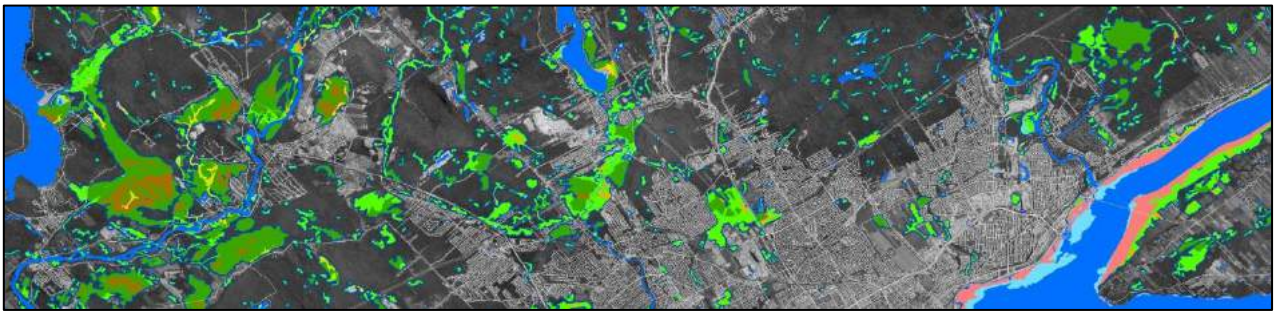
Cartographie détaillée des milieux humides du territoire de la Communauté métropolitaine de Québec (mise à jour 2013)









Rapport technique

Février 2014

Réalisé par :

Canards Illimités Canada
La conservation des milieux humides

En collaboration avec :

Communauté métropolitaine de Québec

Développement durable, Environnement, Faune et Parcs
Québec

Cartographie détaillée des milieux humides du territoire de la Communauté métropolitaine de Québec (mise à jour 2013) - Rapport technique

Citation recommandée : Beaulieu, J., P. Dulude, I. Falardeau, S. Murray et C. Villeneuve. 2014. C*artographie détaillée des milieux humides du territoire de la Communauté métropolitaine de Québec (mise à jour 2013) - Rapport technique*. Canards Illimités Canada et le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs. Québec, 54 p.

ISBN : 978-2-923725-23-9

Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Québec, 2014

Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Canada, 2014

Illustrations de la page couverture :

Aperçu des milieux humides classifiés de la cartographie détaillée, mise à jour 2013 – section entre le lac Saint-Joseph et le fleuve Saint-Laurent à la hauteur du pont de l'île d'Orléans.

Photos obliques et de terrain prise par CIC et le MDDEFP :

1) Marais des battures Saint-Augustin
2) Tourbière de Shannon
3) Marécage de la rivière Saint-Charles

PARTENARIAT

Le présent rapport présente les étapes et les résultats des travaux de mise à jour de la cartographie détaillée des milieux humides pour le territoire de la Communauté métropolitaine de Québec (CMQ). Ce travail a été effectué entre 2012 et 2013 par l'équipe de réalisation du projet global de cartographie détaillée des milieux humides à l'échelle des basses-terres du Saint-Laurent. Cette équipe est composée de Canards Illimités Canada (CIC) et du ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP). Le territoire de la CMQ a été cartographié au complet (incluant la partie Laurentienne hors des basses-terres) en lien avec un mandat confié à CIC par la CMQ et une entente de collaboration entre la CMQ, CIC et le MDDEFP pour la réalisation des travaux.

Ce projet fut possible grâce à une contribution financière de la CMQ et le partage de leurs données géomatiques. CIC et le MDDEFP ont contribué au projet en ressources humaines et en fournissant les données milieux humides pour la partie Chaudière-Appalaches de la CMQ. La carte interactive des milieux humides à l'échelle des basses-terres du Saint-Laurent sera développée prochainement par CIC.

Canards Illimités Canada
La conservation des milieux humides

Développement durable, Environnement, Faune et Parcs
Québec

Communauté métropolitaine de Québec

Le projet a aussi bénéficié d'une participation financière d'Environnement Canada - Service canadien de la faune (EC-SCF), en lien avec les activités du Plan conjoint des habitats de l'Est (PCHE) de la région du Québec et d'un don de la Fondation Alcoa.

Environnement Canada
Service canadien de la faune

Environment Canada
Canadian Wildlife Service

FONDATION ALCOA

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Note : Les noms des personnes sont inscrits en ordre alphabétique.

Photo-interprétation : Maxime Beaudoin[1], Stéphanie Murray[1] et Cédric Villeneuve[2]

Survols aériens : Maxime Beaudoin[1], Patrick Harbour[1], Stéphanie Murray[1], Sylvie Picard[1] et Cédric Villeneuve[2]

Campagnes de terrain : Maxime Beaudoin[1], Jason Beaulieu[1], Myosotis Bourgon-Desroches[2], Annabel Carrier[2], Audrey Comtois[1], Guillaume Daigle[1], Pierre Dulude[1], Stéphanie Murray[1], Simon Perrault[1] et Cédric Villeneuve[2]

Géomatique et produits cartographiques : Jason Beaulieu[1], Jean Bissonnette[2], Brian Kazmerik[1], Sylvie Picard[1] et Andrew Pratt[1]

Comité technique et de coordination : Maxime Beaudoin[1], Jason Beaulieu[1], Isabelle Falardeau[2], Stéphanie Murray[1] et Cédric Villeneuve[2]

Comité directeur du projet global : Patrick Beauchesne[2], Pierre Dulude[1], Bernard Filion[1] et Jean-Pierre Laniel[2]

Rédaction du rapport : Jason Beaulieu[1], Pierre Dulude[1], Isabelle Falardeau[2], Stéphanie Murray[1] et Cédric Villeneuve[2]

Révision linguistique : Marie Blais[1]

Nom des organisations :
1 - Canards Illimités Canada (CIC)
2 - Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP)

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier premièrement Alexandre Bélanger, Mylène D'Aoust, Bruno Labonté et Marc Rondeau de la CMQ pour leur soutien financier, le partage de données, le support administratif et la bonification des produits cartographiques dans la réalisation de ce projet.

Nous aimerions aussi remercier Pierre Aquin et Benoît Jobin d'EC-SCF pour leur appui financier pour cette phase du projet global à l'échelle des basses-terres du Saint-Laurent. Merci à Marie-Josée Alain, Carol Greco et Lucille Montambault de la Fondation Alcoa pour le don fort apprécié.

Merci enfin aux gens des MRC, Villes et municipalités de la CMQ qui ont participé aux ateliers de vérification et de bonification des données préliminaires, particulièrement Louise Babineau et Julie Deslandes de la Ville de Québec, Anne-Marie Cantin de la Ville de Lévis, Patrice Landry de la MRC de l'île-d'Orléans, Pierre-Alexandre Côté de la MRC La Côte-de-Beaupré et Jacques Landry de la MRC La Jacques-Cartier.

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION ET MISE EN CONTEXTE 8

2. TERRITOIRE D'ÉTUDE 12

3. DÉFINITION ET CLASSIFICATION DES MILIEUX HUMIDES 14

3.1. Définition d'un milieu humide 14

3.2. Système de classification utilisé pour les milieux humides 14

4. MÉTHODOLOGIE D`INVENTAIRE PAR PHOTO-INTERPRÉTATION 18

4.1. Éléments de base à la photo-interprétation 18

4.2. Préparation des données aux fins de photo-interprétation 19

4.3. Familiarisation avec le territoire d'étude 19

4.4. Reconnaissance aérienne du territoire 20

4.5. Photo-interprétation initiale 22

4.6. Validation sur le terrain 23

4.7. Révision de la photo-interprétation 24

4.8. Identification des pressions anthropiques 25

4.9. Création de la couche des complexes de milieux humides 27

4.10. Compilation des données finales 28

5. RÉSULTATS DE L'INVENTAIRE 29

5.1. Milieux humides à l'échelle de la CMQ 29

5.2. Milieux humides à l'échelle de l'Agglomération de Québec 31

5.3. Milieux humides à l'échelle de la Ville de Lévis 32

5.4. Milieux humides à l'échelle de la MRC de la Jacques-Cartier 33

5.5. Milieux humides à l'échelle de la MRC de la Côte-de-Beaupré 34

5.6. Milieux humides à l'échelle de la MRC de L'Île-d'Orléans 35

5.7. Statistiques sur les milieux humides par municipalités 36

5.8. Statistiques à l'échelle des complexes de milieux humides 37

5.9. Statistiques sur les pressions anthropiques observées 38

6. OUTILS DE LA CARTOGRAPHIE DÉTAILLÉE 41
6.1. Carte interactive 41
6.2. Atlas cartographique 42
6.3. Application géomatique ArcMap 43
6.4. DVD des données 44
7. LIMITATIONS DES DONNÉES 44
8. UTILITÉ ET BÉNÉFICES DE LA CARTOGRAPHIE DÉTAILLÉE DES MILIEUX HUMIDES 45
9. CONCLUSION 47
10. BIBLIOGRAPHIE ET RÉFÉRENCES 48

ANNEXE 1. Sources de données consultées pendant les travaux de photo-interprétation 50
ANNEXE 2. Liste des champs et description des codes de la fiche de terrain 51
ANNEXE 3. Liste des attributs de la base de données des milieux humides 53
ANNEXE 4. Exemples de photos obliques et de terrain des milieux humides sur le territoire de la CMQ. 54

1. INTRODUCTION ET MISE EN CONTEXTE

La méconnaissance de l'étendue réelle et des types de milieux humides (marais, marécage, tourbière, etc.) est au cœur des contraintes liées à leur conservation et à leur gestion durable. Au cours des dernières années, de plus en plus de gestionnaires du territoire, tant à l'échelle locale et régionale que nationale, ont exprimé le besoin de se doter d'un outil cartographique complet, à jour et le plus précis possible de manière à leur permettre de prendre des décisions les plus éclairées possible en matière de protection des milieux humides.

À cet égard, Canards Illimités Canada (CIC) a réalisé depuis 2003, en collaboration avec le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP), le ministère des Ressources naturelles (anciennement MRNF), le ministère des Affaires municipales, Régions et Occupation du Territoire (MAMROT), le Service canadien de la faune (Environnement Canada), et Pêches et Océans Canada (MPO), les *Plans régionaux de conservation des milieux humides du Québec*. Ces plans offrent un premier portrait des milieux humides par région administrative en utilisant plusieurs sources de données disponibles. Ils représentent une base unique de connaissances et d'information sur les milieux humides et décrivent leur situation à une échelle régionale afin d'offrir un appui aux intervenants du territoire.

À la suite de la diffusion de ces plans, certains intervenants régionaux et locaux œuvrant dans des régions où le développement est intensif, comme la région administrative de la Mauricie, ont manifesté un besoin de disposer de données plus précises et à jour concernant les milieux humides. Après la réalisation de plusieurs projets ponctuels d'inventaire et de cartographie des milieux humides depuis 2003, une entente officielle de collaboration entre le MDDEFP et CIC a été signée en 2009 en vue de réaliser une cartographie détaillée des milieux humides pour l'ensemble des basses-terres du Saint-Laurent et de la plaine du lac Saint-Jean, selon la disponibilité de financement (voir figure 1 du territoire d'étude visé).

En 2005, CIC avait effectué un projet-pilote de cartographie des milieux humides pour le territoire de la CMQ en utilisant des images QuickBird à haute résolution et d'autres sources d'images et photos aériennes pour identifier et classifier les milieux humides de plus de 0,3 hectare (Kirby et al., 2006). Cette cartographie avait permis d'identifier principalement les milieux humides les plus évidents et visibles sur les photos aériennes à deux dimensions, car la photo-interprétation pour ce projet n'avait pas été effectuée avec des photos aériennes numériques en mode stéréoscopique (3-D). Le résultat avait quand même permis de fournir aux intervenants une donnée précise et à jour sur les milieux humides non boisés. Ce projet nommé «La conservation intégrée des milieux humides de la Communauté métropolitaine de Québec », a été réalisé en partenariat avec la CMQ, la Ville de Québec et le MDDEFP. CIC avait reçu une subvention du Fonds d'action québécois pour le développement durable (FAQDD) pour soutenir la réalisation des travaux. Ce projet avait permis de développer une première méthode de cartographie des milieux humides pour les secteurs habités du sud du Québec.

Dans ce contexte, CIC et le MDDEFP ont continué à développer la méthodologie de cartographie détaillée des milieux humides du territoire de la Communauté métropolitaine de Montréal (CMM) (Beaulieu et al., 2010). Ils ont par la suite entrepris, en 2011-2013, la cartographie détaillée des milieux humides pour les régions administratives du Centre-du-Québec, de Chaudière-Appalaches

et de la Montérégie (hors CMM) pour les parties qui se trouvent majoritairement à l'intérieur des basses-terres du Saint-Laurent (phases 1 à 4 du projet global).

En 2012, la CMQ a mandaté CIC pour réaliser une mise à jour complète des données sur les milieux humides à l'échelle de la CMQ, territoire qui va au-delà des basses-terres du Saint-Laurent. Néanmoins, ce mandat permettait à CIC d'acquérir une partie des données pour la phase 5 de réalisation du projet global. Ainsi, l'ensemble du territoire municipalisé et le territoire non organisé (TNO) de Sault-au-Cochon de la CMQ a été couvert afin de répondre aux besoins de la CMQ qui demandait à obtenir une information plus à jour et plus précise que celle générée en 2005. Le présent rapport technique traite donc spécifiquement de ce territoire.

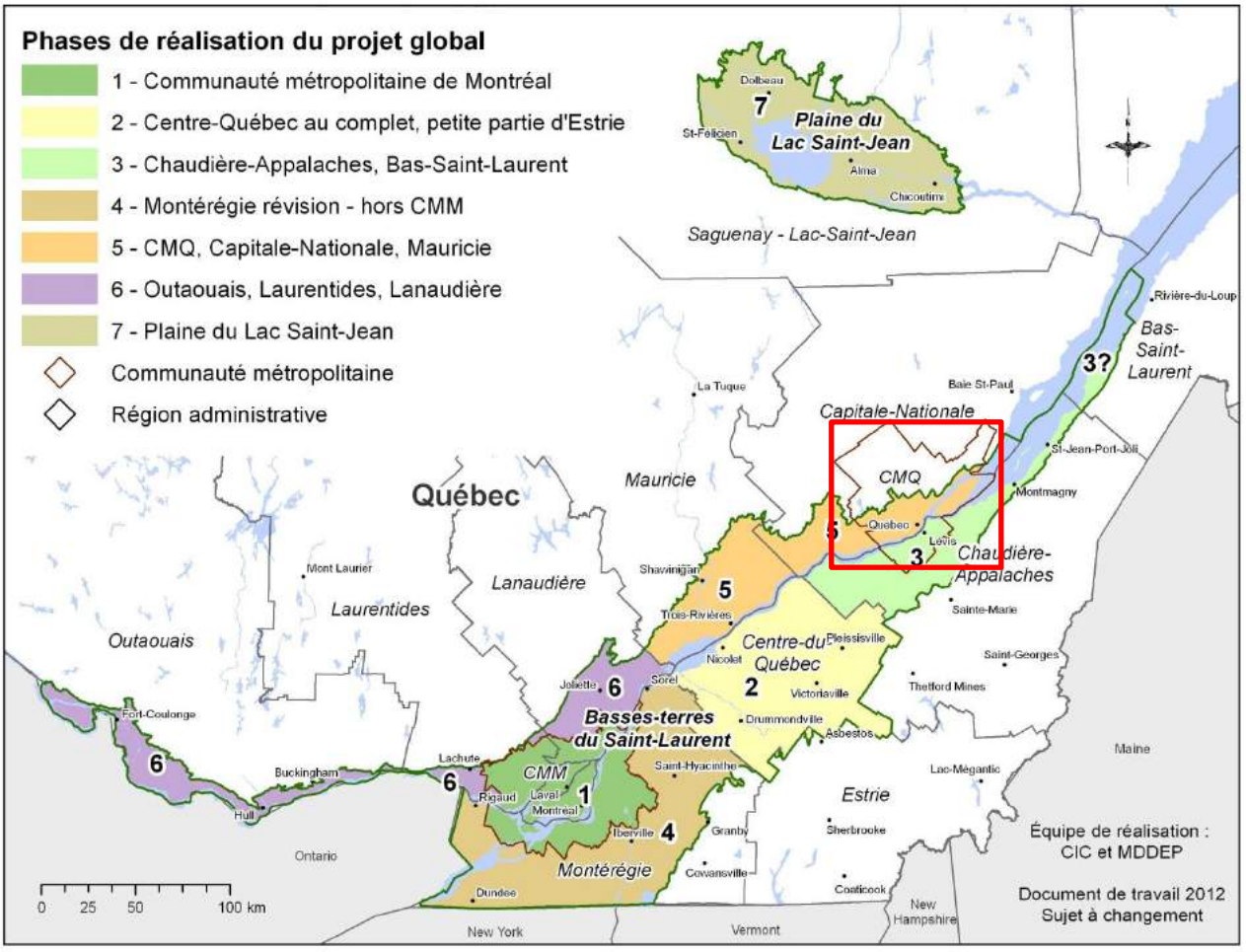


Figure 1. Territoire visé par le projet global de cartographie détaillée des milieux humides des basses-terres du Saint-Laurent et de la plaine du lac Saint-Jean (secteur CMQ encadré en rouge).

La partie inventaire du projet consiste principalement à effectuer, par photo-interprétation, la délimitation et l'identification du type de milieux humides. Ces travaux sont effectués à l'aide des modèles stéréoscopiques (technologie permettant la perception du relief) les plus récents. La cartographie détaillée des milieux humides est par la suite validée par des survols aériens et par des visites de terrain selon un échantillonnage préétabli. La base de données finale inclut tous les

milieux humides de 0,5 ha et plus (0,3 ha en zone urbanisée) avec un bon niveau de confiance. La typologie s'appuie sur les méthodes contenues dans la Fiche d'identification et de délimitation des écosystèmes aquatiques, humides et riverains du MDDEFP.

La cartographie détaillée constitue non seulement un inventaire des milieux humides, mais également une série d'outils géomatiques et de produits cartographiques permettant de mieux comprendre la distribution et la situation des milieux humides sur le territoire. Des activités de communication, de sensibilisation et d'accompagnement du monde municipal sont prévues suite au lancement des outils de la cartographie détaillée des milieux humides. Nous espérons que ces nouveaux outils de connaissance permettront une réelle prise en compte des milieux humides dans l'aménagement du territoire, selon les principes du développement durable.

En résumé, les objectifs du projet global sont les suivants:

- effectuer un inventaire et une cartographie détaillée des milieux humides (0,5 ha et +) par photo-interprétation à l'aide des modèles stéréoscopiques numériques les plus récents disponibles (CMQ 2011) pour les basses-terres du Saint-Laurent. Le seuil minimum des milieux humides pour le territoire de la CMQ est de 0,3 ha grâce aux photos aériennes à très haute résolution (résolution de pixel : 30 cm) ;

- valider la photo-interprétation des milieux humides à l'aide de survols aériens et par un échantillon représentatif de visites sur le terrain afin d'assurer un bon niveau de précision et de fiabilité des données, ainsi que pour noter les pressions anthropiques observées dans les milieux humides ;

- créer et mettre à jour plusieurs outils à l'usage des intervenants régionaux (base de données, produits cartographiques, outils géomatiques) ;

- sensibiliser les intervenants régionaux à l'importance des milieux humides par la diffusion des outils développés, ainsi que par l'organisation de diverses rencontres à cet égard. Les Villes et MRC, responsables de la gestion des milieux humides de leur territoire, et les divers organismes régionaux œuvrant déjà dans le domaine, par exemple les organismes de bassin versant (OBV), les Conseils régionaux de l'environnement (CRE) ou encore les commissions régionales sur les ressources naturelles et le territoire (CRRNT), seront les acteurs ciblés prioritairement.

La cartographie détaillée des milieux humides du territoire d'étude s'inscrit dans une démarche globale de conservation des milieux humides à diverses échelles d'intervention.

Sur le plan national, elle constitue un cadre solide d'analyse pour les partenaires du Plan conjoint des habitats de l'Est (PCHE) afin de mieux planifier les actions concrètes de conservation (acquisition des aires protégées, restauration, etc.), de sorte que le succès des interventions en matière de conservation des milieux humides sera mieux assuré. De plus, elle constituera un outil d'information supplémentaire pour le MDDEFP lors de l'analyse des demandes de certificat d'autorisation et dans l'application de la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables.

Sur le plan régional, comme elle est aussi conçue à l'échelle des bassins versants, cette cartographie détaillée soutiendra considérablement les organismes de bassin versant (OBV) dans la réalisation des Plans directeurs de l'eau (PDE) ou encore la table de concertation régionale (TCR) dans la réalisation du Plan de gestion intégrée régional (PGIR) du Saint-Laurent. Elle servira également dans l'élaboration des Plans régionaux de développement intégré des ressources et du territoire (PRDIRT) des Commissions régionales sur les ressources naturelles et le territoire (CRRNT) et dans les plans d'urbanisme des Villes et les schémas d'aménagement et de développement (SAD) des MRC.

Enfin, à l'échelle locale, elle sera un important soutien pour les municipalités dans l'élaboration de leurs règlements municipaux en fournissant une première localisation des milieux humides sur leur territoire. Cette information pourrait être raffinée avec des travaux de caractérisation plus fine sur le terrain pour des secteurs d'intérêt. Les propriétaires privés bénéficieront aussi de cette cartographie en étant mieux informés quant à la présence potentielle de milieux humides sur leurs terres.

