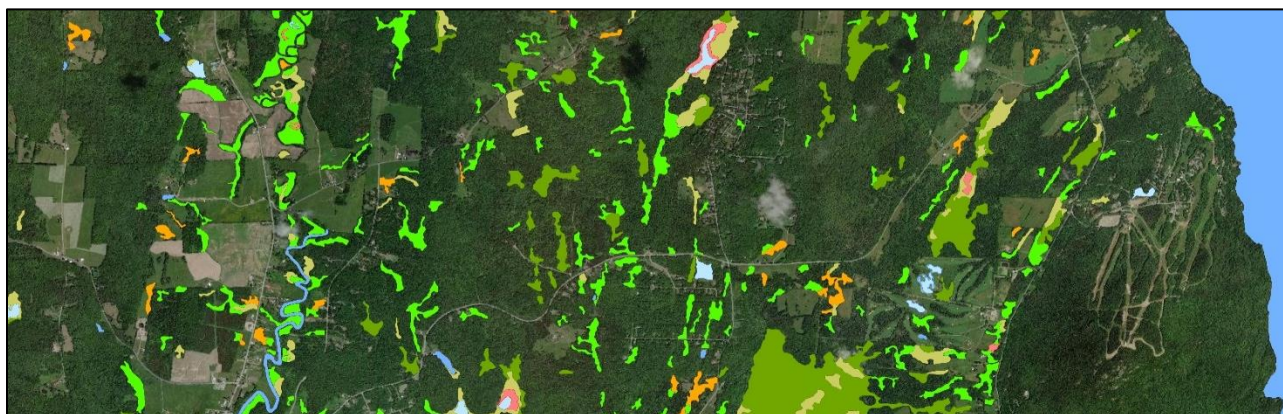


CARTOGRAPHIE DÉTAILLÉE DES MILIEUX HUMIDES POUR LE TERRITOIRE DE L'ESTRIE PHASE 3 – MRC DE MEMPHRÉMAGOG



RAPPORT TECHNIQUE

Septembre 2020



**Environnement
et Lutte contre
les changements
climatiques**

Québec 

Citation pour le rapport technique :

Canards Illimités Canada et le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. 2020. *Cartographie détaillée des milieux humides, territoire de l'Estrie phase 3 - MRC de Memphrémagog - Rapport technique*. 43 pages.

Citation base de données et projet cartographique spécifique :

Canards Illimités Canada (CIC) et ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). 2020. *Cartographie détaillée des milieux humides des secteurs habités du sud du Québec - territoire MRC Memphrémagog 2020 - Données géographique* [ArcMap, ESRI Canada], Québec (Québec).

Illustrations de la page couverture :

Aperçu des données des milieux humides classifiés de la cartographie détaillée, municipalité de Potton.

Photos obliques et terrain prises par CIC et le MELCC :

- 1) Municipalité Orford, MRC de Memphrémagog
- 2) Municipalité Eastman, MRC de Memphrémagog
- 3) Municipalité Potton, MRC de Memphrémagog

COLLABORATION

Le présent rapport présente les étapes et les résultats des travaux de cartographie détaillée des milieux humides de l'Estrie, phase 3, territoire de la MRC de Memphrémagog. Ce travail a été effectué en 2019-2020 par l'équipe de réalisation du projet global de cartographie détaillée des milieux humides des secteurs habités du sud du Québec. Cette équipe est composée des représentants de Canards Illimités Canada (CIC) et du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC).

CIC et le MELCC contribuent financièrement et en nature au projet global depuis 2009, en plus d'être partenaires dans le développement de la méthodologie utilisée pour réaliser la cartographie détaillée des milieux humides pour les secteurs habités du sud du Québec. Le développement d'outils géomatiques et de produits cartographiques pour faciliter la diffusion et la consultation des données du projet global est une contribution de CIC et de ses donateurs.

Ce projet a été rendu possible grâce à la participation de plusieurs partenaires gouvernementaux, régionaux et municipaux : le MELCC, Environnement et Changement climatique Canada (ECCC), la MRC de Memphrémagog, le Conseil de gouvernance de l'eau des bassins versants de la rivière Saint-François (COGESAF) et l'Université de Sherbrooke.

L'université de Sherbrooke a contribué financièrement à la réalisation des travaux de cartographie du projet de l'Estrie.

Le COGESAF a contribué au projet en effectuant la coordination des collaborations avec les intervenants municipaux et régionaux. Le COGESAF a aussi participé à plusieurs étapes, telles que la campagne de terrain, l'organisation des rencontres en région et a participé aux différentes rencontres de partage de connaissances et de données sur le territoire.

