication abandonnée	5
Route collectrice non pavée	15	Voie de communication en construction	15
Route collectrice pavée	15	Voie ferrée	12

Annexe 9. Nombre de certificats d'autorisation émis pour le Québec pour la période du 30 novembre 2006 au 31 mars 2010.

Code	Région administrative	Nombre de CA
16	Montérégie	142
15	Laurentides	97
05	Estrie	54
13	Laval	52
14	Lanaudière	46
03	Capitale-Nationale	42
09	Côte-Nord	24
04-17	Mauricie-Centre-du-Québec ¹	23
12	Chaudière-Appalaches	23
07	Outaouais	21
01	Bas-Saint-Laurent	9
10	Nord-du-Québec	9
06	Montréal	8
08	Abitibi-Témiscamingue	4
02	Saguenay-Lac-Saint-Jean	2
11	Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	2

¹Les deux régions Mauricie et Centre-du-Québec sont gérées par le même bureau régional.

Annexe 10. Exemples d'interventions identifiées dans les CA émis au Québec pour la période de (section 6).

AGRICOLE	
Drainage	Aménagement d'un fossé de drainage dans une tourbière
CANNEBERGIÈRE	
Cannebergière	Aménagement et exploitation d'une cannebergière, aménagement d'une prise d'eau pour l'exploitation d'une cannebergière
EXTRACTION TOURBE À DES FINS HORTICOLES	
Exploitation	Exploitation ou agrandissement de l'aire d'exploitation d'une tourbière, drainage pour l'exploitation d'une tourbière.
INDUSTRIEL / COMMERCIAL	
Carrière	Exploitation ou agrandissement d'une sablière.
Construction industrielle	Création ou agrandissement d'un parc industriel, forages, sondages et levées sismiques.
Développement commercial ou municipal	Construction d'un centre commercial, développement commercial, aménagement d'une prise d'eau potable, aménagement d'un système de traitement des eaux usées, aménagement étangs d'épuration.
Stationnement	Construction ou agrandissement d'une aire de stationnement.
LOISIR	
Golf	Création ou agrandissement d'un terrain de golf.
Loisir	Marina, piste de véhicule tout terrain, aménagement de passerelles sur pilotis, de sentiers pédestres, d'infrastructures récréotouristiques, d'une piste cyclable, d'un parc et aménagement d'un étang pour la chasse à l'oie.
RÉSIDENTIEL	
Bâtiment	Bâtiments isolés (construction d'un entrepôt dans une tourbière), construction de bâtiments qui ne relèvent pas du domaine industriel, commercial ou municipal comme la construction de bâtiments dans un parc technologique.
Développement résidentiel	Construction d'une résidence, ou de tout un projet résidentiel sur une rue existante, construction ou prolongement de chemins d'accès et construction d'une résidence, construction ou prolongement d'une ou plusieurs rues et construction d'un projet résidentiel.
Remblai	Redressement, canalisation ou remblai d'un milieu humide à des fins inconnues.
Villégiature	Prolongement de passerelles dans une tourbière, aménagement d'un lac artificiel.
Autres	Cette catégorie regroupe tous les projets qui n'entrent dans aucune autre catégorie, mais qui perturbent tout de même le milieu humide. Par exemple, travaux ou interventions quelconques, empiètements, caractérisation de zones sensibles, aménagement d'un habitat pour la mouette, aménagement d'un étang à partir d'une tourbière, travaux de maîtrise de la végétation, drainage d'un marécage, aménagement d'un fossé d'égouttement.

Annexe 10. suite.

TRANSPORT	
Chemin	Construction ou prolongement d'une voie de transport en milieu rural.
Route	Construction ou prolongement d'une voie de transport en milieu urbain.

RÉSEAU HYDRO-ÉLECTRIQUE	
Nouvelle ligne de transport d'énergie	Implantation, déplacement ou prolongement d'une ligne de transport d'énergie.
Entretien ligne de transport et autres	Remplacement de poteaux électriques, réfection des équipements du réseau électrique.
Poste de distribution	Construction d'un centre de distribution d'électricité.

AMÉNAGEMENT DE MILIEU HUMIDE	
Amélioration	Modification des composantes d'un milieu humide non dégradé dans le but, par exemple, d'en améliorer la connectivité hydrologique ou la biodiversité (production de sauvagine), avec ou sans ajout de structures pour de le rendre accessible pour l'interprétation, la valorisation ou les loisirs (par exemple, aménagement de passerelles et installation de panneaux d'interprétation).
Restauration	Restauration d'un milieu humide perturbé par l'homme.