Essentiellement, cette démarche vise à fournir les outils permettant de travailler en amont des conflits d'usage qui existent entre le développement et la conservation, et vise à s'assurer l'efficience des diverses interventions en matière de conservation.

2. TERRITOIRE D'ÉTUDE

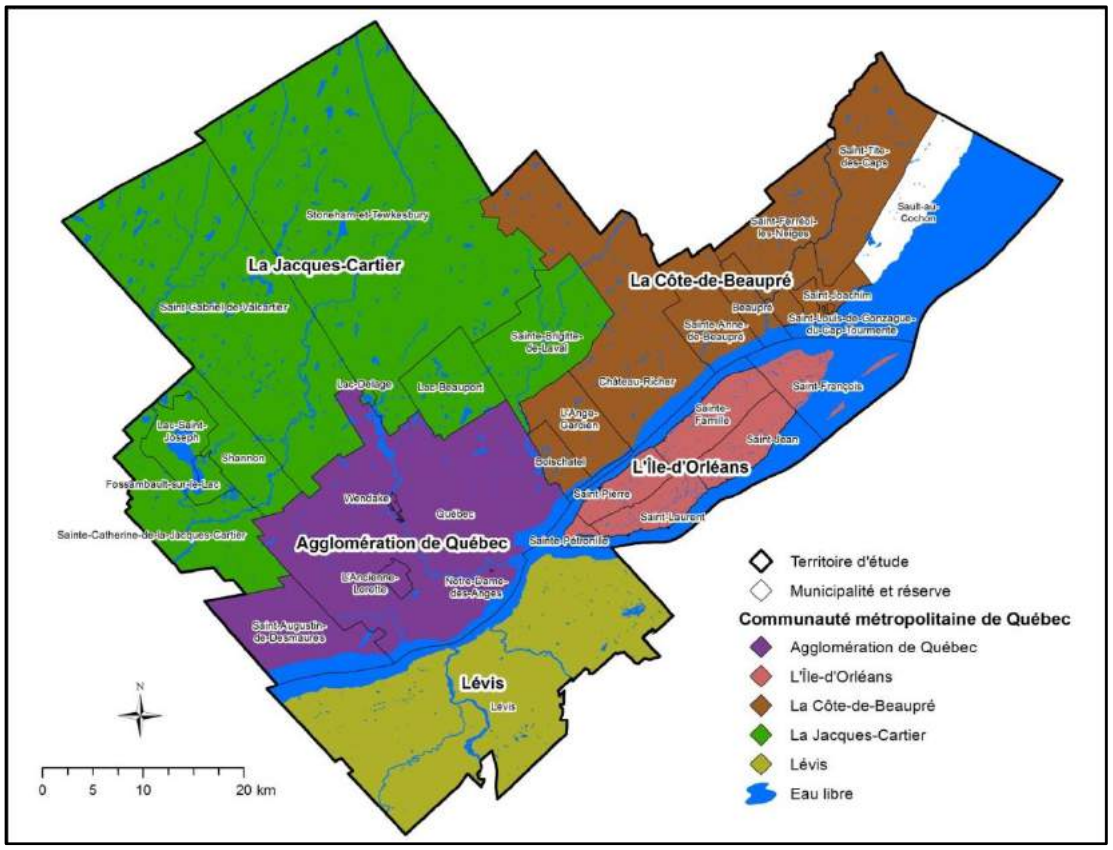
Les basses-terres du Saint-Laurent ont subi une importante dégradation de leurs milieux humides sous la pression du développement. Elles ont donc été identifiées parmi les territoires prioritaires pour la réalisation de la cartographie détaillée. En effet, près de 45 % des milieux humides auraient été perdus à ce jour et 65 % des milieux restants seraient perturbés de façon plus ou moins importante par des activités humaines (Joly et al., 2008).

Les basses-terres du Saint-Laurent représentent un secteur prioritaire à l'échelle continentale pour la sauvagine de L'initiative de conservation des oiseaux de l'Amérique du Nord (ICOAN) et pour la conservation des milieux humides identifiés par les partenaires du Plan conjoint des habitats de l'Est (PCHE), dont CIC, le MDDEFP et Environnement Canada sont membres. Ce territoire fait partie de la région de conservation des oiseaux de la plaine du Saint-Laurent (RCO 13), laquelle possède une grande diversité biologique et abrite de nombreuses espèces en déclin ou en péril. Il devient alors très important de développer une meilleure connaissance des habitats qui se trouvent sur ce territoire.

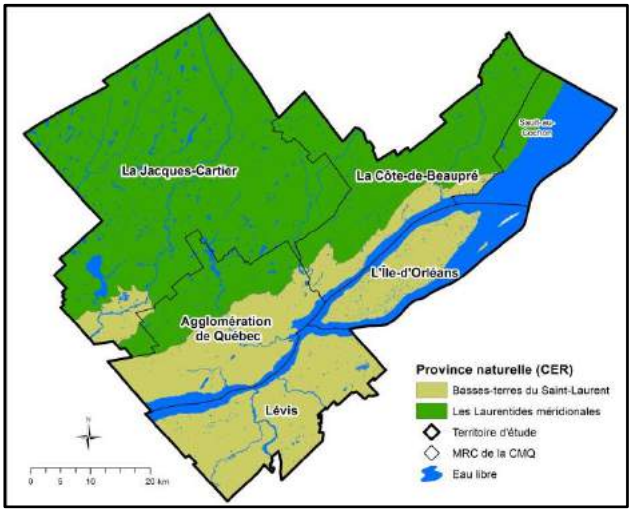
Par ailleurs, le territoire de la CMQ possède plusieurs milieux humides d'intérêt sur le plan de la biodiversité (ex. Réserve nationale de faune de Cap Tourmente, battures de Saint-Augustin, Marais du Nord, réserves écologiques des tourbières de Shannon et de la Grande plée Bleue). Cependant, il existe des pressions sur le milieu naturel, entre autres l'expansion des activités agricoles intensives, le développement résidentiel périphérique, l'exploitation des tourbières, ainsi que les activités forestières et industrielles, souvent dans les marécages et les tourbières (Canards Illimités Canada, 2008).

Le territoire d'étude inclut les limites administratives de la CMQ ainsi que le TNO de Sault-au-Cochon dans la MRC de la Côte-de-Beaupré (figure 2). Ce territoire a été retenu car la cartographie des milieux humides effectuée en 2005 y était disponible et ce territoire est complétement couvert par les photo aériennes numériques disponibles pour les travaux de photo-interprétation. La superficie du territoire de la CMQ est de 3 663 km^2 et le territoire d'étude au complet est de 3 920 km^2.

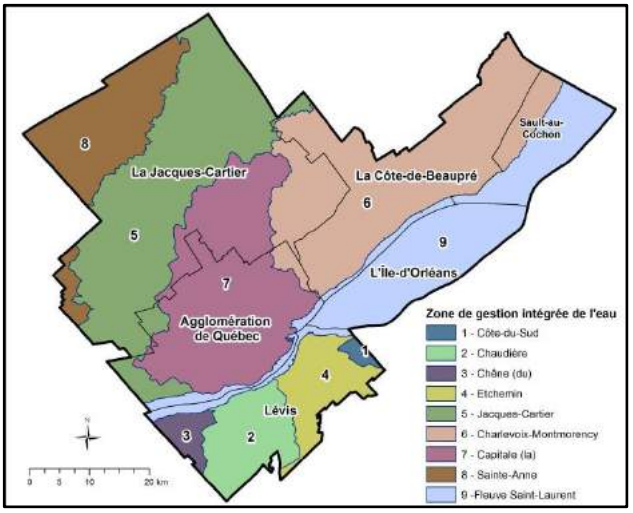
Le territoire d'étude touche 5 MRC / Villes, 31 municipalités, 1 réserve autochtone, 1 TNO, 2 provinces naturelles du cadre écologique de référence (MDDEFP, 1999) et 9 zones de gestion intégrée de l'eau (ZGIE) – ou bassins versants (figure 2).



a) Limites administratives



b) Provinces naturelles (écorégions)



c) Bassins versants ou ZGIE

Figure 2. Cartes du territoire d'étude selon les limites administratives (a), les provinces naturelles (b) et les bassins versants (c).

3. DÉFINITION ET CLASSIFICATION DES MILIEUX HUMIDES

3.1. Définition d'un milieu humide

L'expression « milieu humide » couvre un large spectre d'écosystèmes tels que les étangs, les marais, les marécages et les tourbières. Plus spécifiquement, la définition adoptée par le MDDEFP s'appuie sur trois éléments clés évoqués par Tiner (1999), soit : 1) l'hydrologie, par le degré d'inondation ou de saturation du substrat, 2) la végétation, par la présence d'hydrophytes, et 3) les sols, par leur nature et leur développement. La définition de milieu humide s'énonce ainsi : les milieux humides regroupent les écosystèmes au sol saturé d'eau ou inondé pendant une période suffisamment longue pour influencer la nature du sol et la composition de la végétation. Les sols sont minéraux ou organiques et présentent des indices de mauvaises conditions de drainage. La végétation se compose essentiellement d'espèces ayant une préférence ou tolérant une inondation périodique ou permanente. Les eaux peu profondes, les marais, les marécages et les tourbières sont des milieux humides (adapté de Couillard et Grondin 1986, Groupe de travail national sur les terres humides (GTNTH) 1988, Groupe de travail national sur les terres humides 1997, Service canadien de la Faune (SCF) 2003, ministère des Ressources naturelles et de la Faune 1998 et Inventaire canadien des terres humides (ICTH) 2010).

Il est important de souligner que les milieux humides sont des écosystèmes dynamiques, par conséquent, ils sont parfois difficiles à identifier. Ils évoluent dans le temps et peuvent varier en superficie, en degré d'humidité et en composition végétale selon des facteurs externes, tels que les saisons, le climat et les conditions météorologiques, de même que selon des facteurs propres au milieu, comme la source d'alimentation en eau (précipitations, eaux de surface ou eaux souterraines), les activités du castor et les activités humaines qui se développent à proximité (foresterie, agriculture, développement urbain et industriel, etc.).

3.2. Système de classification utilisé pour les milieux humides

Le système de classification des milieux humides utilisé pour l'inventaire des milieux humides est basé sur les cinq grandes classes du *Système de classification des terres humides du Canada* (GTNTH 1997). Les classes de ce système sont : *les eaux peu profondes*, les *marais*, les *marécages*, les *tourbières ombrotrophes (bogs)* et les *tourbières minérotrophes (fens)*. Les sous-classes *prairie humide* et *tourbière boisée*[1] ont été ajoutées aux classes *marais* et *tourbières*, car elles étaient suffisamment distinctes pour être identifiables par photo-interprétation. Cette version modifiée de la classification des milieux humides répond aux objectifs suivants :

- permettre de détecter et de distinguer les différentes classes et sous-classes de milieux humides par photo-interprétation et parmi l'ensemble des données existantes;

[1] Pour les autres sections du rapport, le terme « classe » englobe également les sous-classes de milieux humides.

- être facile à comprendre et permettre de distinguer aisément les différentes classes et sous-classes de milieux humides sur le terrain, et ce, même pour les personnes qui ne possèdent pas de connaissances approfondies en matière d'identification des milieux humides;
- être conforme à la fiche d'identification et délimitation des écosystèmes aquatiques humides et riverains (MDDEFP 2006);
- être compatible aux normes établies dans le système de classification des milieux humides élaboré par le comité technique de l'Inventaire canadien des terres humides (ICTH, 2010).

Eau peu profonde – Milieu humide dont le niveau d'eau en étiage est inférieur à deux mètres et comprenant les étangs isolés, de même que la bordure des zones fluviales, riveraines et lacustres. Ces zones font la transition entre les milieux humides normalement saturés d'eau de manière saisonnière et les zones d'eau plus profonde. Il y a présence de plantes aquatiques flottantes ou submergées, ainsi que des plantes émergentes dont le couvert[5] fait moins de 25 % de la superficie du milieu.



Marais – Milieu humide généralement rattaché aux zones fluviales, riveraines et lacustres, dominé par une végétation herbacée (émergente, graminoïde) couvrant[2] plus de 25 % de sa superficie. Les arbustes et les arbres, lorsque présents, couvrent moins de 25 % de la superficie du milieu. La végétation s'organise principalement en fonction du gradient de profondeur de l'eau et de la fréquence des rabattements du niveau d'eau et de la nappe phréatique. Le niveau d'eau variant selon les marées, les inondations et l'évapotranspiration, fait en sorte que le marais, ou une partie de celui-ci, est inondé de façon permanente, semi-permanente ou temporaire. Généralement sur un sol minéral, organique (tourbe limnique) ou une mixture organo-minérale.



Prairie humide (sous-classe de marais) – Marais exondé la majeure partie de la saison de croissance et se distinguant par la dominance d'une végétation de type graminoïde, se développant en colonies denses ou continues. Une végétation arbustive et arborescente peut être présente (transition vers un marécage).



[2] Le couvert est la proportion de la surface du milieu humide occupé par la projection au sol du feuillage de l'ensemble des strates de végétation.

Marécage – Milieu humide souvent riverain, qui est inondé de manière saisonnière, lors des crues, ou caractérisé par une nappe phréatique élevée. On trouve également des marécages isolés qui sont humides de par leur situation topographique, ou alimentés par des résurgences de la nappe phréatique. Ces milieux sont dominés par une végétation ligneuse, arbustive et arborescente, dont le couvert[3] est supérieur à 25 % de la superficie totale. Le sol minéral présente un mauvais drainage, ainsi que des signes caractéristiques d'oxydation (mouchetures).



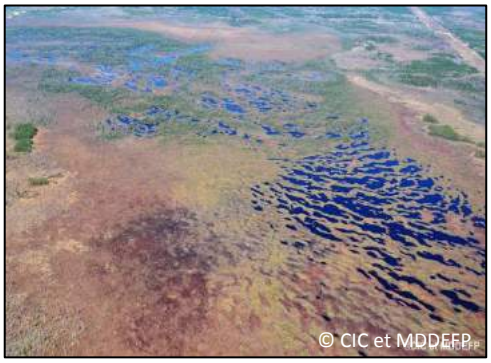


Échantillon de gleysol avec mouchetures.

Tourbière – Milieu humide où la production de matière organique (peu importe la composition des restes végétaux) a prévalu sur sa décomposition. Il en résulte une accumulation naturelle de tourbe qui constitue un sol organique[4]. La tourbière possède un sol mal drainé et la nappe phréatique est au même niveau ou près de la surface du sol. On reconnaît deux grands types de tourbières, ombrotrophe (bog) et minérotrophe (fen), selon leur source d'alimentation en eau. Les sols sont constitués essentiellement de matière organique plus ou moins décomposée atteignant au moins 30 cm d'épaisseur.

Tourbière ombrotrophe (bog) – Milieu humide ouvert[5] alimenté principalement par les précipitations, qui est faible en éléments nutritifs et plutôt acide. Le bog est dominé par des sphaignes et des éricacées. Certains bogs comportent des mares.





[3] Le couvert est la proportion de la surface du milieu humide occupé par la projection au sol du feuillage de l'ensemble des strates de végétation.
[4] Comme défini dans le *Système canadien de classification des sols* (Agriculture et Agroalimentaire Canada, 1998).
[5] Dont le couvert de la végétation arborescente de plus de 4 m fait moins de 25 % de la superficie totale.

Tourbière minérotrophe (fen) – Milieu humide généralement ouvert[5] alimenté par les eaux de précipitations et par les eaux d'écoulement (de surface et souterraines). Par conséquent, il est généralement plus riche en éléments nutritifs et moins acide qu'un bog. Les fens se retrouvent souvent dans le bas des pentes et dans les dépressions, longeant les cours d'eau, où il y a une bonne circulation d'eau et de nutriments. La végétation d'un fen varie selon l'humidité du sol et les nutriments qui y sont apportés. Cette dernière est plutôt diversifiée et généralement dominée par un couvert herbacé, notamment de cypéracées, ainsi que de bryophytes, d'arbustes et d'arbres.



Tourbière boisée (sous-classe de tourbière) – Tourbière se distinguant par une végétation arborescente (hauteur supérieure à 4 m) dont le couvert[6] couvre plus de 25 % de la superficie totale. Les tourbières boisées se trouvent souvent en périphérie des bogs ou des fens, ou correspondent à un stade particulier du développement de ces écosystèmes. Les arbres qui les occupent sont généralement adaptés aux mauvaises conditions de drainage et aux sols pauvres.







Échantillon de matière organique.

[6] Le couvert est la proportion de la surface du milieu humide occupé par la projection au sol du feuillage de l'ensemble des strates de végétation.

4. MÉTHODOLOGIE D`INVENTAIRE PAR PHOTO-INTERPRÉTATION

4.1. Éléments de base à la photo-interprétation

L'inventaire des milieux humides est basé principalement sur la photo-interprétation de photographies aériennes numériques. Afin d'obtenir des données à jour, les photo-interprètes ont utilisé les photographies aériennes les plus récentes alors disponibles, soit celles de 2011 et 2008. La photo-interprétation est assistée par ordinateur en mode photogrammétrique trois dimensions (3D). La délimitation et la classification des milieux humides sont réalisées grâce à l'utilisation conjointe des logiciels *DAT/EM Summit Evolution* et *ArcGIS* d'*ESRI.* Le logiciel *Summit Evolution* est un outil de visualisation du territoire en 3D, qui permet, d'une part, de délimiter de manière précise les milieux humides observés et, d'autre part, de déterminer le type de milieu humide selon les caractéristiques observées. Le logiciel *ArcGIS,* pour sa part, est un système d'information géographique (SIG) qui permet d'effectuer une saisie de donnée et de compiler l'information relative à chaque milieu humide identifié par photo-interprétation dans une base de données à référence spatiale. Plus spécifiquement, l'information sur la localisation et la délimitation des milieux humides est représentée sous forme d'un polygone, tandis que l'ensemble des autres caractéristiques documentées est inscrit dans une table d'attributs associée aux polygones.

De manière générale, cinq éléments guident les photo-interprètes dans la délimitation et la classification des milieux humides : la végétation arborescente, la topographie, les dépôts de surface, le drainage ainsi que la présence d'eau en surface. Somme toute, c'est la combinaison de ces éléments qui permet de bien délimiter et classifier les milieux humides par photo-interprétation. Cette étape se fait de manière systématique sur le territoire d'étude et l'aire minimale de numérisation des milieux humides est de 0,3 ha. Pour ce faire, l'interface de visualisation du territoire des photo-interprètes est munie d'une cible représentant une aire de 0,1, 0,3 et 0,5 ha, ce qui leur permet d'évaluer rapidement la superficie approximative des éléments visionnés. Cette superficie de 0,3 ha permet d'obtenir une précision et un niveau de détail adapté à la réalité des milieux fortement urbanisés, pour lesquels un bon nombre de milieux humides présents sont davantage fragmentés, donc de superficie relativement petite. Les milieux humides dont la superficie est inférieure à l'aire minimale ne sont donc pas inclus dans la base de données, à moins qu'ils ne soient associés à un complexe de milieux humides de 0,3 ha et plus.

Fait important à souligner, dans certaines régions du Québec, il est fréquent d'observer sur le territoire, une succession de petits monticules et de dépressions humides. Ces dernières constituent souvent une série de petits marécages qui forment une mosaïque à l'échelle où le territoire est analysé. Afin de tenir compte de l'importance de ces micro-habitats, il est convenu qu'un groupement de marécages distants de moins de 30 mètres et dont la superficie humide est supérieure à 50 % de l'ensemble est considéré comme un seul et même marécage.

4.2. Préparation des données aux fins de photo-interprétation

Avant de procéder à l'étape de photo-interprétation, un SIG a été structuré afin de l'adapter aux besoins du photo-interprète. Ce SIG rassemblait donc l'ensemble des couches d'information ou bases de données géographiques soutenant son travail tel que les données existantes sur les milieux humides, l'hydrographie, les données de référence de la CMQ, la base de données topographiques du Québec (BDTQ), les cartes écoforestières du troisième et quatrième inventaire décennal du ministère des Ressources naturelles (MRN) et la couverture pédologique de l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA).

Les photos aériennes de base utilisées pour ce projet incluaient les modèles photogrammétriques 3D de l'été 2011 fournies par la CMQ (infrarouge, résolution de pixel 30 centimètres, avec couvert forestier). D'autres photos aériennes pour le territoire de Lévis du printemps 2008 (échelle 1 : 15 000, couleur, sans couvert forestier) ont aussi été consultées. Ces deux types de photographies aériennes, c'est-à-dire les unes prises au printemps et les autres prises à l'été sont complémentaires : les premières permettent de mieux distinguer la topographie et dans certain cas, l'eau au sol, tandis que les secondes, permettent une meilleure identification des essences arborescentes et arbustives propres aux milieux humides ainsi qu'une observation plus facile de la végétation submergée et émergente. Il est important de noter que les photos aériennes de printemps existaient seulement pour le territoire de Lévis. Au besoin, certaines photographies aériennes plus anciennes et autres images satellitaires à haute résolution ont pu être également consultées.