La MRC de Memphrémagog a contribué au projet en effectuant la coordination des collaborations avec les intervenants municipaux et régionaux. La MRC a aussi participé à la campagne de validation terrain, aux rencontres de partage de connaissances et par le partage de données sur le territoire.

Le MELCC a participé au projet de la MRC de Memphrémagog, phase 3, en Estrie par le partage de plusieurs données géographiques nécessaires pour la photo-interprétation, ainsi qu'en ressources humaines pour la campagne de validation des données sur le terrain et la vérification de l'homogénéité des travaux de photo-interprétation.

Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) - Service canadien de la faune (SCF) a contribué financièrement, dans le cadre du Plan conjoint des habitats de l'Est (PCHE) de la région du Québec.

TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION ET MISE EN CONTEXTE	5
2	TERRITOIRE D'ÉTUDE.....	9
3	DÉFINITIONS ET CLASSIFICATION DES MILIEUX HUMIDES	10
3.1	Définition d'un milieu humide	10
3.2	Système de classification utilisé pour les milieux humides	10
4	MÉTHODOLOGIE D'INVENTAIRE PAR PHOTO-INTERPRÉTATION.....	14
4.1	Éléments de base à la photo-interprétation	14
4.2	Préparation des données aux fins de photo-interprétation	15
4.3	Reconnaissance aérienne du territoire	15
4.4	Photo-interprétation initiale.....	16
4.5	Validation sur le terrain	17
4.6	Révision de la photo-interprétation.....	18
4.7	Identification des pressions anthropiques.....	19
4.8	Création des complexes de milieux humides	20
4.9	Compilation des données finales.....	21
4.10	Précision des données finales.....	22
5	RÉSULTATS DE LA CARTOGRAPHIE	24
5.1	Statistiques générales sur les milieux humides	24
5.2	Statistique sur les pressions anthropiques	25
5.3	Statistiques sur les complexes de milieux humides	27
6	OUTILS GÉOMATIQUES	29
6.1	Cartes interactives	29
6.2	Application géomatique ArcMap.....	31
6.3	Base de données	32
7	LIMITATIONS DES DONNÉES	33
8	UTILITÉ ET BÉNÉFICES DE LA CARTOGRAPHIE	34
9	CONCLUSION.....	35
ANNEXE 1. Sources de données consultées pendant les travaux de photo-interprétation..		36
ANNEXE 2. Liste des champs et description des codes de la fiche de terrain.....		37
ANNEXE 3. Liste des attributs de la base de données milieux humides.		40
ANNEXE 4. Exemples de photos obliques et de terrain des milieux humides		41
BIBLIOGRAPHIE ET RÉFÉRENCES.....		42

1 INTRODUCTION ET MISE EN CONTEXTE

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

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 la gestion durable du territoire. Au cours des dernières années, de plus en plus de gestionnaires du territoire, tant à l'échelle locale et régionale qu'à l'échelle nationale, ont exprimé le besoin de se doter d'un outil cartographique, afin d'améliorer leur processus de prise de décisions en matière de protection des milieux humides. Cet intérêt découle notamment du rôle crucial que jouent les milieux humides au service des communautés au niveau de la filtration de l'eau, de la régulation des crues et des inondations, de la diminution de l'érosion, de la recharge des nappes phréatiques, de la séquestration du carbone en plus du rôle d'habitat pour de nombreuses espèces fauniques et floristiques.

La cartographie des milieux humides, en plus d'être accessible au public, est un outil pour les municipalités, les organismes des bassins versants et les industries qui ont besoin d'avoir des informations précises et à jour sur la localisation des milieux humides dans leur région, de manière à prendre des décisions les plus éclairées pour le développement durable du territoire. En s'appuyant sur ces données, les intervenants de tous les échelons seront davantage en mesure d'améliorer la gestion de l'eau et des milieux humides de leur territoire. Dans un contexte d'acquisition de connaissances, localiser et identifier les milieux humides est primordial pour la conservation de la biodiversité et la lutte contre les changements climatiques.

À cet égard, Canards Illimités Canada (CIC) a développé, depuis 2003, les *Plans régionaux de conservation des milieux humides du Québec*, en collaboration avec le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC), le ministère de la Forêt, de la Faune et des Parcs (MFFP), le ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire (MAMOT), le Service canadien de la faune (Environnement Canada), et Pêches et Océans Canada (MPO). 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'informations sur les milieux humides et décrivent leur situation à l'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 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 MELCC et CIC a été signée en 2009. Cette entente prévoyait 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).