Annexe 11. Répartition des 386 milieux humides dont la superficie a été saisie sous forme de classe de superficie et valeur de superficie attribuée à chaque milieu humide regroupé dans ces classes.

Catégorie de superficie (ha)	Valeur attribuée (ha)	Nombre de milieux humides
< 0,5	0,5	182
< 1	1,0	77
0,5 à 5	2,5	68
1 à 10	5,0	14
> 5	5,0	17
> 10	10,0	27
> 100	100,0	1

Puisque la majorité des milieux humides dont la superficie a été saisie sous forme de classe sont de petite superficie, cette façon de procéder évite de surestimer la superficie moyenne des milieux humides visés en considérant uniquement les milieux humides pour lesquels la superficie exacte est connue.

Annexe 12. Description des différentes catégories de mesures d'atténuation et exemples des actions les plus fréquemment entreprises par les demandeurs.

- *Amélioration milieu humide* : Amélioration de milieux humides existants non perturbés par l'homme (par exemple, amélioration de la connectivité hydrologique du milieu, aménagement d'une mare dans une tourbière pour augmenter la biodiversité).
- *Compensation indéfinie* : Cette catégorie inclut toutes les compensations qui ne sont pas détaillées et les compensations qui seront parrainées par une municipalité en étant incluses à leur plan de gestion et dont la nature exacte de la compensation n'est pas encore déterminée.
- *Compensation monétaire* : Seulement deux cas pour l'ensemble des demandes de CA; contribution monétaire à une zone d'intervention prioritaire (ZIP) pour un projet d'aménagement d'un milieu humide et compensation financière non détaillée.
- *Création milieu humide* : Création d'un milieu humide (par exemple, par l'agrandissement d'un milieu humide existant ou par la création d'un milieu humide artificiel).
- *Évitement* : Évitement des milieux humides dès la conception des projets, soit en choisissant un projet de remplacement ou un site de remplacement pour la réalisation du projet.
- *Minimisation* : Minimisation des impacts inévitables sur le milieu humide (par exemple, réalisation des travaux pendant la période de gel au sol, changement de tracés, réalisation des activités à une certaine distance du milieu humide, minimisation de l'empiètement, etc.).
- *Protection milieu humide* : Protection de milieux humides tous types confondus (étangs, marais, marécages, tourbières, etc.).
- *Protection terrestre* : Protection de milieux terrestres, le plus souvent des boisés et des bandes riveraines.
- *Restauration milieu humide* : Restauration de milieux humides dégradés (par exemple, restauration de tourbières suite à l'exploitation, retrait de remblais, ensemencement et plantation d'espèces indigènes, etc.).
- *Restauration terrestre* : Aménagement, restauration ou renaturalisation anthropique d'un milieu terrestre (par exemple, renaturalisation d'un secteur dégradé situé en bordure du milieu humide, restauration d'une zone boisée, aménagement d'un corridor faunique entre deux milieux humides, restauration d'une bande riveraine, réaménagement d'une plage, aménagement d'une zone naturelle avec plantation d'espèces indigènes).
- *Valorisation* : Mise en place de panneaux d'interprétation.

Annexe 13. Exemples des différents termes regroupés sous le titre de chaque catégorie de mesures de pérennité des compensations, présentés en ordre alphabétique.

- *Acquisition pour conservation* : Acquisition pour la conservation par la Ville de Laval.
- *Cession* (à la ville ou à un organisme de conservation) : Cession à la municipalité pour la conservation et l'aménagement (mise en valeur).
- *Compensation prévue au décret* : Compensation prévue au décret.
- *Don écologique* : Don de terrain à des fins de conservation.
- *Engagement de conservation* : Engagement de conservation, engagement du demandeur à faire l'acquisition et la conservation de terrains.
- *Inclusion au plan de gestion de la ville* : Plan de gestion de l'agglomération de Longueuil, accord global avec Blainville, compensation sur le site du PPU-8, PPU-9 et PPU-13 à Boucherville.
- *Inclusion au plan de gestion des cours d'eau de la ville* : Compensations prévues dans le Plan de gestion des cours d'eau de la Ville de Saint-Jérôme.
- *Servitude de conservation* : Servitude de conservation, servitude perpétuelle de conservation, servitude de conservation notariée, servitude réelle et perpétuelle à des fins de conservation.
- *Zonage de conservation ou modification de zonage* : Zonage conservation, modification de zonage pour conserver.