Une couche d'information des milieux humides potentiels dérivée de différentes sources de données existantes sur les milieux humides a aussi été incluse dans l'ensemble des données consultées. Plus précisément, il s'agit d'une couche de repérage préliminaire qui combine la meilleure information cartographique disponible sur les milieux humides provenant de plusieurs sources, de diverses échelles et de différentes dates. Cette couche de repérage a servi à attirer l'attention des photo-interprètes sur des secteurs où la présence de milieux humides était la plus probable. Elle a aussi été utilisée pour établir le parcours emprunté lors des survols aériens nécessaires à la validation des résultats issus de la photo-interprétation.

4.3. Familiarisation avec le territoire d'étude

Avant de procéder à la photo-interprétation de l'ensemble du territoire d'étude, une reconnaissance sur le terrain a été réalisée afin de s'assurer que l'interprétation représente le plus fidèlement possible la réalité observée sur le territoire. Cette reconnaissance permet également d'assurer une certaine homogénéité dans l'interprétation des données par les photo-interprètes (trois technologues forestiers avec une connaissance approfondie des milieux humides ont effectué le travail de photo-interprétation). Pour ce faire, une série de tests de photo-interprétation ont été effectués pour délimiter et classifier un nombre représentatif des différents types de milieux humides, sur approximativement 5 % du territoire. Ensuite, une validation sur le terrain a été réalisée à l'automne 2012 et l'été 2013 sur ces mêmes sites afin de confirmer la justesse de l'interprétation. Les données milieux humides de la cartographie CMQ 2005 furent

également consultées afin qu'elles soient prises en compte dans les travaux de mises à jour de 2012-13. Cette étape de familiarisation et de vérification des données existantes aura permis aux photo-interprètes d'intégrer ces nouvelles informations et de procéder aux corrections nécessaires afin d'ajuster leurs techniques aux caractéristiques du territoire analysé.

4.4. Reconnaissance aérienne du territoire

Une reconnaissance aérienne du territoire a été réalisée pour une partie de la CMQ au printemps, à l'été et à l'automne 2013 afin de documenter davantage les milieux humides présents sur le territoire. Lors des survols aériens, le plus grand nombre possible de milieux humides ont été photographiés en vue oblique. Ces photographies sont une source d'information importante pour les photo-interprètes, surtout afin de préciser la délimitation et valider la classe des milieux humides inventoriés. De plus, ces photographies permettent de mieux connaître les activités humaines pouvant influencer l'état des milieux humides sur le territoire d'étude. Les photos obliques prises pendant les projets précédents (CMQ 2005, Lotbinière 2008, Chaudière-Appalaches 2012) et qui touchent le territoire d'étude ont été consultées de nouveau pour cette mise à jour, car les informations fournies sont toujours pertinentes.

Trois personnes, autres que le pilote, ont participé au survol : deux personnes pour la prise de photos et une troisième pour guider le pilote et pour noter les différentes observations. Un ordinateur mobile et un iPad avec GPS ont été utilisés pour faciliter la navigation ainsi que pour saisir les coordonnées géographiques de la trajectoire de vol et, par le fait même, celles des photographies obliques. Au total, 1 246 km ont été parcourus à l'échelle de la CMQ pendant 8 survols entre 2005 et 2013 à une altitude moyenne d'environ 350 mètres et 803 photos obliques ont été prises principalement avec un appareil photo numérique Nikon D70 (18-70 mm). La figure 3 illustre la trajectoire des survols aériens et la localisation des photos obliques.

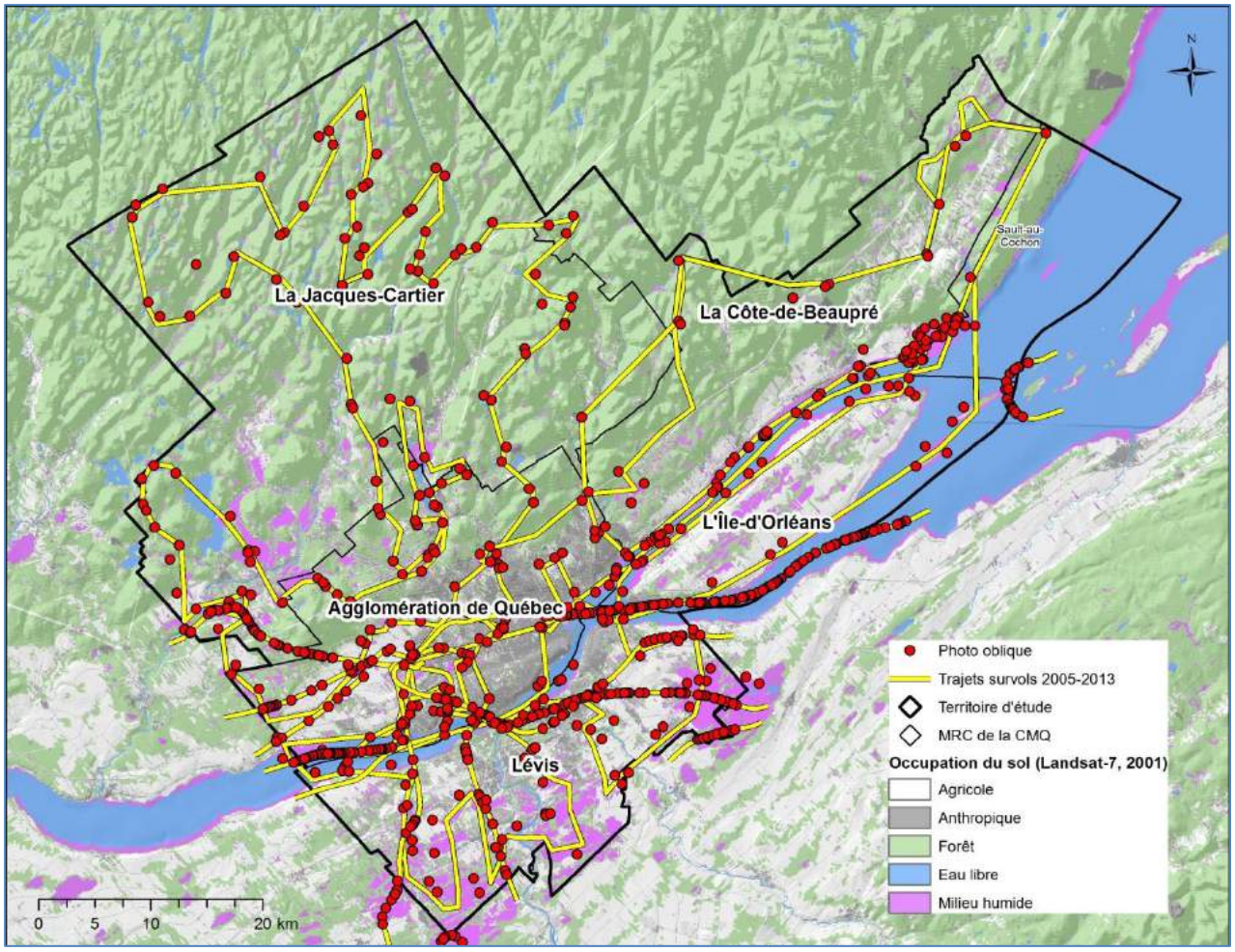


Figure 3. Trajectoires des survols aériens et points de localisation des photos obliques.

Un fichier de points à références spatiales a été produit à partir des coordonnées géographiques de toutes les photographies prises lors du survol, afin de faciliter leur consultation dans un SIG. Le logiciel *RoboGeo* a été utilisé pour synchroniser les coordonnées géographiques saisies avec l'appareil Sony GPS-CS1 selon la date et l'heure précise de la prise des photos. Le même traitement a été réalisé pour les photographies prises lors des travaux de validation sur le terrain (section 3.6). Le résultat se traduit par une couche de données en format de points indiquant la localisation de chacune des photographies de terrain et de survol. Un hyperlien dans les attributs de la base de données permet à l'utilisateur de consulter les photos géolocalisées dans le logiciel *ArcGIS* en cliquant sur le point.

4.5. Photo-interprétation initiale

Une fois que les étapes de préparation des données et de reconnaissance du territoire ont été complétées, un premier exercice exhaustif de photo-interprétation a été réalisé sur l'ensemble du territoire d'étude. C'est lors de ce premier balayage systématique que l'on a procédé à la délimitation et la classification des milieux humides. Les données de la cartographie des milieux humides 2003 ont servi comme point de départ pour guider les travaux de photo-interprétation.

Une modification récente apportée à la démarche de cartographie détaillée est d'identifier les secteurs avec des tourbières à mares. Les classes de milieux humides pour ces secteurs sont toujours des tourbières de type bog, fen ou boisée, mais la délimitation tient compte des secteurs avec une importante concentration de mares comme indiqué dans le champ NOTES de la base de données (voir l'exemple figure 4).

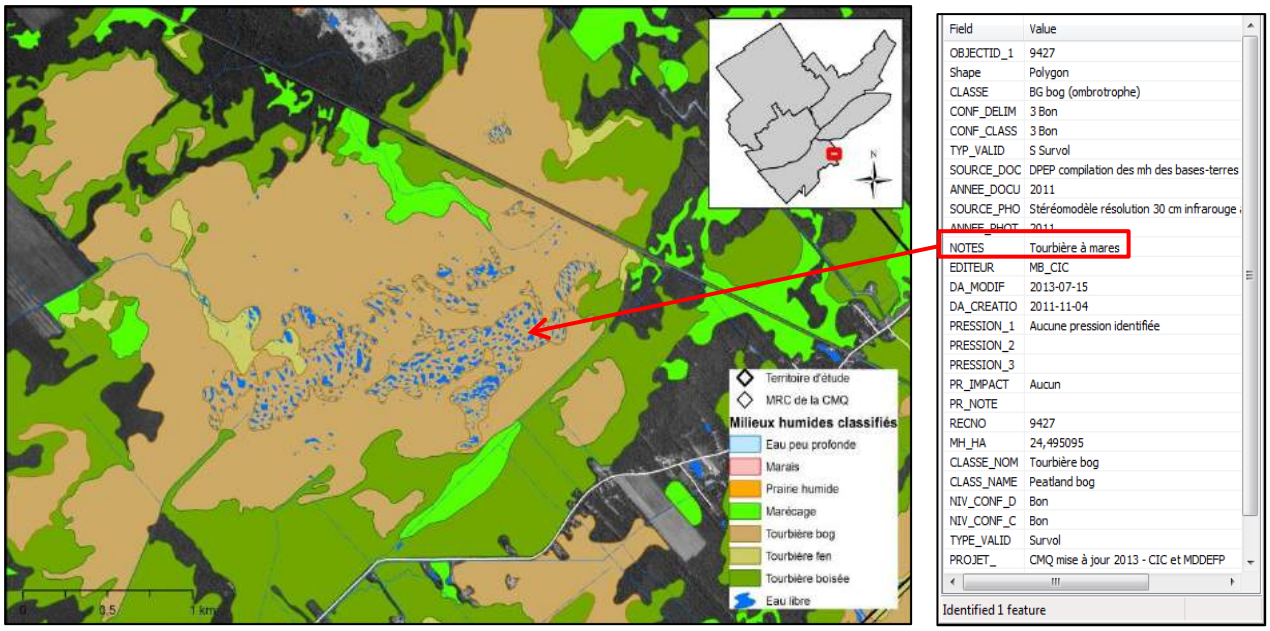


Figure 4. Exemple de la numérisation et les attributs de la base de données des milieux humides pour un secteur de tourbières à mares.

En plus de ces informations, les photo-interprètes attribuent un niveau de confiance quant à la délimitation et à la classification du milieu humide qu'ils viennent d'identifier et ils indiquent également la source de la donnée consultée qui s'est avérée la plus utile pour l'identification. Ils décrivent également la source principale des photographies aériennes utilisées pour effectuer la photo-interprétation. Enfin, ces informations sont toutes colligées dans les tables d'attributs de la base de données des milieux humides inventoriés. L'annexe 1 présente les sources de photos aériennes et les données complémentaires consultées pendant les étapes de photo-interprétation.

4.6. Validation sur le terrain

Des campagnes de validation sur le terrain ont été réalisées par des équipes de CIC et du MDDEFP à l'automne 2012 et l'été 2013. Le but de cet échantillonnage était de valider la présence et la classe des milieux humides inventoriés lors de la photo-interprétation initiale. Cette validation permet donc de conférer aux sites visités un niveau de confiance moyen ou bon quant à la délimitation et la classe du milieu humide.

Une sélection d'un certain nombre de secteurs de milieux humides a donc été effectuée afin de définir un échantillon représentatif de l'ensemble du territoire. Les critères de sélection utilisés ont été :

- les sites obtenant un niveau de confiance faible ou moyen pour la délimitation ou la classification à partir de la photo-interprétation initiale;
- la représentativité des milieux humides selon leur classe et leur taille (< 1 ha, 1 à 10 ha, > 10 ha) et par district écologique ;
- les complexes de milieux humides identifiés à partir d'une analyse spatiale réalisée par CIC, basée sur des critères propres aux milieux humides et les pressions anthropiques;

Pour chacun des sites visités, une fiche numérique de validation et de caractérisation des milieux humides a été remplie à l'aide d'un ordinateur mobile et du logiciel *ArcPad* permettant de documenter plus de 25 attributs d'information se rapportant aux communautés végétales, au type de sol et aux conditions hydrologiques (voir annexe 2).

Pour la collecte de données, les équipes de terrain étaient équipées du matériel suivant :

- Appareil GPS *Garmin* pour se rendre aux sites identifiés et pour la saisie des coordonnées géographiques des photos numériques ;
- Ordinateur iPad avec GPS et ArcGIS Online pour aider avec la navigation aux sites à visiter;
- cartes de localisation des sites à visiter;
- sonde pédologique pour valider la présence de matière organique et de mouchetures et le cas échéant, leurs profondeurs;
- Terminal mobile de terrain de type Trimble et Motorola avec *ArcPad* et GPS intégré pour la saisie des données avec la fiche de terrain numérique;
- différents guides d'identification des espèces végétales;
- caméra numérique.

Aux termes des travaux de validation sur le terrain effectués entre 2005 et 2013, 253 sites ont été visités pour saisir une fiche de terrain sur l'ensemble du territoire d'étude en 2012-13. Plusieurs autres sites de milieux humides qui touchaient le territoire de la CMQ avaient été visités lors des projets précédents (CMQ 2005 = 159 sites, Lotbinière 2008 = 10 sites, Chaudière-Appalaches 2011-12 = 64 sites). Ceci représente un total de 486 sites de validation sur le terrain relié à la cartographie des milieux humides depuis 2005 (voir figure 5) ou environ 9 % des complexes milieux humides à l'échelle du territoire d'étude qui ont fait l'objet d'une validation sur le terrain. Enfin, soulignons que, comme pour les photographies obliques, un fichier de points à références

spatiales a été produit à partir des coordonnées géographiques de l'ensemble des photographies prises lors des visites de terrain (1 485 photos de terrain).

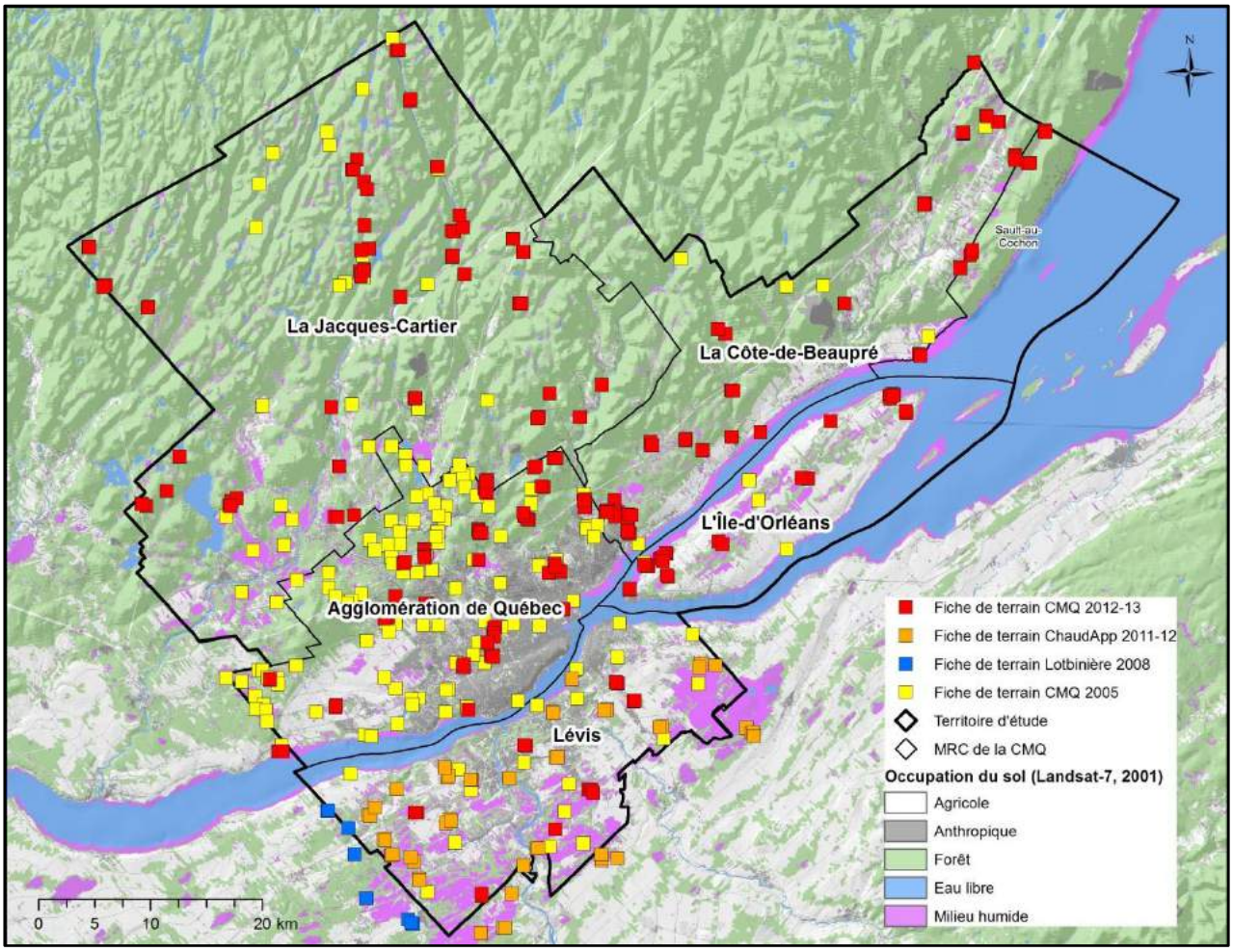


Figure 5. Sites de validation des milieux humides sur le terrain.

4.7. Révision de la photo-interprétation

À la suite de la campagne de validation sur le terrain, les photo-interprètes ont procédé à un deuxième balayage systématique du territoire d'étude. En effet, lors des visites sur le terrain, plusieurs données ont été récoltées dans le but de valider la photo-interprétation initiale. Ces données, ainsi que les photographies prises sur le terrain et lors des survols aériens ont donc été consultées à cette étape, et ce, afin d'intégrer cette information au travail de photo-interprétation. Les polygones de milieux humides créés lors du balayage initial ont donc été réexaminés et modifiés au besoin, ce qui a permis d'augmenter le niveau de confiance des données et de bonifier la table d'attributs. Si cela s'avérait nécessaire, un ajustement quant à la délimitation et la classification des milieux humides était effectué.

Une étape de vérification a été effectuée entre les photos-interprètes de CIC et du MDDEFP après les travaux de photo-interprétation pour s'assurer de l'homogénéité et de la qualité des données produites. Ceci s'inscrit dans la démarche de cartographie détaillée du projet global ce qui nous permet de garder le même standard pour les données à l'échelle des basses-terres du Saint-Laurent.

Une dernière étape de présentation et de vérification des données préliminaires a été effectuée avec les représentants de l'environnement et de l'aménagement du territoire avec les 3 MRC et 2 Villes de la CMQ. Cette étape a pris la forme d'ateliers de travail au cours de l'été 2013 où les données préliminaires furent présentées aux intervenants municipaux. Les personnes qui œuvrent localement dans ce domaine ont bonifié les résultats de la cartographie en fournissant leurs commentaires et leurs connaissances locales. Suite aux ateliers, les photo-interprètes ont révisé les travaux de photo-interprétation à partir de ces nouvelles connaissances et ont effectué des visites de terrain supplémentaires pour valider les modifications apportées.

4.8. Identification des pressions anthropiques

Afin d'augmenter le niveau de connaissance sur l'état des milieux humides, et ce, au bénéfice des responsables de la planification du territoire de la CMQ, tous les milieux humides inventoriés ont été réexaminés pour documenter le type et l'ampleur des perturbations (ou pressions) les affectant, à partir des orthophotographies de 2011. Les perturbations observées sur le terrain ont également été prises en compte et le tout a été intégré à la base de données des milieux humides.

Au total, 11 types de pressions de nature anthropique ont été identifiés : agricole, résidentielle, industrielle ou commerciale, réseau de transport, réseau de transport d'énergie, récréative (terrain de golf), coupe forestière, canal de drainage, remblayage, creusage, et espèces envahissantes. La perturbation principale a été indiquée dans le champ *pression_1* de la couche d'information et si plusieurs pressions étaient observées, les subséquentes étaient inscrites dans les champs *pression_2* et *pression_3*. Si aucune perturbation n'a été observée avec les orthophotos ou sur le terrain, la valeur « aucune pression visible » était inscrite dans le champ *pression_1*.