Dans ce contexte, CIC et le MELCC ont d'abord réalisé la cartographie détaillée des milieux humides du territoire de la Communauté métropolitaine de Montréal pour établir la méthodologie de cartographie des milieux humides par photo-interprétation. Ils ont par la suite entrepris, entre 2011 et 2015, la cartographie détaillée des milieux humides pour les régions administratives du Centre-du-Québec, de Chaudière-Appalaches et de la Montérégie. Puis entre 2015 et 2019 furent couverts, en partie ou en totalité, les territoires de la Communauté métropolitaine de Québec, de la région administrative de la Mauricie, de Portneuf, des régions administratives de Lanaudière, des Laurentides, la partie basses-terres du Saint-Laurent de la MRC de Kamouraska, les basses-terres de l'Outaouais et ses environs, la plaine du Lac-Saint-Jean ainsi que la deuxième phase en Estrie. En 2019-2020 le projet global de cartographie détaillé se poursuit dans les zones habitées du sud du Québec par la complétion de la MRC des Laurentides. Une troisième phase s'ajoute au territoire de l'Estrie (MRC de Memphrémagog) et une deuxième phase, au Saguenay-Lac Saint-Jean, est amorcée.

Le présent rapport technique porte sur la MRC de Memphrémagog, phase 3, en Estrie

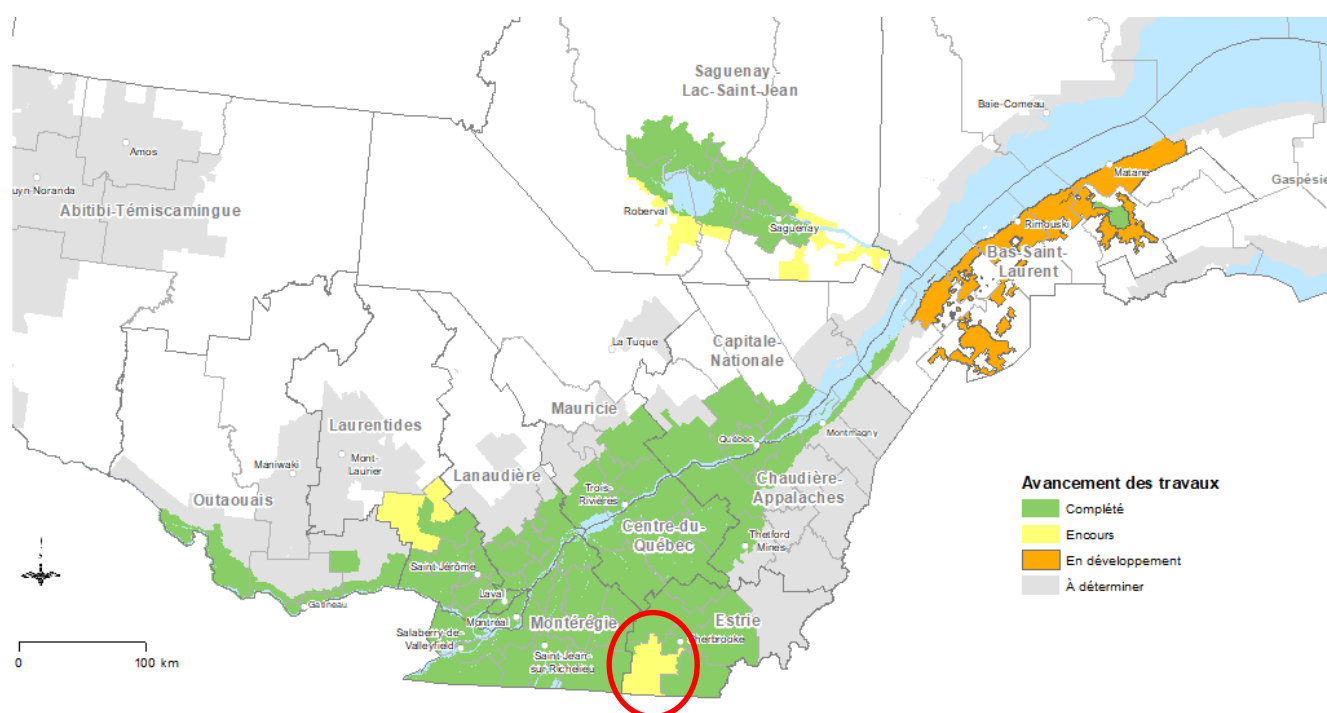


Figure 1. Territoire visé par le projet de cartographie détaillée des milieux humides des secteurs habités du sud du Québec (territoire de la MRC de Memphrémagog, phase 3, en Estrie).