Le niveau d'impact des pressions identifiées a été documentée et décrit par les qualificatifs suivants : aucun (milieu humide dans un état naturel et intact, non altéré), faible (altération légère qui affecte moins de 25 % de la superficie ou du contour du milieu humide), moyen (altération modérée qui affecte entre 25 et 50 % de la superficie ou du contour du milieu humide ou fort (altération sévère qui affecte plus de 50 % de la superficie ou du contour du milieu humide).

Enfin, plusieurs notes ont été inscrites dans le champ *pr_notes* pour complémenter les données sur les pressions (exemple : plantation en lien avec une coupe forestière).

Les figures 6 et 7 fournissent des exemples visuels des divers types de pressions identifiables avec l'aide des orthophotos de 2012 et des photos obliques prises entre 2005 et 2013.

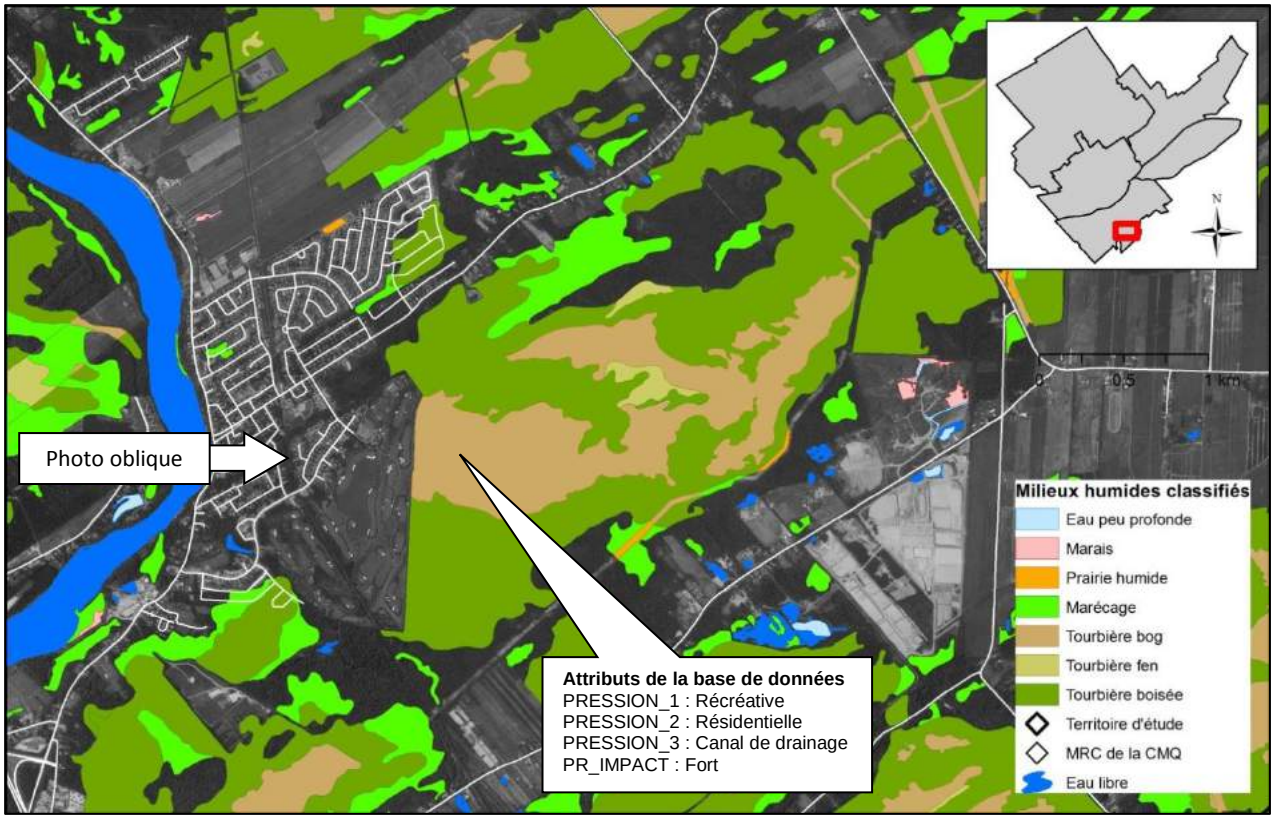


Figure 6. Exemple des pressions observées et documentées dans la base de données des milieux humides.



Figure 7. Photo oblique qui illustre les pressions récréatives et résidentielles sur un complexe de milieux humides.

4.9. Création de la couche des complexes de milieux humides

CIC a regroupé les milieux humides inter reliés dans une seule et même entité, même s'ils sont composés de différentes classes. Cette couche d'information est nommée les complexes de milieux humides. Plus précisément, le concept de complexe représente un regroupement des milieux humides adjacents ou séparés par une distance égale ou inférieure à 30 mètres, sans égard à leur classe. Un complexe peut donc être composé d'un assemblage de divers types de milieux humides (exemple : étang-marais-marécage) formant un même continuum.

Les complexes identifiés incluent non seulement les milieux humides du territoire d'étude, mais également ceux se poursuivant au-delà des limites administratives. Le regroupement des milieux humides en complexes permet de les examiner dans leur globalité et ce, indépendamment des limites administratives de la CMQ. En effet, les limites de la CMQ étant basées sur des besoins administratifs et non sur les limites des écosystèmes, elles scindent souvent les milieux humides en plusieurs sections.

La figure 8 montre un aperçu des données milieux humides regroupés en complexes. La superficie totale de chaque complexe est indiquée en hectares. Quelques statistiques sur les complexes de milieux humides sont fournies dans la section 5.8 des résultats.

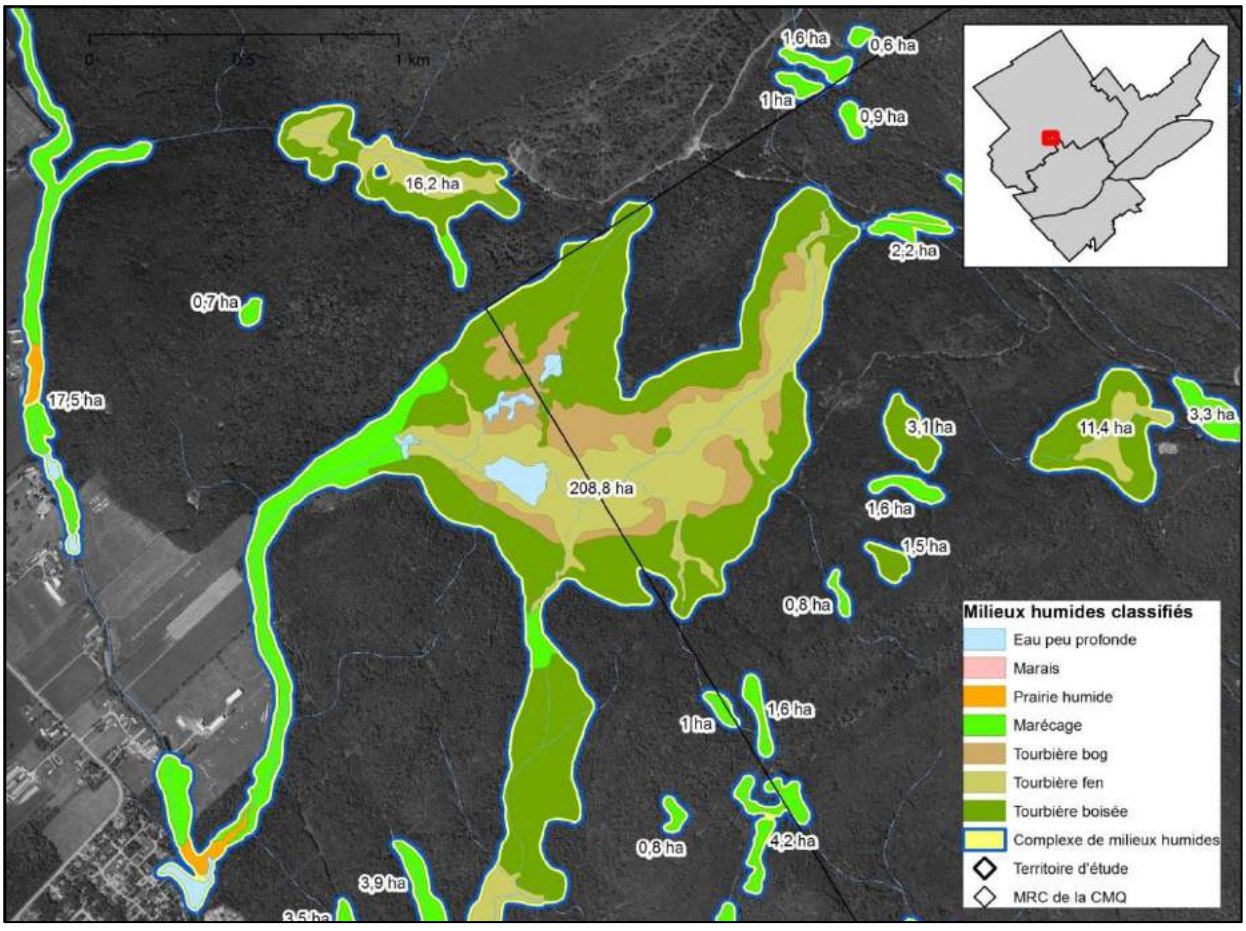


Figure 8. Exemple de complexes de milieux humides dans le secteur du Lac à la Savane.

4.10. Compilation des données finales

Tout d'abord, un contrôle de qualité des données a été effectué sur l'ensemble des données de l'inventaire des milieux humides. Il s'agit d'une vérification visant à corriger les erreurs topologiques qui auraient pu apparaître pendant les travaux de photo-interprétation ou lors des traitements géomatiques. Deuxièmement, tous les attributs de la base de données ont été vérifiés et standardisés afin d'éviter qu'il y ait des champs sans information ou encore des erreurs de saisie ou de logique, par exemple, l'attribution d'un niveau de confiance « faible » à un milieu humide alors qu'il a fait l'objet d'une validation sur le terrain. L'ensemble des données générées et colligées pour ce projet a été organisé dans une base de données à références spatiales (en format géodatabase d'ESRI) dont la version finale inclut :

- la couche des milieux humides contenant une vingtaine d'attributs d'information décrits dans l'annexe 2;
- La couche des complexes de milieux humides;
- les fiches de validation et de caractérisation sur le terrain;
- les fichiers de points géolocalisés des photographies de terrain;
- les fichiers de points géolocalisés des photographies obliques et;
- les trajectoires des survols aériens.

Au total, 1 485 photos de terrain et 803 photos obliques sont accessibles avec le logiciel *ArcMap* par le biais du fichier de points géolocalisées pour un total de 2 288 photos de milieux humides. Une sélection des 150 meilleures photos du projet (terrain et obliques) a été faite pour faciliter leur intégration dans les outils géomatiques. Des exemples de photos de milieux humides se trouvent à l'annexe 4 pour démontrer les différents types de milieux humides et les pressions anthropiques observées sur le territoire d'étude.

La date de production de l'inventaire a été fixée à novembre 2013, dernière période au cours de laquelle des modifications des données furent effectuées.

Plusieurs données complémentaires utilisées et modifiées aux fins de ce projet ont été incluses dans la base de données finale. Parmi celles-ci on trouve la couche des cours d'eau et l'eau libre (à l'échelle 1 : 20 000) et les limites administratives du territoire d'étude.

Le système de projection cartographique utilisé pour les données spatiales de la base de données est le «*Lambert_Conformal_Conic (LCC)*, *datum NAD83* ». Les données principales de l'inventaire des milieux humides ont aussi été produites en format *shapefile* (shp) pour les utilisateurs du logiciel *ArcView 3x*.

5. RÉSULTATS DE L'INVENTAIRE

5.1. Milieux humides à l'échelle de la CMQ

La présente démarche d'inventaire a permis de répertorier dans les limites du territoire de la CMQ 10 763 milieux humides délimités sous forme de polygones. Ces milieux humides couvrent une superficie totale de 32 534 hectares, ce qui correspond à 8,9 % des limites administratives de la CMQ (figure 9 et tableau 1).

La taille moyenne des milieux humides du territoire d'étude est de 3 ha. Cependant, 57 % des polygones de milieux humides de cette région possèdent une superficie inférieure à 1 ha et 33 % ont une surface de moins de 0,5 ha. Les milieux humides classifiés ont été regroupés en 5 435 complexes de milieux humides. Le plus grand complexe de milieux humides à l'échelle du territoire d'étude est celui de la tourbière Grande plée Bleue à l'est de Lévis avec une superficie de 3 703 ha.

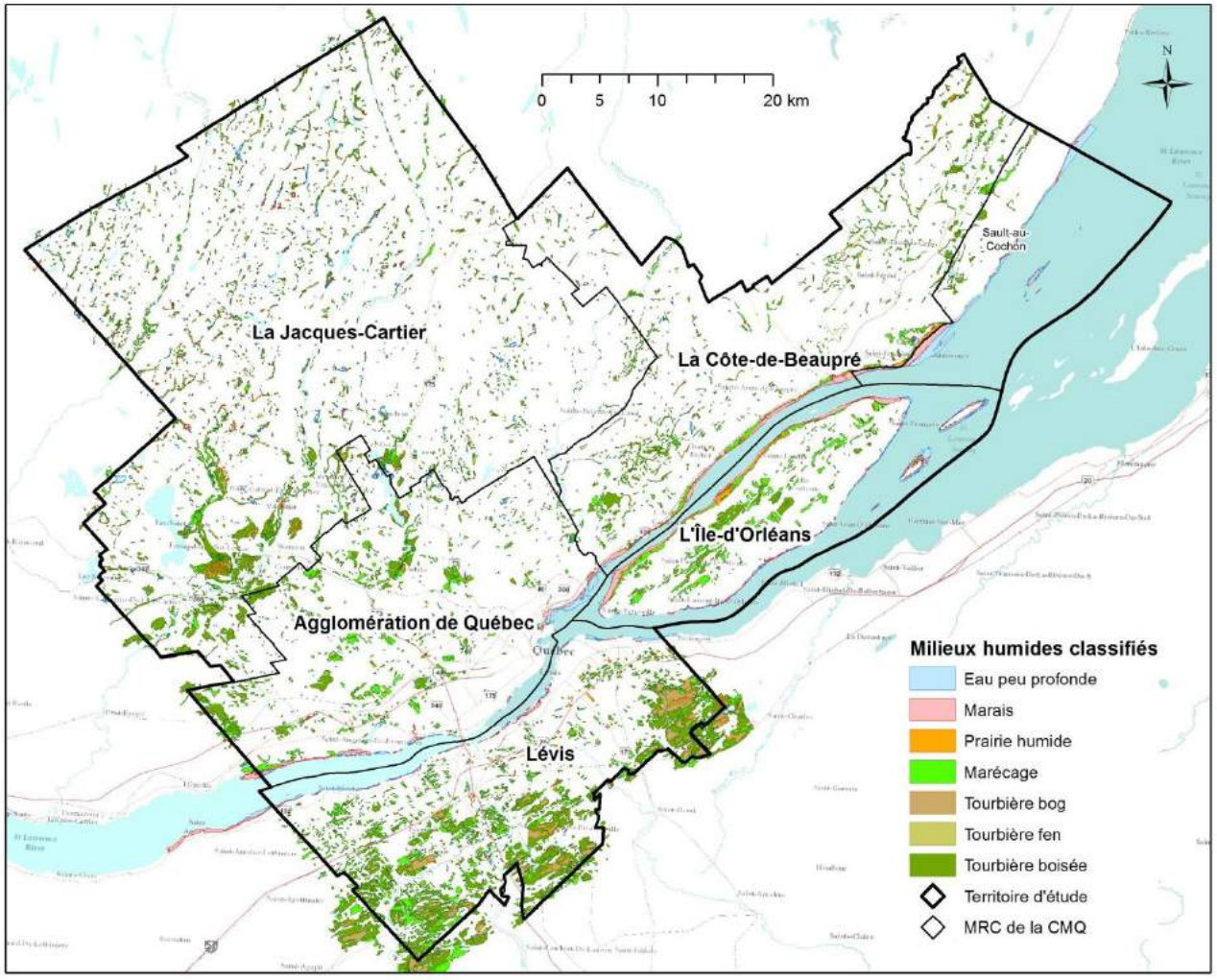


Figure 9. Milieux humides classifiés à l'échelle du territoire d'étude de la CMQ.

Le tableau 1 et la figure 10 présentent quelques statistiques sur les classes de milieux humides identifiées à l'intérieur du territoire d'étude de la CMQ. On constate que les tourbières (bogs, fens et boisées) sont les classes de milieux humides qui prédominent sur le territoire en termes de superficie (15 336 ha ou 47 % de tous les milieux humides), suivies par les marécages (12 281 ha ou ha ou 38 %), et ensuite les marais (7 %), les eaux peu profondes (5 %) et les prairies humides (3 %). Les marécages dominent en termes du nombre de milieux humides (5 616 polygones ou 52 % du nombre total) et avec une taille moyenne de 2,2 ha, ce qui est plus petit que la taille moyenne des autres classes de milieux humides pour cette région (3,0 ha). Les plus grands types de milieux humides sont les tourbières boisées avec une taille moyenne de 8,0 ha et les tourbières ombrotrophes bog (6,2 ha). Il y a moins de marais, eaux peu profondes et prairies humides et ils se trouvent principalement le long du fleuve Saint-Laurent et autour des lacs et rivières.

Tableau 1. Statistiques générales sur les milieux humides par classes.

Classes de milieux humides	Nombre de milieux humides (n)	Superficie des milieux humides (ha)	Proportion du territoire en milieux humides en fonction de la superficie (%)	Taille moyenne des milieux humides (ha)
Eau peu profonde	1 015	1 722	0,5	1,7
Marais	798	2 253	0,6	2,8
Marécage	5 616	12 281	3,4	2,2
Prairie humide	828	942	0,3	1,1
Tourbière boisée	1 433	11 434	3,1	8,0
Tourbière minérotrophe (fen)	653	1 300	0,4	2,0
Tourbière ombrotrophe (bog)	420	2 602	0,7	6,2
CMQ	**10 763**	**32 534**	**8,9**	**3,0**

Note : selon les données de la géodatabse Carto_mhs_CMQ_2013.gdb *(couche* mhs_clip*)*

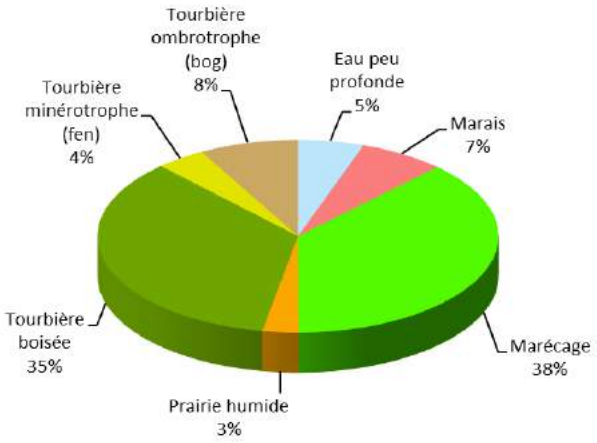
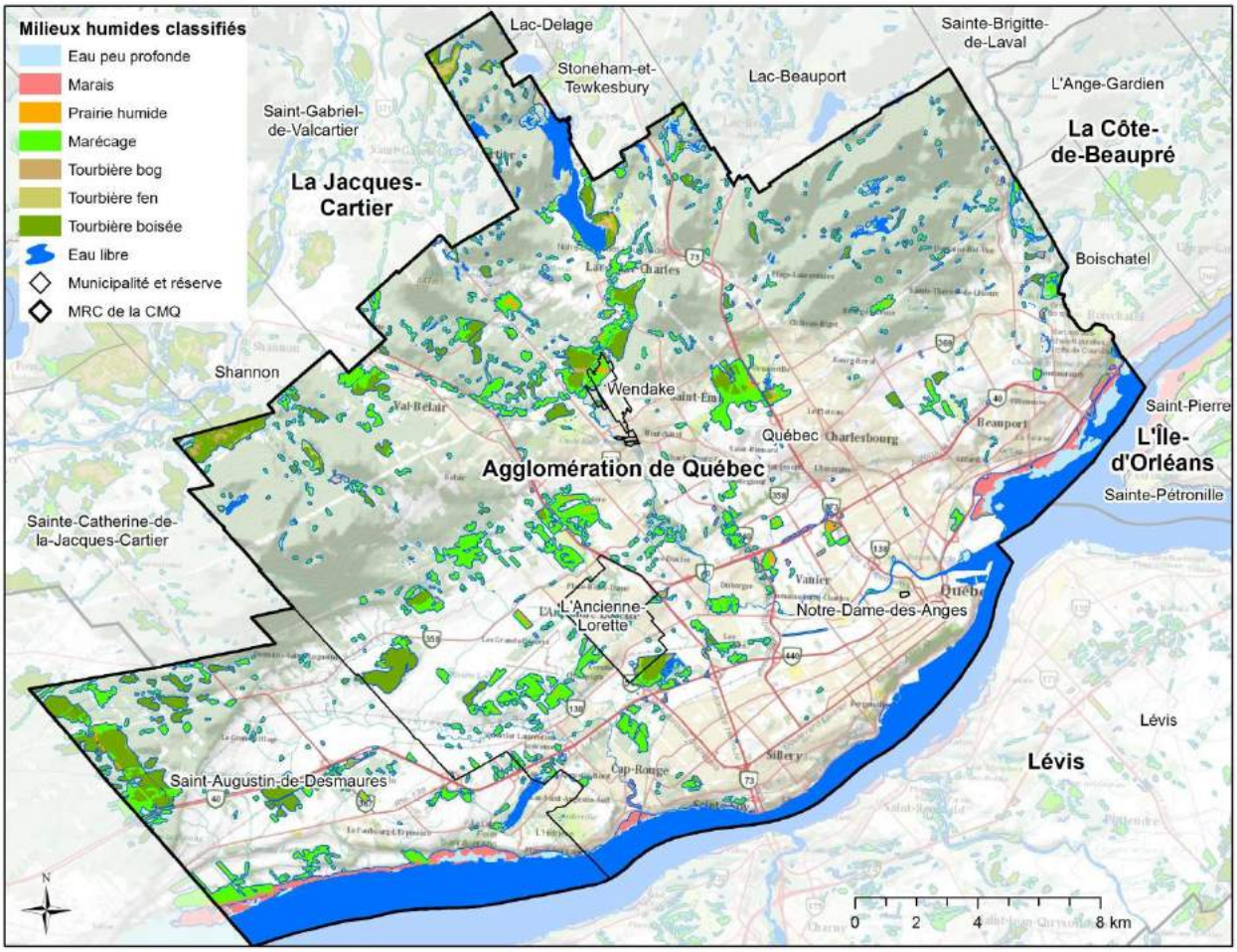


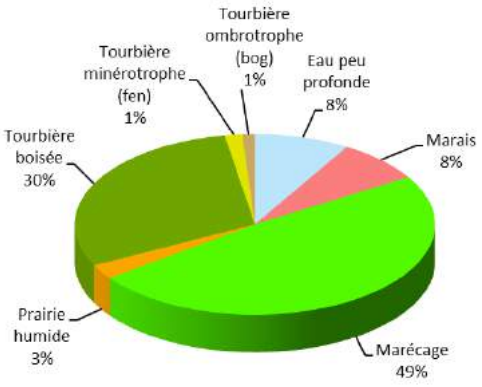
Figure 10. Répartition de la superficie des milieux humides par classes.