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 partir d'interprétation de photographies aériennes. La photo-interprétation est réalisée à l'aide d'un système informatisé permettant leur visualisation en trois dimensions, à l'aide des modèles stéréoscopiques les plus récents (technologie permettant la perception du relief sur une photo aérienne numérique). La cartographie détaillée des milieux humides est par la suite validée par des survols aériens et des visites de terrain selon un échantillonnage préétabli. La base de données finale inclut tous les milieux

humides de 0,3 hectare et plus. La typologie s'appuie sur les méthodes contenues dans la *Fiche d'identification et de délimitation des écosystèmes aquatiques, humides et riverains* du MELCC et le *Guide d'identification et délimitation des milieux humides du Québec méridional* (MELCC, 2015).

La cartographie détaillée comprend 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 connaissances permettront une réelle prise en compte des milieux humides dans l'aménagement du territoire, selon les principes du développement durable.

Les objectifs du projet global étaient les suivants :

- effectuer par photo-interprétation, à l'aide des photographies aériennes et des modèles stéréoscopiques les plus récents disponibles, une cartographie détaillée des milieux humides (0,3 ha et +) pour les secteurs habités du sud du Québec ;
- valider la photo-interprétation des milieux humides à l'aide de survols aériens et par des visites sur le terrain selon un échantillonnage représentatif, 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 et par l'organisation de diverses rencontres à cet égard. La clientèle visée est la suivante : 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) ou les Conseils régionaux de l'environnement (CRE).

La cartographie détaillée des milieux humides de la MRC de Memphrémagog 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 (protection, restauration, etc.). De plus, elle constituera un outil d'information supplémentaire pour le MELCC s'il désire réaliser un suivi de la situation des milieux humides à l'échelle du Québec, de ses régions ou des basses-terres du Saint-Laurent.

À l'échelle régionale, l'information recueillie pourra servir à de multiples fins, surtout de planification. Il est par exemple possible de l'utiliser à l'échelle des bassins versants, ce qui sera particulièrement utile pour les organismes de bassin versant (OBV) dans la réalisation des Plans directeurs de l'eau (PDE), ou encore pour les tables de concertation régionale (TCR) dans la réalisation du Plan de

gestion intégrée régional (PGIR) du Saint-Laurent. Enfin, elle pourra être très utile pour l'élaboration des Plans régionaux des milieux humides et hydriques (PRMHH) et leur intégration subséquente dans les schémas d'aménagement et de développement (SAD) des MRC et les plans d'urbanisme (PU) des villes et municipalités.

Enfin, à l'échelle locale, la connaissance de la localisation des milieux humides sera un important soutien pour les municipalités dans l'élaboration de leurs règlements municipaux. Cette cartographie bénéficiera aussi aux propriétaires privés qui seront mieux informés de la présence potentielle de milieux humides sur leurs terres.

Essentiellement, cette démarche de cartographie vise à fournir les outils permettant de travailler en amont du développement afin d'éviter les fréquents conflits d'usage qui peuvent exister entre le développement et la conservation.

2 TERRITOIRE D'ÉTUDE

Situé dans la province naturelle des Appalaches, le territoire d'étude de la MRC de Memphrémagog est d'une superficie de 1 444 km² et couvre 17 municipalités. Le territoire se trouve dans le bassin versant Saint-François et baie Missisquoi. La MRC de Memphrémagog fait partie du projet cartographie détaillée des milieux humides de l'Estrie. La phase 1 fut complétée 2016-2017, la phase 2, en mars 2020, et la phase 3, MRC de Memphrémagog, en septembre 2020. Nous prévoyons une éventuelle phase 4 pour compléter le territoire du bassin versant COGESAF comprenant la MRC Le Granit et la MRC Les Appalaches.

La MRC de Memphrémagog possède plusieurs milieux humides intéressants sur le plan de la biodiversité. Le territoire vallonné et relativement escarpé par endroits conditionne la présence de milieux humides de type fen associés au réseau hydrique. Généralement, le territoire est constitué de milieux humides boisés, et est composé majoritairement de marécages. La présence de plusieurs espèces fauniques (tortue des bois dans les rivières Missisquoi et Tomifobia, salamandre pourpre, salamandre sombre du Nord, grenouille des marais) et floristiques à statut précaire, dont plusieurs sont associées aux milieux humides.