5.2. Milieux humides à l'échelle de l'Agglomération de Québec



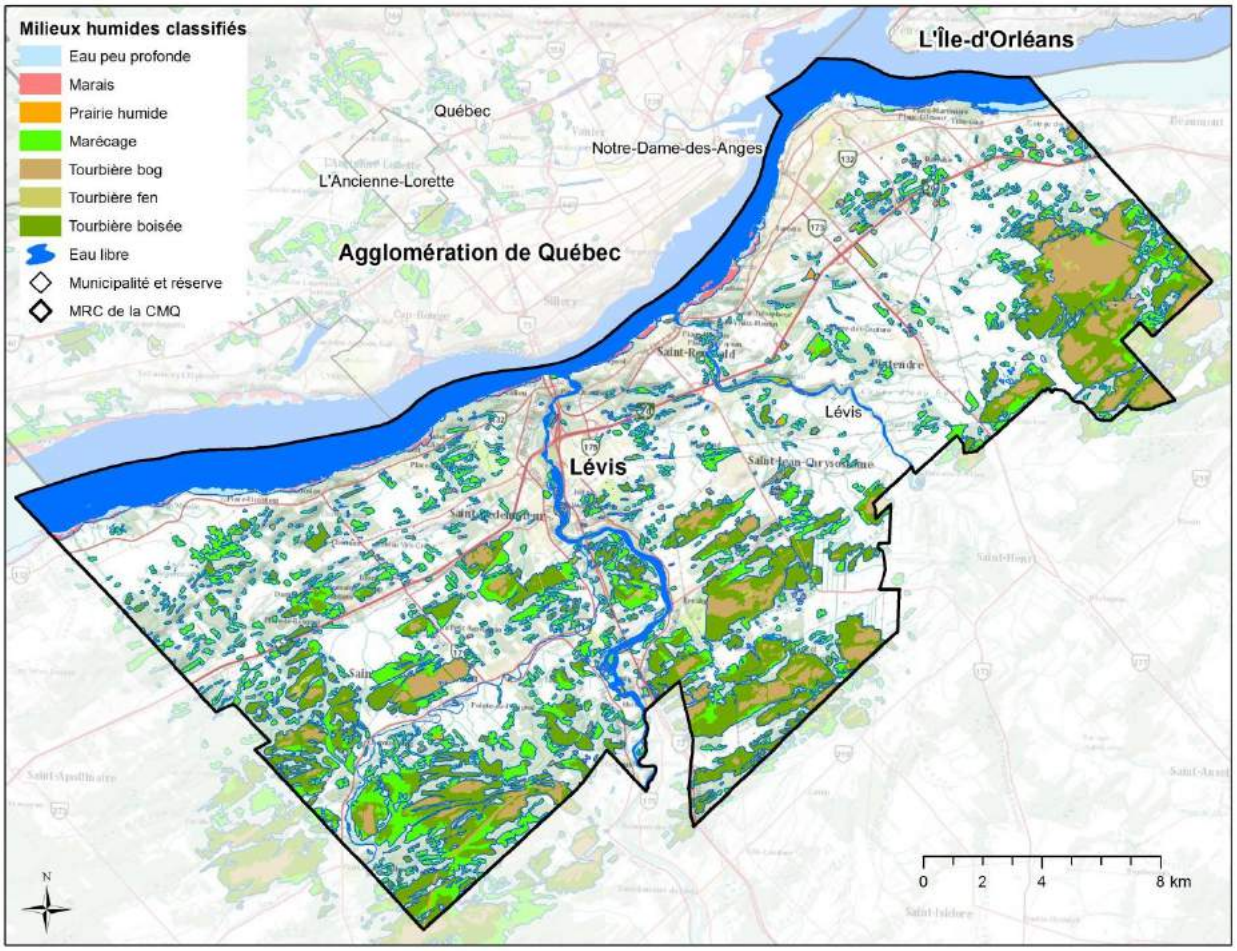
Classes de milieux humides	Nombre de milieux humides (n)	Superficie des milieux humides (ha)	Proportion du territoire en milieux humides (%)
Eau peu profonde	127	421	0,7
Marais	112	378	0,6
Marécage	791	2394	4,0
Prairie humide	103	130	0,2
Tourbière boisée	172	1467	2,5
Tourbière minérotrophe (fen)	37	77	0,1
Tourbière ombrotrophe (bog)	27	55	0,1
Agglomération de Québec	**1 369**	**4 921**	**8,2**

Répartition des milieux humides par classes



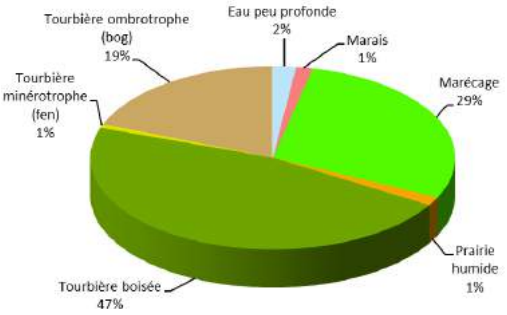
- 655 milieux humides identifiés ont une taille inférieure à 1 ha (48 %).
- 1 369 milieux humides regroupés en 746 complexes de milieux humides.
- Nombre de milieux humides avec des pressions anthropiques observées = 1 043 (76 %).
- Types de pressions dominantes: transport, récréative, résidentielle et énergie.

5.3. Milieux humides à l'échelle de la Ville de Lévis



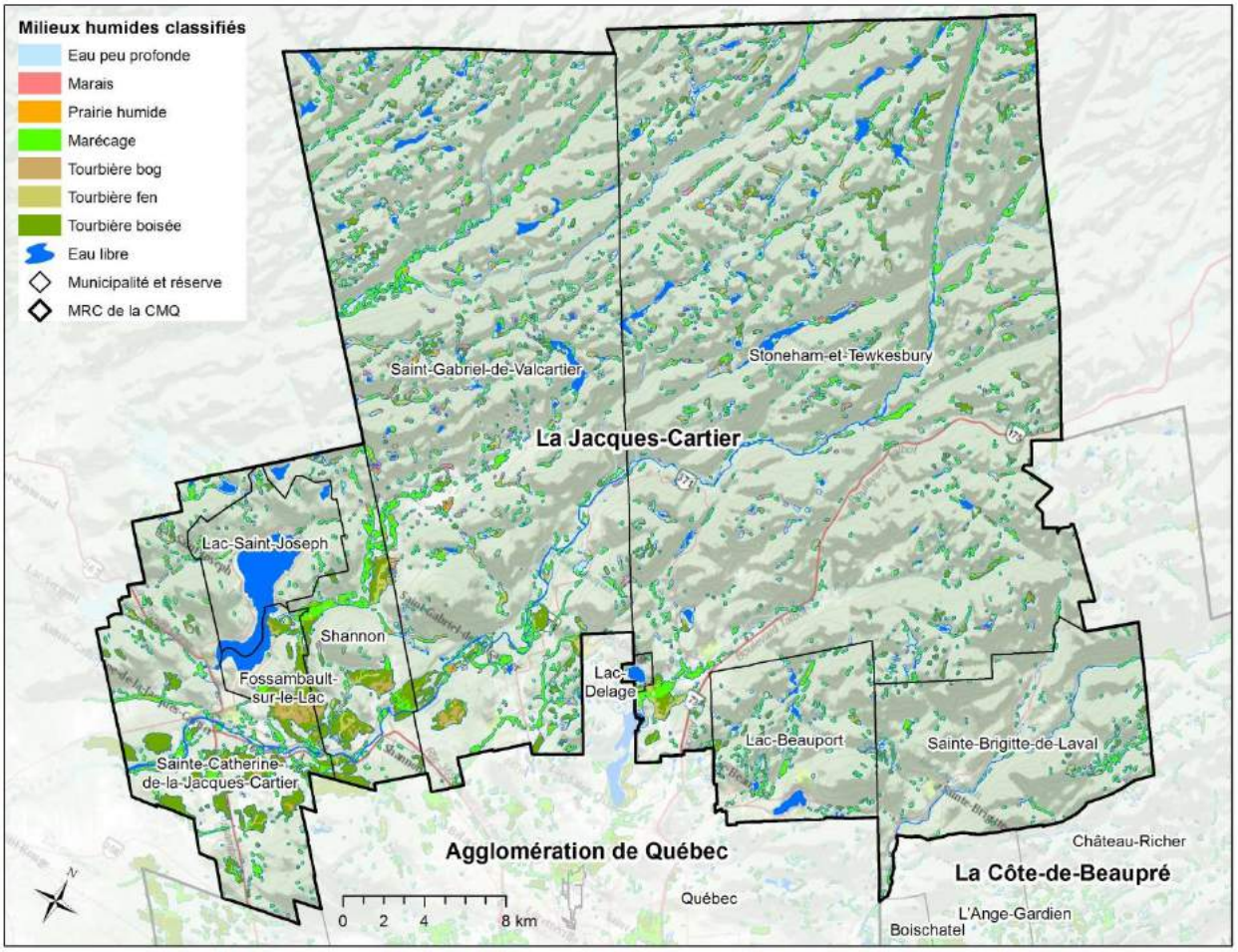
Classes de milieux humides	Nombre de milieux humides (n)	Superficie des milieux humides (ha)	Proportion du territoire en milieux humides (%)
Eau peu profonde	61	222	0,4
Marais	114	160	0,3
Marécage	1230	3104	6,2
Prairie humide	179	165	0,3
Tourbière boisée	343	5065	10,2
Tourbière minérotrophe (fen)	33	76	0,2
Tourbière ombrotrophe (bog)	170	2061	4,1
Ville de Lévis	**2 130**	**10 855**	**21,8**

Répartition des milieux humides par classes



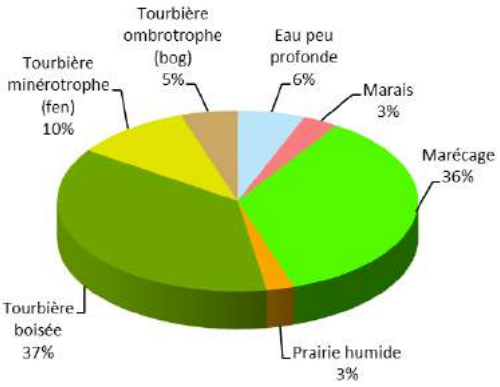
- 1 029 milieux humides identifiés ont une taille inférieure à 1 ha (48 %).
- 2 130 milieux humides regroupés en 996 complexes de milieux humides.
- Nombre de milieux humides avec des pressions anthropiques observées = 1 865 (88 %).
- Types de pressions dominantes : récréative, transport, énergie et agricole.

5.4. Milieux humides à l'échelle de la MRC de la Jacques-Cartier



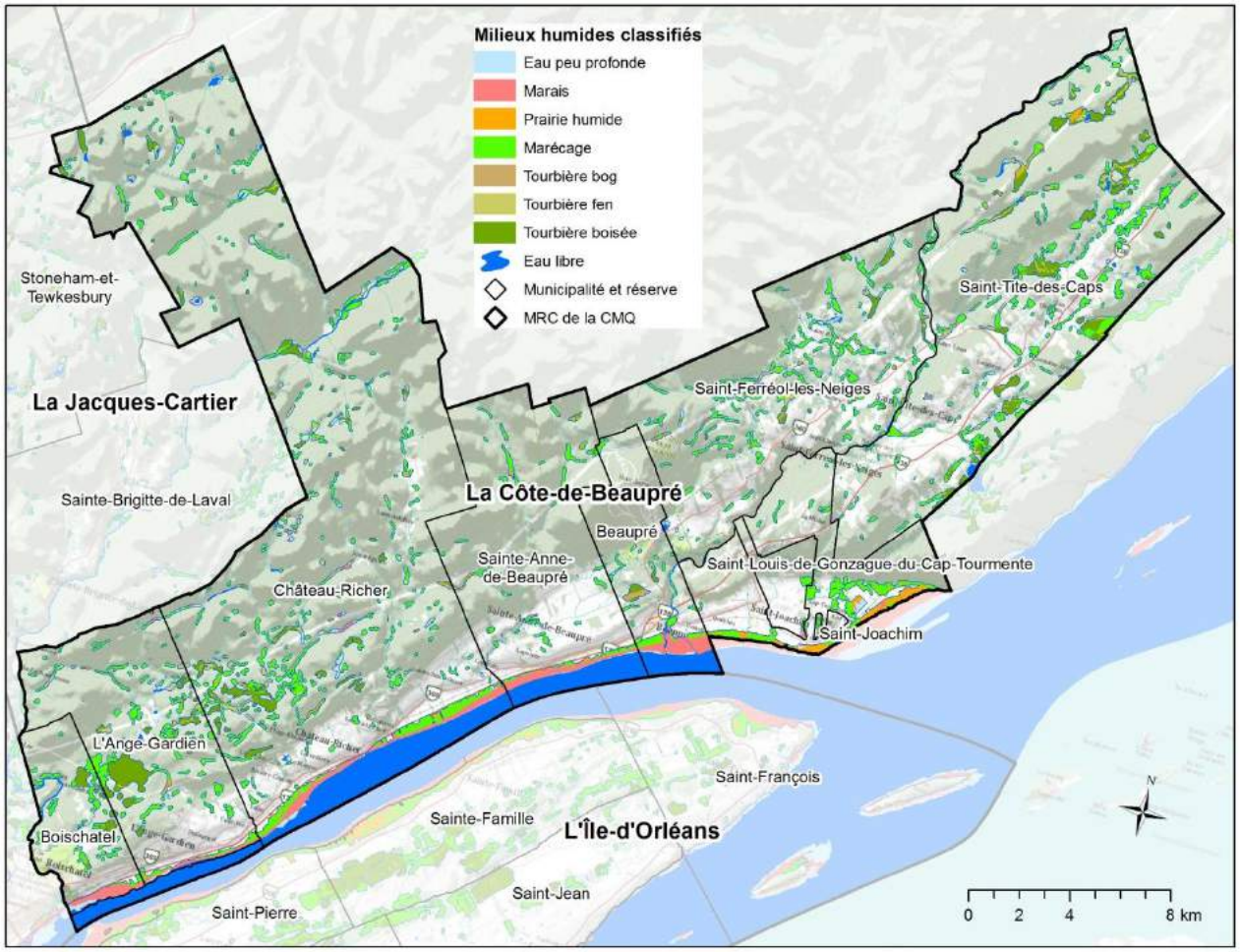
Classes de milieux humides	Nombre de milieux humides (n)	Superficie des milieux humides (ha)	Proportion du territoire en milieux humides (%)
Eau peu profonde	663	526	0,3
Marais	449	277	0,2
Marécage	2479	3099	2,0
Prairie humide	376	216	0,1
Tourbière boisée	698	3218	2,1
Tourbière minérotrophe (fen)	464	907	0,6
Tourbière ombrotrophe (bog)	207	443	0,3
MRC La Jacques-Cartier	**5 336**	**8 687**	**5,6**

Répartition des milieux humides par classes



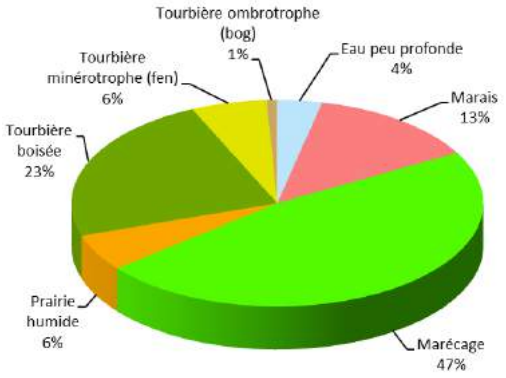
- 3 557 milieux humides identifiés ont une taille inférieure à 1 ha (67 %).
- 5 336 milieux humides regroupés en 2 537 complexes de milieux humides.
- Nombre de milieux humides avec des pressions anthropiques observées = 2 807 (53 %)
- Types de pressions dominantes : exploitation forestière, transport, récréative et résidentielle.

5.5. Milieux humides à l'échelle de la MRC de la Côte-de-Beaupré



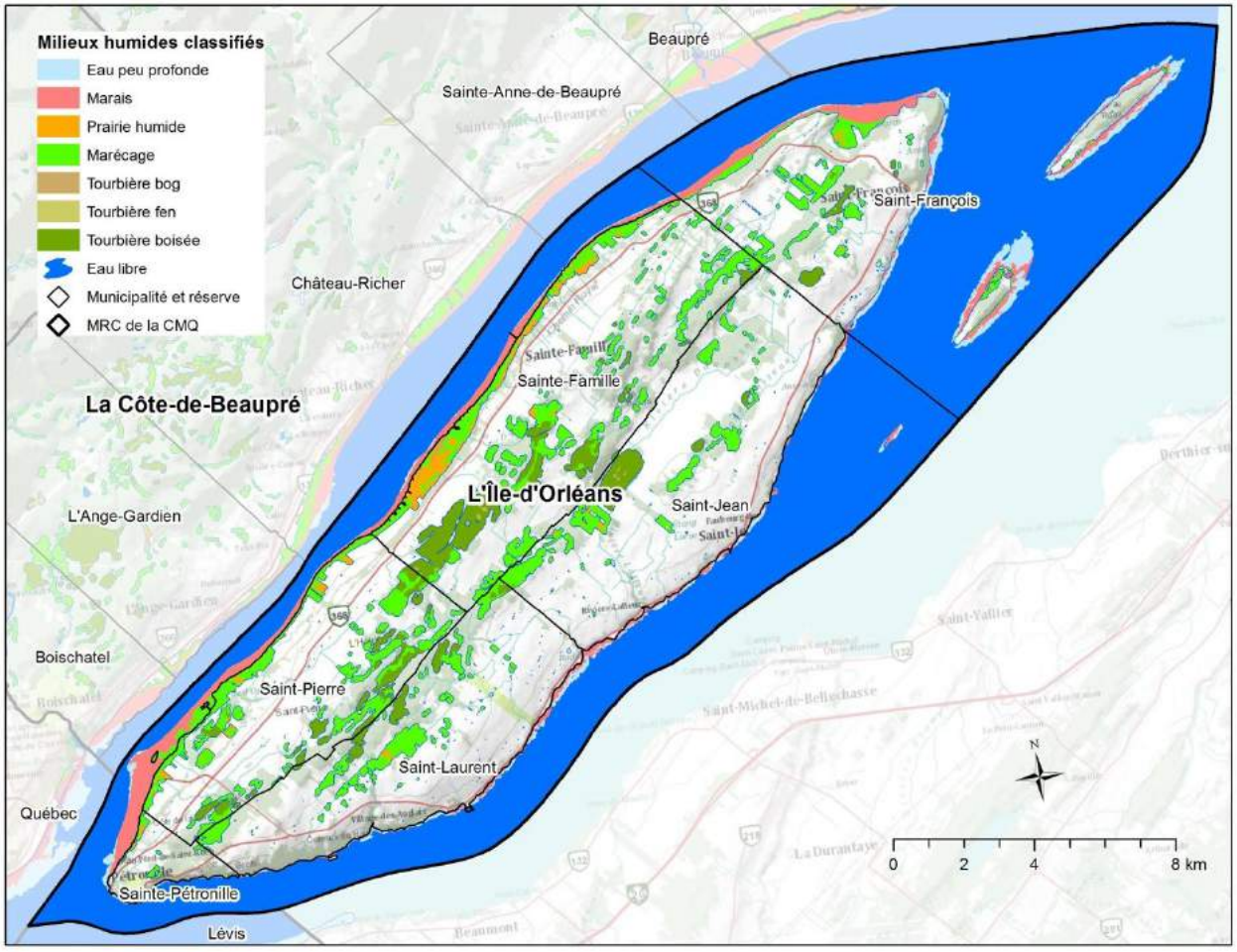
Classes de milieux humides	Nombre de milieux humides (n)	Superficie des milieux humides (ha)	Proportion du territoire en milieux humides (%)
Eau peu profonde	98	141	0,2
Marais	61	538	0,8
Marécage	906	1899	2,8
Prairie humide	108	232	0,3
Tourbière boisée	185	938	1,4
Tourbière minérotrophe (fen)	126	239	0,4
Tourbière ombrotrophe (bog)	17	33	0,0
MRC La Côte-de-Beaupré	**1 501**	**4 021**	**6,0**

Répartition des milieux humides par classes



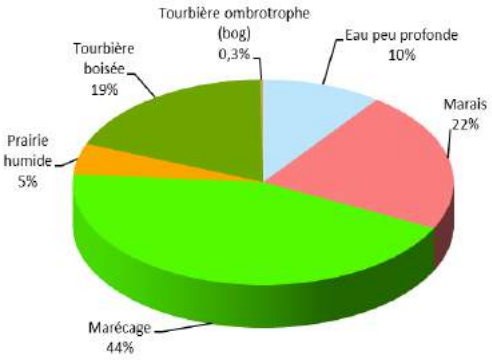
- 722 milieux humides identifiés ont une taille inférieure à 1 ha (48 %).
- 1 501 milieux humides regroupés en 794 complexes de milieux humides.
- Nombre de milieux humides avec des pressions anthropiques observées = 1 058 (70 %)
- Types de pressions dominantes : récréative, transport, énergie et résidentielle.

5.6. Milieux humides à l'échelle de la MRC de L'Île-d'Orléans



Classes de milieux humides	Nombre de milieux humides (n)	Superficie des milieux humides (ha)	Proportion du territoire en milieux humides (%)
Eau peu profonde	72	412	1,2
Marais	66	899	2,6
Marécage	237	1776	5,2
Prairie humide	62	198	0,6
Tourbière boisée	57	755	2,2
Tourbière minérotrophe (fen)	0	0	0,0
Tourbière ombrotrophe (bog)	9	10	0,0
MRC de L'Île-d'Orléans	**503**	**4 050**	**11,8**

Répartition des milieux humides par classes



- 158 milieux humides identifiés ont une taille inférieure à 1 ha (31 %).
- 503 milieux humides regroupés en 228 complexes de milieux humides.
- Nombre de milieux humides avec des pressions anthropiques observées = 407 (81 %)
- Types de pressions dominantes : agricole, récréative, résidentielle et transport.

5.7. Statistiques sur les milieux humides par municipalités

Territoire			Statistiques générales sur les milieux humides			
Municipalité ou territoire	MRC	Superficie du territoire (ha)	Nombre de milieux humides (n)	Superficie des milieux humides (ha)	Proportion du territoire en milieux humides en fonction de la superficie (%)	Taille moyenne des milieux humides (ha)
Beaupré	La Côte-de-Beaupré	2 689	41	251	9,3	6,1
Boischatel	La Côte-de-Beaupré	2 154	44	241	11,2	5,5
Château-Richer	La Côte-de-Beaupré	24 382	549	1 173	4,8	2,1
L'Ange-Gardien	La Côte-de-Beaupré	5 339	138	482	9,0	3,5
Sainte-Anne-de-Beaupré	La Côte-de-Beaupré	6 805	81	242	3,6	3,0
Saint-Ferréol-les-Neiges	La Côte-de-Beaupré	8 458	211	316	3,7	1,5
Saint-Joachim	La Côte-de-Beaupré	3 509	69	386	11,0	5,6
Saint-Louis-de-Gonzague-du-Cap-Tourmente	La Côte-de-Beaupré	794	3	22	2,8	7,4
Saint-Tite-des-Caps	La Côte-de-Beaupré	12 978	355	906	7,0	2,6
TNO aquatique de la MRC de La Côte-de-Beaupré	La Côte-de-Beaupré	422	0	1	0,2	0,0
Fossambault-sur-le-Lac	La Jacques-Cartier	1 379	40	330	23,9	8,2
Lac-Beauport	La Jacques-Cartier	6 395	209	215	3,4	1,0
Lac-Delage	La Jacques-Cartier	210	8	21	10,1	2,7
Lac-Saint-Joseph	La Jacques-Cartier	4 205	65	91	2,2	1,4
Sainte-Brigitte-de-Laval	La Jacques-Cartier	11 044	207	177	1,6	0,9
Sainte-Catherine-de-la-Jacques-Cartier	La Jacques-Cartier	12 270	420	1 648	13,4	3,9
Saint-Gabriel-de-Valcartier	La Jacques-Cartier	44 647	2 054	2 368	5,3	1,2
Shannon	La Jacques-Cartier	6 478	267	1 251	19,3	4,7
Stoneham-et-Tewkesbury	La Jacques-Cartier	68 225	2 046	2 585	3,8	1,3
Lévis	Lévis	49 698	2 130	10 854	21,8	5,1
Sainte-Famille	L'Île-d'Orléans	5 065	118	1 115	22,0	9,4
Sainte-Pétronille	L'Île-d'Orléans	431	4	24	5,6	6,0
Saint-François-de-l'Île-d'Orléans	L'Île-d'Orléans	10 280	113	885	8,6	7,8
Saint-Jean-de-l'Île-d'Orléans	L'Île-d'Orléans	4 345	39	341	7,8	8,7
Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans	L'Île-d'Orléans	3 497	46	309	8,8	6,7
Saint-Pierre-de-l'Île-d'Orléans	L'Île-d'Orléans	3 225	87	636	19,7	7,3
TNO aquatique de la MRC de L'Île-d'Orléans	L'Île-d'Orléans	7 527	96	736	9,8	7,7
L'Ancienne-Lorette	Québec	768	19	33	4,3	1,8
Notre-Dame-des-Anges	Québec	4	0	0	0,0	0,0
Québec	Québec	48 412	1 083	3 636	7,5	3,4
Saint-Augustin-de-Desmaures	Québec	10 496	218	1 221	11,6	5,6
Wendake	Québec	166	3	37	22,6	12,5
	CMQ	**366 299**	**10 763**	**32 534**	**8,9**	**3,0**

Sources : Géodatabase milieux humides CMQ clip (novembre 2013)

5.8. Statistiques à l'échelle des complexes de milieux humides

Les 11 340 milieux humides qui font partie ou dépassent les limites du territoire d'étude ont été regroupés en 5 435 complexes de milieux humides (polygones adjacents ou d'une distance inférieure à 30 mètres). Le tableau 2 indique que la majorité des complexes de milieux humides ont une taille entre 1 et 25 hectares et qu'il existe 10 complexes de milieux humides de plus de 500 ha (en rouge). La figure 11 illustre la distribution spatiale des complexes de milieux humides par classes de superficie.

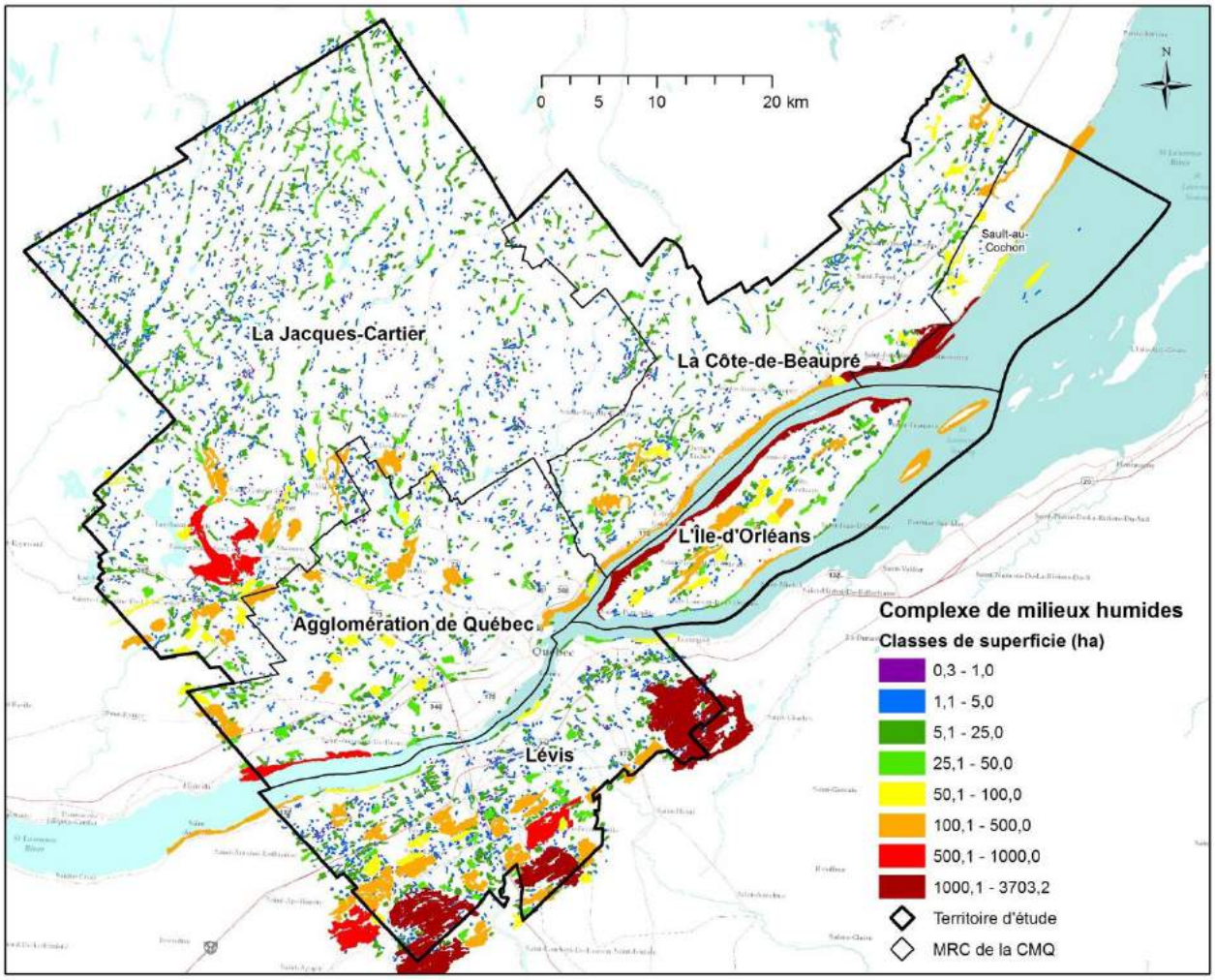


Figure 11. Carte des complexes de milieux humides par classes de superficie.

Tableau 2 : Nombre et superficie des complexes de milieux humides par classes de superficie.

Classe de superficie des complexes de milieux humides	Nombre de complexes de milieux humides (n)	Superficie des complexes de milieux humides (ha)
1 : 0,3 - 1 ha	939	743
2 : 1 - 5 ha	3252	7327
3 : 5 - 25 ha	1011	10206
4 : 25 - 50 ha	115	3938
5 : 50 - 100 ha	53	3717
6 : 100 - 500 ha	55	11021
7 : 500 - 1 000 ha	5	3256
8 : 1 000 - 3703 ha	5	10429
Total :	**5 435**	**50 636**

Note : Inclut les milieux humides qui touchent et dépassent le territoire d'étude. La superficie des complexes de milieux humides comprend le périmètre de 15 mètres qui entoure les milieux humides pour former les complexes.

5.9. Statistiques sur les pressions anthropiques observées

Les types de pressions dominantes observées sont, par ordre d'importance selon le nombre observé : le réseau de transport (routes, voies ferrées), les coupes forestières, les activités récréatives (sentiers, terrain de golf) et agricoles (voir tableau 3 pour la liste complète). Ces pressions peuvent induire la fragmentation d'un milieu humide ou de son écotone ou encore perturber ou faire disparaître une partie d'un milieu humide. Globalement, 66 % des milieux humides du territoire d'étude avaient au moins un type de pression anthropique observée ; mais il reste quand même 34 % de ces habitats où aucune pression n'a été observée, ce qui pourrait représenter des bons endroits pour cibler des sites avec des milieux humides fonctionnels, en bon état et à protéger en priorité (voir figure 12, les sites indiqués en bleue).

La figure 13 indique le niveau d'impact qualitatif de ces pressions anthropiques. Ces informations peuvent aider à la compréhension de l'état des milieux humides à l'échelle de ce territoire.

.

Tableau 3. Statistiques sur les types de pressions anthropiques observées.

Type de pression observée (PRESSION_01)	Nombre (n)	Superficie (ha)	Nombre (%)	Superficie (%)	Taille moyenne (ha)
Aucune pression identifiée	3 630	4 442	33,7	13,7	1,2
Réseau de transport	1 638	5 684	15,2	17,5	3,5
Coupe forestière	1 489	3 601	13,8	11,1	2,4
Récréative	1 297	5 844	12,1	18,0	4,5
Agricole	730	3 523	6,8	10,8	4,8
Énergie	725	2 377	6,7	7,3	3,3
Résidentielle	652	1 930	6,1	5,9	3,0
Canal de drainage	277	3 543	2,6	10,9	12,8
Industrielle / commercielle	219	1 016	2,0	3,1	4,6
Creusage	85	551	0,8	1,7	6,5
Remblayage	21	25	0,2	0,1	1,2
CMQ	**10 763**	**32 534**	**100,0**	**100,0**	**3,0**

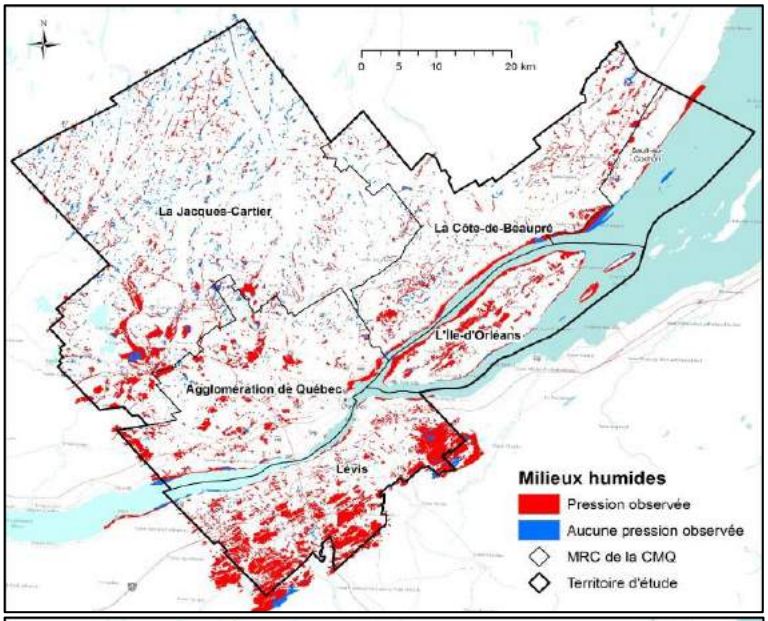


Figure 12. Distribution spatiale des milieux humides selon la présence d'une pression anthropique observée et le niveau d'impact qualitatif de ces pressions.

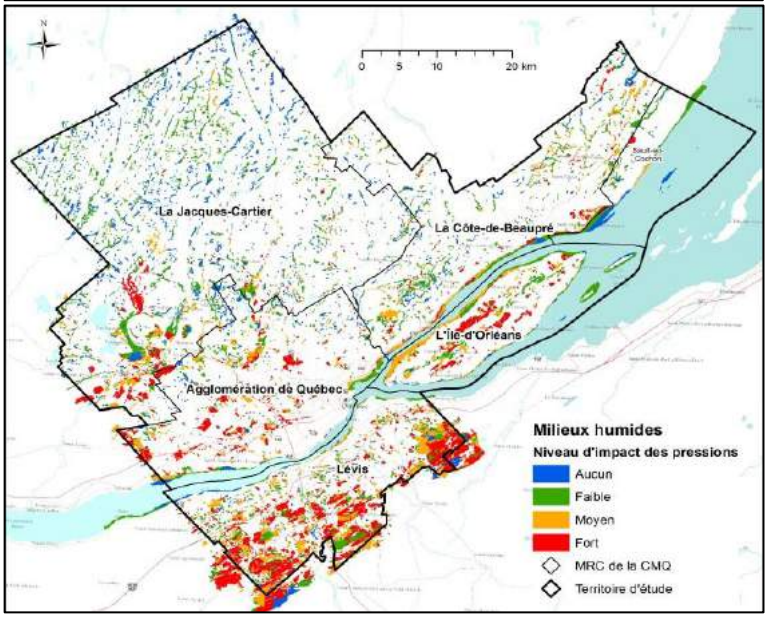


Figure 13. Distribution spatiale des milieux humides selon le niveau d'impact qualitatif de ces pressions.

Le niveau d'impact de ces pressions (faible, moyen ou fort) est indiqué dans le tableau 4. On peut aussi constater que les pressions sont plus élevées (moyen ou fort) dans les milieux humides de La Ville de Lévis (61 %), l'Agglomération de Québec (55 %) et la MRC de L'île d'Orléans (53 %), et moins élevées pour les MRC de la Côte-de-Beaupré (34 %) et de la Jacques-Cartier (16 %). Les pressions moins élevées des MRC de la Côte-de-Beaupré et de la Jacques-Cartier s'expliquent en grande partie par le fait que la majorité de ces territoires sont en dehors des basses-terres du Saint-Laurent, à des endroits où les activités humaines sont moins importantes. Ceci est un exemple d'analyse des données sur les pressions anthropiques.

Tableau 4. Statistiques sur le niveau d'impact qualitatif des pressions observées.

Niveau d'impact des pressions observées	**Lévis** Nombre de milieux humides (%)	**Québec** Nombre de milieux humides (%)	**Île d'Orléans** Nombre de milieux humides (%)	**Côte-de-Beaupré** Nombre de milieux humides (%)	**Jacques-Cartier** Nombre de milieux humides (%)	**CMQ** Nombre de milieux humides (%)
0 - Aucun	12,4	23,8	19,1	29,5	47,4	33,7
1 - Faible	26,3	20,9	28,2	36,4	36,3	32,0
2 - Moyen	26,9	20,2	26,6	19,3	8,7	16,0
3 - Fort	34,3	35,1	26,0	14,9	7,6	18,2
Moyen + Fort	61,2	55,3	52,7	34,1	16,3	34,3
Faible + Moyen + Fort	87,6	76,2	80,9	70,5	52,6	66,3

6. OUTILS DE LA CARTOGRAPHIE DÉTAILLÉE

Une fois l'inventaire par photo-interprétation des milieux humides complété, une série d'outils géomatiques et de produits cartographiques ont été développés afin de faciliter la diffusion et l'utilisation des données par les collaborateurs du projet, les planificateurs et les gestionnaires du territoire de cette région, ainsi que le public en général. Ces outils sont : 1) une carte interactive pour visualiser et consulter via Internet les données de l'inventaire des milieux humides, 2) un atlas cartographique (format papier) des milieux humides classifiés, 3) une application géomatique permettant l'accès aux données avec le logiciel *ArcMap* et finalement, 4) un DVD incluant la base de données complète pour des fins de traitement géomatique et d'analyses spatiales.

6.1. Carte interactive

Une carte interactive accessible gratuitement sur Internet à l'échelle des basses-terres du Saint-Laurent sera développée pour rendre les données de l'inventaire des milieux humides disponibles au grand public. Cet outil permet aux utilisateurs de visualiser la couche des milieux humides classifiés. Il est également possible de choisir le fond de carte avec des images disponibles en ligne, telles que la carte topographique, la carte routière, les images aériennes satellitaires (*Bing* et *ESRI World Imagery*). La figure 14 fournit un aperçu visuel de cet outil qui sera disponible prochainement à partir du site web : http://www.canards.ca/votre-province/quebec/programmes-et-projets/cartographie-detaillee-des-milieux-humides/

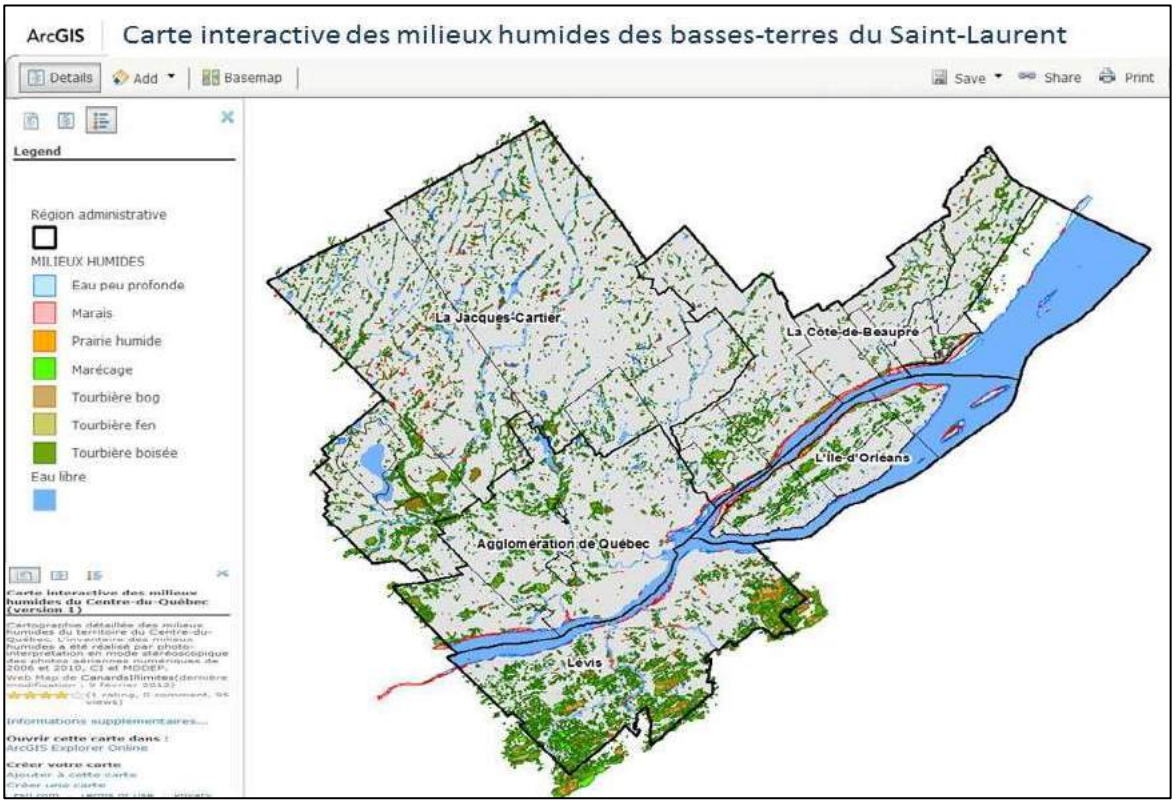


Figure 14. Aperçu de la carte interactive des milieux humides (version démonstration).

Dans le cadre de l'initiative de l'Inventaire canadien des terres humides (ICTH), une deuxième carte interactive a été réalisée par Canards Illimités. Elle a pour objectif d'illustrer la localisation des territoires canadiens où des inventaires de milieux humides sont en cours ou terminés. Une version simplifiée de la couche des milieux humides, basée sur les cinq grandes classes du système de classification canadien, a été intégrée dans cette carte interactive. Une première version de cet outil, nommé *Canadian Wetland Inventory Progress Map,* sera disponible bientôt à partir du lien suivant : maps.ducks.ca/cwi

6.2. Atlas cartographique

Afin de rendre visuellement intéressantes les données de l'inventaire des milieux humides de la CMQ et de rendre ces informations disponibles au plus grand nombre d'utilisateurs, un atlas cartographique des milieux humides classifiés, à l'échelle 1 : 20 000, a été produit (figure 15). Il est possible de se procurer des copies papier de cet atlas en présentant une demande à l'adresse électronique suivante : outils@canards.ca.

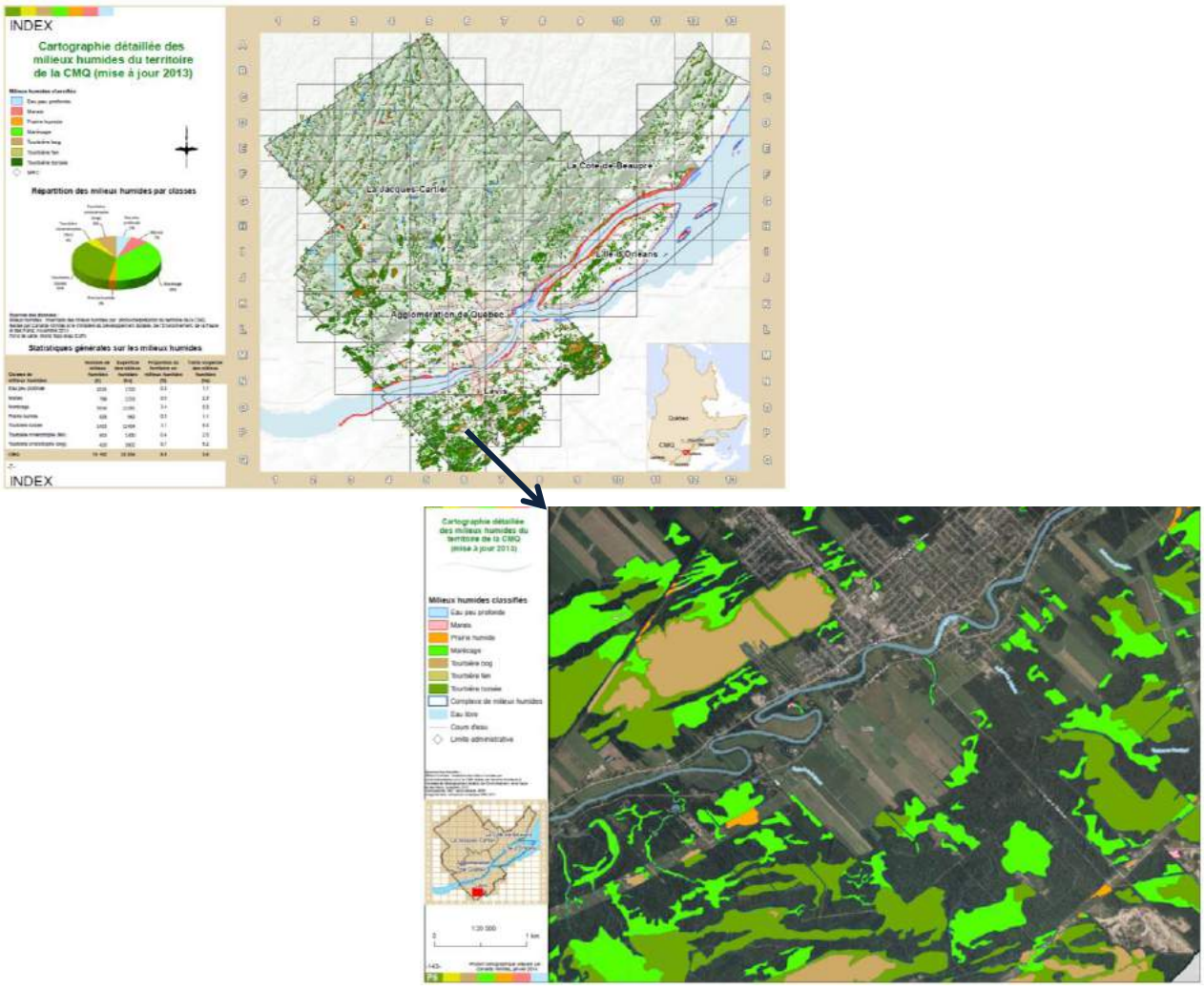


Figure 15. Aperçu de l'atlas cartographique (index et exemple d'une page).

6.3. Application géomatique ArcMap

Une application géomatique a été développée pour rendre les données de la cartographie détaillée des milieux humides disponibles aux utilisateurs du logiciel *ArcMap 10x* d'*ESRI*. Tout comme la carte interactive, cet outil sur DVD permet de consulter l'ensemble de la base de données finale par le biais d'une application qui affiche les différentes couches d'information géographique, selon une légende prédéfinie, au sein de leur propre SIG. Cela permet d'effectuer certaines superpositions d'information géographique et de concevoir des cartes. Il est également possible de consulter les attributs de la couche d'information sur les milieux humides pour chaque polygone. La figure 16 illustre les couches d'information géographique disponibles avec cet outil.

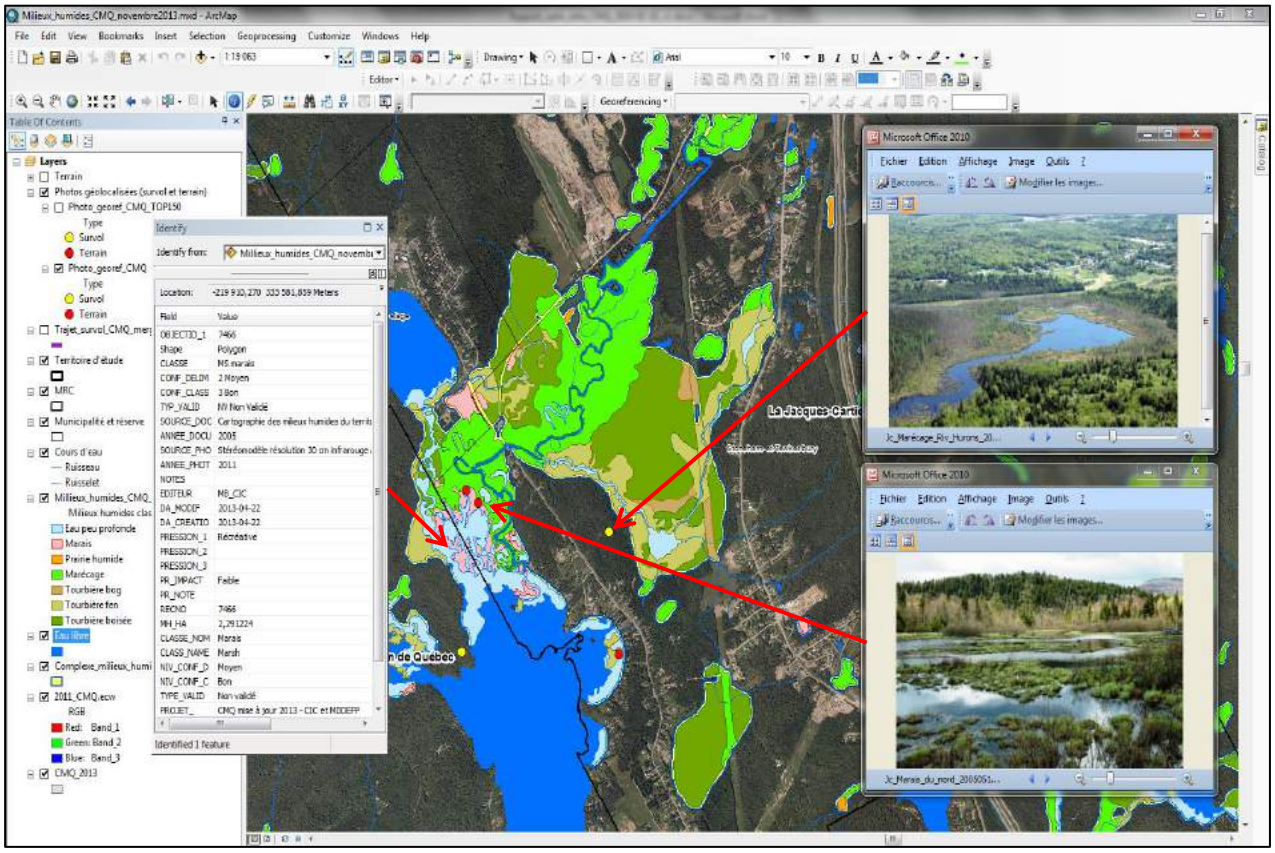


Figure 16. Aperçu de l'application géomatique ESRI ArcMap.

6.4. DVD des données

Les données complètes de la cartographie détaillée des milieux humides en format *géodatabase* et *shapefiles* d'*ESRI* (dernière date de modification des données : le 26 octobre 2013 (voir figure 17), de même que les photographies des reconnaissances aériennes et des visites sur le terrain, les produits cartographiques, des légendes préétablies, l'application géomatique ArcMap, ainsi que le présent rapport, ont été rassemblés sur un DVD pour les rendre disponibles aux utilisateurs ayant des besoins qui ne peuvent pas être répondus par les autres outils présentés précédemment. Pour obtenir plus d'informations sur les modalités de diffusion du DVD, vous pouvez contacter Canards Illimités à l'adresse suivante : outils@canards.ca.

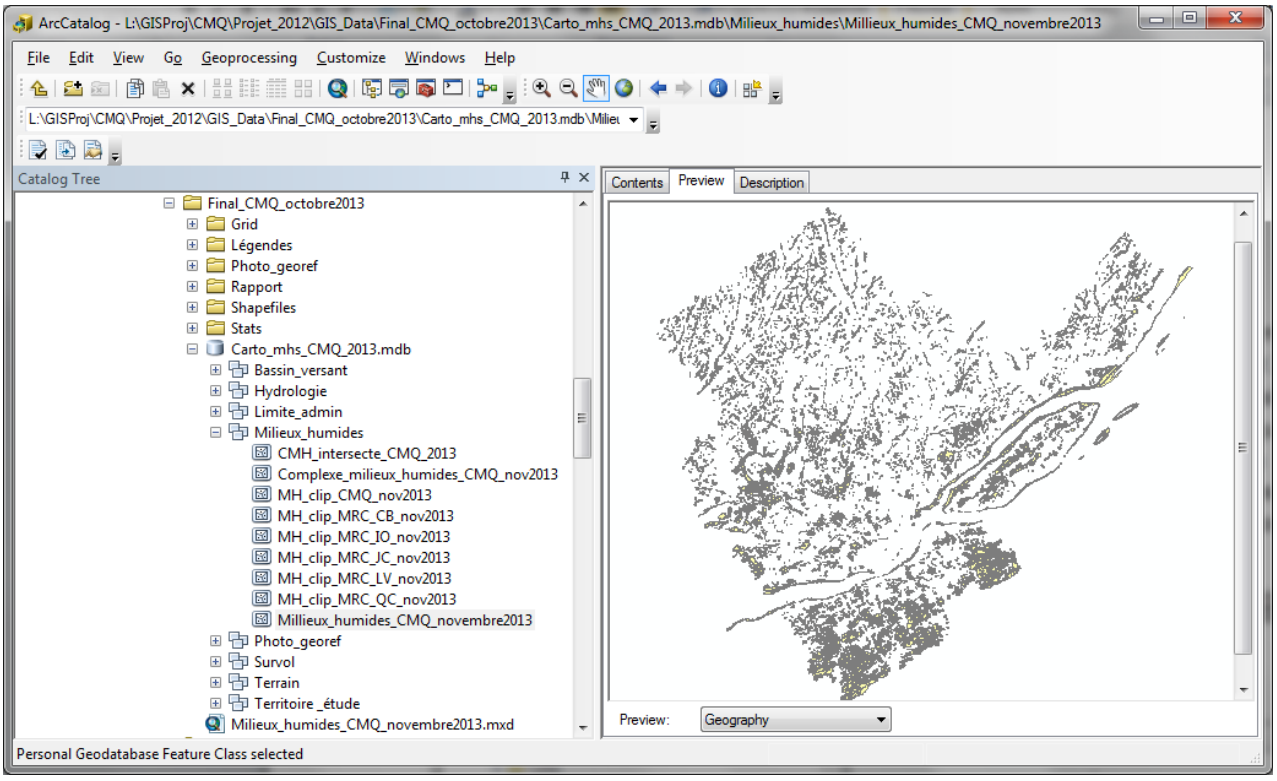


Figure 17. Aperçu des différentes couches d'informations géographiques disponibles sur le DVD des données (Carto_mhs_CMQ_2013.mgdb).

7. LIMITATIONS DES DONNÉES

Malgré tous les efforts déployés pour assurer un niveau optimal de précision et de fiabilité des données développées dans le cadre de ce projet, il convient de rappeler que la cartographie détaillée ne visait pas à détecter des milieux humides couvrant moins de 0,3 ha. Il est donc probable que certains milieux humides n'aient pas été détectés, surtout ceux de de moins de 0,3 ha. En effet, il est possible que, selon les données disponibles, les indices permettant d'identifier les milieux humides par photo-interprétation n'aient pas été suffisamment perceptibles pour permettre leur détection. La résolution, l'émulsion (noir et blanc ou couleur, infrarouge), l'échelle

et la date (année et saison) de prise des photographies aériennes des modèles photogrammétriques 3D utilisés peuvent influencer la précision de la photo-interprétation.

De plus, il est important de souligner que l'analyse par photo-interprétation ne fait pas l'objet systématique d'un inventaire, Il est en effet impossible d'effectuer une vérification systématique de tous les sites sur le terrain. Une telle validation renforce considérablement la justesse de l'interprétation, mais elle est seulement réalisée pour un échantillon de milieux humides, soit un nombre représentatif des milieux humides identifiés. De plus, l'inventaire consiste à réaliser un point d'observation fixe dans un milieu humide, et ce, à une certaine période de l'année (fin d'été ou automne). Ainsi, la délimitation du milieu humide et l'homogénéité de la classe qui lui est attribuée ne sont pas systématiquement validées.

En somme, bien que la précision des données d'inventaire de la cartographie détaillée soit grandement améliorée par rapport aux données existant auparavant, elle ne peut se substituer aux visites de terrain pour confirmer la présence, la classification, le périmètre, l'état du milieu humide, et si nécessaire, pour caractériser d'autres paramètres (comme le contexte hydrologique du milieu humide et de son bassin versant, la végétation, la faune, etc.), lors de la planification d'un projet local de développement ou de conservation. Rappelons que la photo-interprétation des milieux humides est réalisée par des humains et qu'à ce titre des variations interpersonnelles d'interprétation sont possibles et nécessitent de prévoir une validation sur le terrain dans tout cas de projet de développement.

En ce qui concerne les données produites au sujet des pressions anthropiques, la méthodologie utilisée permettait difficilement de prédire l'évolution des activités humaines futures ou d'identifier l'état d'origine d'un milieu humide. Les données sont issues d'une observation à un moment précis dans le temps, soit en 2012-13. Ainsi, il se peut que certaines pressions notées aient évolué. À titre d'exemple, un champ en culture a pu être observé à proximité d'un milieu humide et donc identifié comme une pression de type agricole. Néanmoins, il est possible que la production agricole ait évolué et qu'elle ne soit plus une pression pour le milieu humide. Dans d'autres cas, il était plus aisé de déduire l'état du milieu humide d'origine et de constater sa fragmentation par la construction d'une route par exemple

De plus, la méthodologie utilisée ne permettait pas de bien juger l'impact réel des pressions observées sur l'intégrité écologique des milieux humides. Par exemple, il est impossible de déterminer précisément le niveau d'impact associé à la présence d'un canal de drainage à l'intérieur d'un milieu humide sans réaliser une étude hydrologique. Néanmoins, il a été possible de donner une appréciation qualitative générale qui demeure très pertinente.

8. UTILITÉ ET BÉNÉFICES DE LA CARTOGRAPHIE DÉTAILLÉE DES MILIEUX HUMIDES

La cartographie détaillée des milieux humides du territoire d'étude de la CMQ et les outils développés dans le cadre de ce projet sont des atouts considérables pour les intervenants

concernés par l'aménagement du territoire, tels que les différents ministères, les Villes / MRC, les municipalités, les Commissions régionales sur les ressources naturelles et le territoire (CRRNT), les Organismes de bassin versant (OBV), les Conseils régionaux de l'environnement (CRE), les promoteurs ou encore, les citoyens et autres organismes..

Cette cartographie des milieux humides permet d'offrir une base de connaissances et de travail commune. Cette information permettra d'intégrer plus facilement les milieux humides dans les processus de planification à la suite duquel les règlements municipaux d'urbanisme sont élaborés. Elle offre également un soutien considérable aux ministères dans l'application des diverses lois environnementales et aux municipalités pour l'aménagement du territoire et l'application règlementaire.

En fournissant une information précise et à jour sur la localisation, la classe et l'état des milieux humides présents sur le territoire, cette cartographie offre la possibilité d'identifier les milieux humides nécessitant une protection accrue ou encore des travaux de restauration. En effet, de multiples analyses spatiales peuvent être réalisées à partir des données fournies par cette cartographie, permettant ainsi d'élaborer des stratégies de conservation et de développement intégrées. De plus, il est maintenant possible d'amorcer un suivi de l'état des milieux humides et ainsi, de mieux documenter les pertes de milieux humides. Enfin, elle constitue un produit cartographique qui peut être utilisé pour sensibiliser le public à l'importance de protéger les milieux humides dans leur région.

À court terme, la cartographie détaillée des milieux humides répondra aux besoins des intervenants régionaux pour la planification du territoire. Également, la cartographie détaillée représente un atout pour la Communauté métropolitaine, les MRC, les CRRNT et les OBV qui pourront tenir compte des informations contenues dans le Plan métropolitain d'aménagement et de développement (PMAD), dans les schémas d'aménagement et de développement (SAD), dans les plans régionaux des ressources naturelles et du territoire (PRDIRT) et dans les plans directeurs de l'eau (PDE), ainsi que dans le Plan d'action et de gestion intégrée (PGIR) de la Table de concertation régionale du) Saint-Laurent .

À moyen et long termes, la cartographie détaillée des milieux humides aidera les organismes de conservation et le milieu municipal à cibler leurs actions afin de conserver les meilleurs habitats, de consolider les zones déjà protégées ou aménagées, et d'assurer une représentativité d'habitats. À l'échelle administrative (par ex. pour une MRC), cette information permettra, également, d'apprécier dans une perspective globale le caractère des milieux ou leur intérêt de conservation par rapport à d'autres milieux d'un territoire dans une perspective globale. De plus, le territoire à l'étude est découpé afin de favoriser une gestion intégrée de l'eau par bassin versant, pour que les milieux humides soient analysés dans leur contexte hydrographique.

À long terme, la cartographie détaillée des milieux humides offre un portrait de l'état actuel des milieux humides qui permettra de réaliser un suivi continu de ces milieux. Cette information est nécessaire pour évaluer l'efficacité des interventions et pour préciser les besoins de ressources en conservation.

9. CONCLUSION

La cartographie détaillée des milieux humides pour le territoire de la CMQ a permis d'actualiser les données issues de l'identification des milieux humides et de rendre accessible une base de données commune sur les milieux humides. Il s'agit de l'information la plus précise et la plus à jour produite jusqu'à maintenant pour l'ensemble de ce territoire. L'inventaire basé sur une démarche de photo-interprétation 3D des photographies aériennes numériques de 2011, a permis de détecter des milieux humides aussi petits que 0,3 ha, avec une bonne fiabilité. Cette cartographie, en plus de fournir une information précise sur la délimitation et les classes de milieux humides présents sur le territoire, offre toute une gamme d'informations détaillées sur ces milieux, obtenue grâce aux diverses campagnes de terrain et de survol ainsi qu'aux autres couches d'information géographique consultées. À la suite de l'inventaire des milieux humides, un effort considérable a également été consacré à la production d'outils géomatiques et de produits cartographiques rendant plus facile la consultation et l'utilisation des différentes données.

Les responsables de la gestion du territoire de la CMQ sont maintenant mieux outillés pour considérer les milieux humides dans leur réflexion concernant le développement. De cette manière, de nombreux conflits d'usages potentiels relatifs au développement du territoire pourront être discutés sur la base d'une information commune et objective.

Il est important de souligner que milieux humides jouent un rôle crucial en participant à la filtration de l'eau, à la régulation des crues et des inondations, à la diminution de l'érosion, à la recharge des nappes phréatiques et au patrimoine naturel avec la biodiversité des espèces fauniques et floristiques. La dégradation et la perte des milieux humides peuvent induire un coût pour la collectivité considérant la perte de nombreux services écologiques. Dans ce contexte, leur conservation et leur restauration, à des endroits stratégiques, peuvent constituer des choix tout aussi logiques d'un point de vue environnemental, qu'efficaces dans une perspective économique, conduisant ainsi à un développement territorial plus durable.

En conclusion, la cartographie détaillée des milieux humides du territoire de la CMQ constitue un point de départ pour la protection, la restauration et la mise en valeur de ces derniers. Ces outils de connaissance peuvent être d'un soutien important pour les gestionnaires du territoire et contribuer à promouvoir la conservation des milieux humides.

10. BIBLIOGRAPHIE ET RÉFÉRENCES

Agriculture et Agroalimentaire Canada, 1998, Le système canadien de classification des sols, troisième édition Agriculture et Agroalimentaire Canada Publication 1646, 187 p.

Beaulieu, J., S. Murray et C. Villeneuve. 2012. *Cartographie détaillée des milieux humides du territoire du Centre-du-Québec - rapport synthèse.* Canards Illimités – bureau du Québec et le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs. Québec, 44 p. http://www.ducks.ca/assets/2013/01/Rapport_carto_mhs_CdQ_mars2012.pdf (consulté en janvier 2014).

Beaulieu, J., G. Daigle, F. Gervais, S. Murray et C. Villeneuve. 2010. *Rapport de la cartographie détaillée des milieux humides du territoire de la Communauté métropolitaine de Montréal*. Canards Illimités - Québec et ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs. Québec, 60 p. http://www.ducks.ca/assets/2013/01/cmm_rapport.pdf (consulté en janvier 2014).

Canards Illimités Canada - Québec. 2008. *Plan régional de conservation des milieux humides de la région administrative Capitale-Nationale.* http://www.canards.ca/votre-province/quebec/programmes-et-projets/plans-regionaux-de-conservation-des-milieux-humides/ (consulté en janvier 2014).

Canards Illimités Canada - Québec. 2006. *Plan régional de conservation des milieux humides de la région administrative Chaudière-Appalaches.* http://www.canards.ca/votre-province/quebec/programmes-et-projets/plans-regionaux-de-conservation-des-milieux-humides/ (consulté en janvier 2014).

Canards Illimités Canada - Québec, 2009*. Classification des milieux humides et modélisation de la sauvagine dans le Québec forestier*, Canards Illimités Canada, bureau du Québec. (Métadonnées).

Couillard, L. et P. Grondin. 1986. *La végétation des milieux humides du Québec*. Les publications du Québec, Québec. 400 p.

Groupe de travail national sur les terres humides (GTNTH). 1988. *Terres humides du Canada*. Série de la classification écologique du territoire, no 24. Service canadien de la faune – Environnement Canada et Polyscience Publications Inc. Montréal (Québec) et Ottawa (Ontario). 452 p.

Groupe de travail national sur les terres humides (GTNTH). 1997. *Le système de classification des terres humides du Canada* (SCTHC)*, 2^{e} édition.* Édité par B.G. Warner et C.D.A. Rubec. Recherche sur les terres humides, Université de Waterloo. Waterloo. Ontario. 68 p.

Joly, Martin, S. Primeau, M. Sager et A. Bazoge, 2008. *Guide d'élaboration d'un plan de conservation des milieux humides*, Première édition, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs, 68 p. http://www.MDDEFP.gouv.qc.ca/eau/rives/Guide_plan.pdf (consulté en janvier 2014).

Initiative de conservation des oiseaux de l'Amérique du Nord : http://www.nabci.net/International/Francais/about_nabci.html (consulté en janvier 2014).

Inventaire canadien des terres humides (ICTH) / Canada Wetland Inventory (CWI). 2010. *Geobase National Hydro Network Data Model - Wetlands, version 6, alpha edition,* Natural Resources Canada, CWI Technical Committee.

Kirby, J. et J. Beaulieu. 2006. *Rapport méthodologique de la cartographie des milieux humides du territoire de la Communauté métropolitaine de Québec.* Rapport technique nº Q2006-2f, Canards Illimités Canada - Québec. 40 p.

Li, T. et J.P. Ducruc, 1999. Les provinces naturelles. Niveau I du cadre écologique de référence du Québec. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 90 p. http://www.mddep.gouv.qc.ca/biodiversite/aires_protegees/provinces/ (consulté en janvier 2014).

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. 2006. *Fiche d'identification des milieux aquatiques, humides et riverains.* Direction du patrimoine écologique et des parcs. 10 p. + annexes. www.MDDEFP.gouv.qc.ca/Eau/rives/delimitation.pdf (consulté en janvier 2014).

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune. 2008 et 2010. *Le Système d'information écoforestière* (SIEF). www.mrnf.gouv.qc.ca/forets/connaissances/connaissances-inventaire-cartes-sief.jsp (consulté en janvier 2014).

Plans conjoints des habitats de l'Est (PCHE) :
http://www.nabci.net/Canada/Francais/habitat_joint_ventures.html#PCHE

Service canadien de la faune, région de Québec, Environnement Canada. 2003. *Atlas de conservation des terres humides de la vallée du Saint-Laurent*.
www.qc.ec.gc.ca/faune/atlasterreshumides/html/AtlasTerresHumides_f.html (site web désactivé en 2010).

Tiner, R.W. 1999. *Wetland Indicators: A guide to wetland identification, delineation, classification, and mapping*. Lewis, Boca Raton. 392 p.

ANNEXE 1. Sources de données consultées pendant les travaux de photo-interprétation

Orthophotographies utilisées pour la photo-interprétation

1.	Modèles photogrammétriques 3D à l'échelle de CMQ, infrarouge, résolution de pixel 30 cm, été 2011 (avec feuilles).
2.	Modèles photogrammétriques 3D à l'échelle de la Ville de Lévis, couleur, échelle 1 : 15 000, printemps 2008 (sans feuilles).

Autres sources de données consultées

1.	Cartographie des milieux humides du territoire de la Communauté métropolitaine de Québec, 2005, Canards Illimités Canada.
2.	Atlas de conservation des terres humides de la vallée du Saint-Laurent, classification des milieux humides à partir d'images satellitaires Landsat 1993-94 et Radarsat 1999, échelle 1 : 80 000, Service canadien de la faune (SCF), 2003.
3.	Base de données topographiques du Québec (BDTQ) milieux humides non classifiés, hydrographie, réseau de transport, 1: 20 000, Ministère des Ressources naturelles (MRN).
4.	Classification des milieux humides à partir des données numériques du système d'information écoforestière (SIEF) ou cartes écoforestières du 3^{e} inventaire décennal du MRNF, effectuée par Canards Illimités en 2009, selon la méthodologie de classification développée par Ménard 2006 et Lemelin 2008.
5.	Milieux humides potentiels ou de repérage compilés par CI et MDDEFP à partir des données existantes pour les besoins du projet (assemblage des meilleures données des couches n^{o} 1 à 5).
6.	Milieux humides potentiels, Direction du Patrimoine écologique et des Parcs, Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, compilation des données existantes et disponibles en 2011 (assemblage des données de l'atlas SCF et SIEF 3^{e} et 4^{e} décennal).
7.	Données du Système d'information écoforestière (SIEF 4^{e} décennal) ou cartes écoforestières sur les groupements d'essence, les classes de drainage et les dépôts de surface, MRN, 2010.
8.	Placettes échantillons temporaires, permanentes ou d'observation écologique, MRN.
9.	Données pédologiques de l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA).

ANNEXE 2. Liste des champs et description des codes de la fiche de terrain

#	CODE	DESCRIPTION
1	DATE	Date de la visite de terrain (AAAAMMJJ)
2	PHOTO_TERR	Numéros des photos de terrain
3	OBSERV_1	Nom de l'observateur 1
4	OBSERV_2	Nom de l'observateur 2
5	MH_TYPE	Type de milieu humide
6	COMMENT_1	Commentaires sur le type de milieu humide
7	PRESS_1	Perturbation observée dans les mhs et ses terres hautes adjacentes - 1er niveau d'importance
8	PRESS_2	Perturbation observée dans les mhs et ses terres hautes adjacentes - 2ieme niveau d'importance
9	PRESS_3	Perturbation observée dans les mhs et ses terres hautes adjacentes - 3ieme niveau d'importance
10	COMMENT_2	Commentaires sur les perturbations observées
11	ESP_ARBO1	Espèce arborescente indicatrice de milieux humides - dominante 1
12	ESP_ARBO2	Espèce arborescente indicatrice de milieux humides - dominante 2
13	ESP_ARBO3	Espèce arborescente indicatrice de milieux humides - dominante 3
14	COMMENT_3	Commentaires sur les espèces arborescentes
15	ESP_A_IND1	Espèce arbuste et éricacé indicatrice de milieux humides - dominante 1
16	ESP_A_IND2	Espèce arbuste et éricacé indicatrice de milieux humides - dominante 2
17	ESP_A_IND3	Espèce arbuste et éricacé indicatrice de milieux humides - dominante 3
18	COMMENT_4	Commentaires sur les espèces arbustes et éricacés
19	ESP_H_IND1	Espèce herbacée indicatrice de milieux humides - dominante 1
20	ESP_H_IND2	Espèce herbacée indicatrice de milieux humides - dominante 2
21	ESP_H_IND3	Espèce herbacée indicatrice de milieux humides - dominante 3
22	COMMENT_5	Commentaires sur les espèces herbacées
23	ESP_ENVA1	Espèce envahissante observée dans les mhs et ses terres hautes adjacentes - 1er niveau d'importance
24	ESP_ENVA2	Espèce envahissante observée dans les mhs et ses terres hautes adjacentes - 2ieme niveau d'importance
25	ESP_ENVA3	Espèce envahissante observée dans les mhs et ses terres hautes adjacentes - 3ieme niveau d'importance
26	COMMENT_6	Commentaires sur les espèces envahissantes
27	AMOU	Abondance des mouchetures
28	DMOU	Dimension des mouchetures
29	PMOU	Profondeur des mouchetures (cm)
30	EPTOU	Épaisseur de la tourbe (cm)
31	DEPSJ	Dépôt sous-jacent
32	DRAIN	Classe de drainage du sol
33	COMMENT_7	Commentaires sur le sol
34	CONSERV	Potentiel / intérêt pour des activités de conservation
35	COMMENT_8	Commentaires sur le potentiel de conservation

MH_TYPE	Type de milieu humide
CODE	DESCRIPTION
EP	Eau peu profonde (< 2 mètres d'eau)
MS	Marais
PH	Prairie humide (graminoides non submergées)
ME	Marécage (terre noire < 30 cm.)
BG	Tourbière ombrotrophe - bog (terre noire > 30 cm)
FN	Tourbière minérotrophe - fen (terre noire > 30 cm)
TB	Tourbière ombrotrophe boisée (terre noire > 30 cm)
NA	Non applicable - pas un milieu humide

PRESS	Perturbation observée
CODE	DESCRIPTION
RES	Résidentielle
IND	Industrielle ou commerciale
AGR	Agricole
CFO	Coupe forestière
CRE	Creusage
DRA	Drainage
REM	Remblayage
REC	Récréative
TRA	Réseau transport
HYD	Ligne hydroélectrique
AUT	Autre - précisez dans COMMENT

ESP_ENVA	Espèce envahissante
CODE	DESCRIPTION
ROS	Roseau commun (Phragmites communis)
CHA	Chataigne d'eau (Trapa natans)
SAL	Salicaire pourpre (Lythrum salicaria)
BUT	Butome à ombrelle (Butomus umbellatus)
HYD	Hydrocharide grenouillette (Hydrocharis morsus ranae)
MYR	Myyriophylle à épi (Myriophyllum spicatum)
REN	Renoué Japonaise (Polygonum cuspidatum)
AUT	Autre - précisez dans COMMENT

ESP_ARBO	Espèces arborescentes
CODE	DESCRIPTION
BOG	Bouleau gris
BOJ	Bouleau jaune
BOP	Boiuleau à papier
CAC	Caryer cordiforme
CAF	Caryer ovale
CAR	Charme de caroline
CET	Cerisier tardif
CHB	Chêne blanc
CHE	Chêne bicolore
CHG	Chêne à gros fruit
CHR	Chêne rouge
EPB	Épinette blanche
EPN	Épinette noire
EPR	Épinette rouge
ERA	Érable argentée
ERG	Érable è Giguère
ERP	Acer pensylvanicum
ERR	Érable rouge
ERS	Érable à sucre
FRA	Frêne d'amérique
FRN	Frêne noir
FRP	Frêne de pensylvanie
HEG	Hêtre à grande feuille
MEL	Mélèze laricin
MIC	Micocoulier occidental
NOC	Noyer cendrée
ORA	Orme d'amérique
ORR	Orme rouge
ORT	Orme de thomas
OSV	Ostryer de virginie
PEB	Peuplier baumier
PED	Peuplier à feuilles deltoides
PEG	Peuplier à grandes dents
PET	Peuplier faux-tremble
PIB	Pin blanc
PID	Pin rigide
PIG	Pin gris
PIR	Pin rouge
PRP	Prunus pensylvanica
PRU	Pruche du Canada
PRV	Prunus virginiana
SAB	Sapin baumier
SAL	Salix sp.
THO	Thuya occidentalis
TIL	Tilleuil d'amérique
AUT	Autre - précisez dans COMMENT

ESP_A_IND	Espèce arbustive indicatrice de milieux humides
CODE	DESCRIPTION
AME	Amelanchier sp.
ARB	Arbuste bas érigés < 1m
ARH	Arbuste haut > 1 m
ARR	Arbustes rampants
AUR	Alnus rugosa
CAL	Chamaedaphne calyculata
COA	Cornus alternifolia
COC	Corylus cornuta
COR	Cornus stolonifera
CRA	Crataegus sp.
ERE	Érable à épis
ERI	Éricacés érigées
ILV	Ilex verticiliata
KAA	Kalmia angustifolia
LEG	Ledum groenlandicum
MYG	Myrica gale
NEM	Némopanthus mucronatus
RHC	Rhododendron canadense
RUI	Rubus idaeus
SPL	Spiraea latifolia
VAA	Vaccinium angustifilium
VIC	Viburnum Cassinoides
AUT	Autre - précisez dans COMMENT

ESP_H_IND	Espèce herbacée indicatrice de milieux humides
CODE	DESCRIPTION
ARA	Arisaema atrorubens
CAE	Carex exilis
CAO	Carex oligisperma
CAX	Carex sp.
CCA	Calamagrostis canadensis
CYJ	Cypéracées joncacées
DRO	Drosera sp.
DRS	Dryopteris spinulosa
ERI	Eriophorum sp.
FOU	Fougères
GAS	Galium sp.
GRA	Graminées
HFL	Herbacées à feuilles larges
IMC	Impatiens capensis
IRV	Iris versicolor
LAT	Latifoliées
LIC	Lichen
MAT	Matteuccia struthiopteris
MOU	Mousses
ONS	Onoclea sensibilis
OSC	Osmunda cinnamomea
OSR	Osmunda regalis
OSY	Osmunda claytoniana
SAR	Sarracenia purpurea
SCC	Scirpus cespitosus
SIP	Siirodela polyrhiza
SMT	Smilacine trifolia
SON	Sol nu
SPS	Sphaignes sp.
TYL	Thypha latifolia
VIS	Viola sp.
AUT	Autre - précisez dans COMMENT

AMOU	Abondance des mouchetures
CODE	DESCRIPTION
AU	Aucune
PA	Peu abondant < 2% du profil
MA	Moyennement abondant 2 à 20% du profil
TA	Très abondant > 20% du profil

DMOU	Dimension des mouchetures
CODE	DESCRIPTION
P	Petite < 5 mm de diamètre
M	Moyenne 5 à 15 mm de diamètre
G	Grosse >15 mm de diamètre

TOUTYP	Type de tourbe
CODE	DESCRIPTION
F	Fibrique
M	Mésique
H	Humique

DEPSJ	Dépôt sous-adjacent
CODE	DESCRIPTION
A	Argile limon
T	Till ,Sable et Gravier
R	Roc et Blocs

DRAIN	Classe de drainange du sol
CODE	DESCRIPTION
1	Drainage excessif
2	Drainage bon
3	Drainage modéré
4	Drainage imparfait (Mouchetures distincte et marqué 50 et 100 cm)
5	Drainage mauvais (Mouchetures marqué entre 0 et 50 cm, sol fortement gleyifié)
6	Drainage très mauvais

CONSERV	Potentiel / intérêt pour des activités de conservation
CODE	DESCRIPTION
PRO	Protection
RES	Restauration
NIC	Nichoirs
EDU	Éducation / sensibilisation
AUT	Autre - précisez dans COMMENT

ANNEXE 3. Liste des attributs de la base de données des milieux humides

ID	Code	Longueur	Type	Description du champ
1	RECNO	5	Numérique	Identifiant unique attribué aux polygones de milieux humides à l'échelle du Centre-du-Québec.
2	CLASSE_NOM	40	Caractère	Classe ou type de milieu humide identifié par les travaux de photo-interprétation (7 classes).
3	CLASS_NAME	25	Caractère	Nom du type ou classe de milieu humide en anglais.
4	NIV_CONF_D	16	Caractère	Niveau de confiance par rapport à la présence du milieu humide ainsi que sa délimitation (bon, moyen, faible).
5	NIV_CONF_C	16	Caractère	Niveau de confiance quant à la classe de milieux humides attribuée au polygone (bon, moyen, faible).
6	TYP_VALID	16	Caractère	Type de validation effectué sur le polygone (terrain, survol, non validé).
7	SOURCE_DOCUM	30	Caractère	Source de documents ou données géographiques ayant contribuée aux travaux de photo-interprétation.
8	ANNEE_DOCUM	4	Date	Année de diffusion de la documentation utilisée.
9	SOURCE_PHOTO	30	Caractère	Source et type de photographies aériennes utilisées pour la photo-interprétation (eg. modèle stéréoscopique, printemps)
10	ANNEE_PHOTO	4	Date	Années des photographies aériennes utilisées pour la photo-interprétation.
11	NOTES	150	Caractère	Remarques ajoutées lors de la photo-interprétation ou suite à la validation terrain, jugées pertinentes prendre en considération.
12	DA_CREATION	8	Date	Date de création du polygone (année/mois/jour).
13	DA_MODIF	8	Date	Dernière date de modification à la délimitation ou la classification du polygone (année/mois/jour).
14	EDITEUR	38	Caractère	Initiales du photo-interprète ainsi que l'acronyme de l'organisation auquel il appartient.
15	PROJET	50	Caractère	Référence à la phase de réalisation des travaux d'inventaire du projet de cartographie détaillée des milieux humides.
16	PRESSION_1	50	Caractère	Pression dominante observée sur les orthophotos 2007 (11 types).
17	PRESSION_2	50	Caractère	Pression secondaire observée sur les orthophotos 2007 (11 types).
18	PRESSION_3	50	Caractère	Pression tertiaire observée sur les orthophotos 2007 (11 types).
19	PR_IMPACT	10	Caractère	Impact des pressions observées (aucune, faible, moyen, fort)
20	PR_NOTES	100	Caractère	Notes complémentaires sur les pressions observées (ex. cannebergières)
21	MH_HA	2 décimales	Numérique	Superficie des milieux humides en hectares.

ANNEXE 4. Exemples de photos obliques et de terrain des milieux humides sur le territoire de la CMQ.