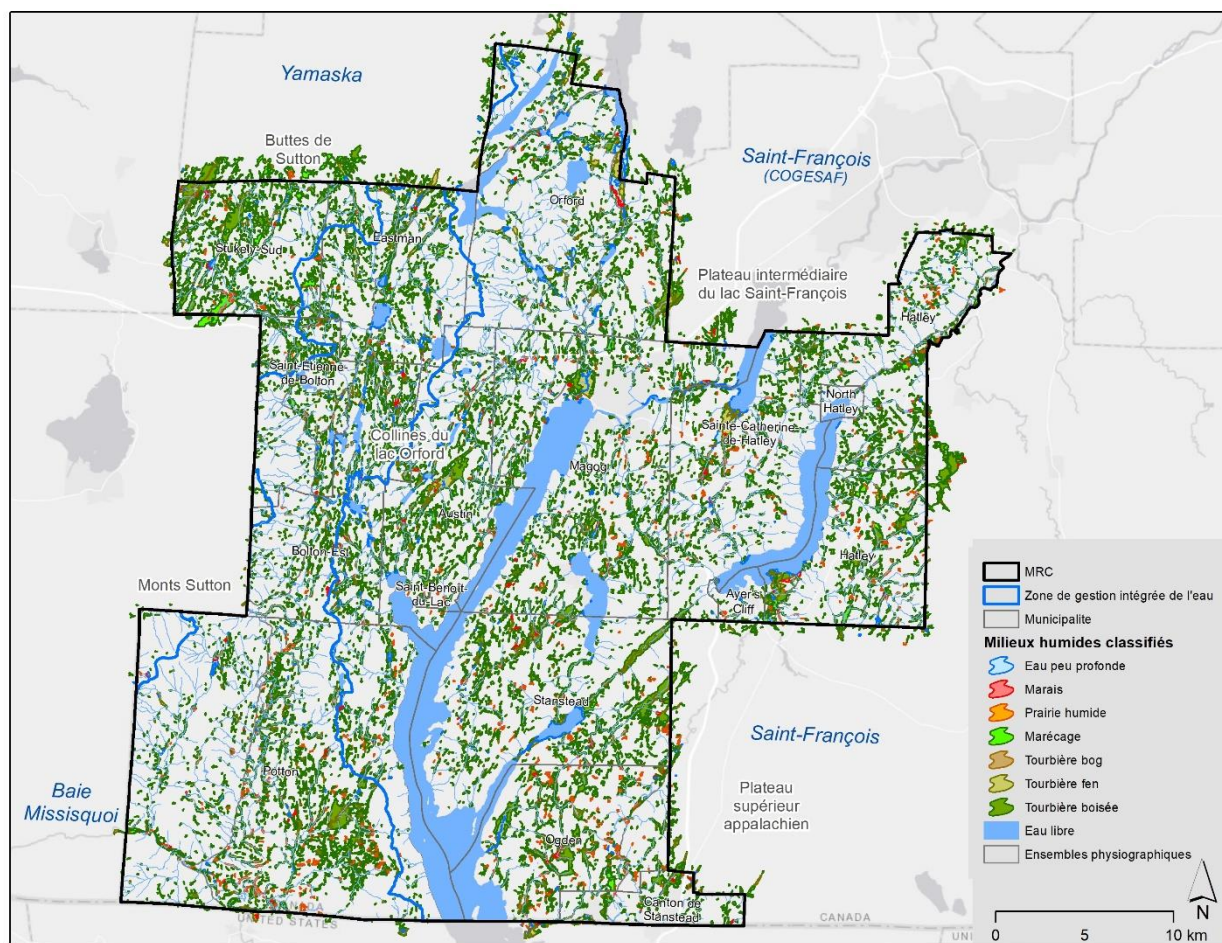


Figure 2. Carte du territoire de la MRC de Memphrémagog, Estrie phase 3 pour la cartographie détaillée des milieux humides.

3 DÉFINITIONS ET CLASSIFICATION DES MILIEUX HUMIDES

3.1 Définition d'un milieu humide

Le terme « 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 MELCC 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'espèces hygrophiles, 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 ou la composition de la végétation. Les sols sont minéraux ou organiques et présentent des indices de mauvaises conditions de drainage. La végétation se compose d'espèces ayant une préférence ou une tolérance à une inondation périodique ou permanente. Les eaux peu profondes, les marais, les marécages et les tourbières sont des types de 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 ; 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.).

Le MELCC a récemment mis à jour le cadre légal et réglementaire entourant les milieux humides et hydriques. Basée sur la science, la Loi introduit une définition claire de l'expression « milieux humides et hydriques » à l'article 46.0.2 de la LQE.

3.2 Système de classification utilisé pour les milieux humides

Le système de classification 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 (MDDEP, 2006);
- être adaptée au guide d'identification et délimitation des milieux humides du Québec méridional (MDDELCC, 2015);
- 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 couvert² 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, graminéoïde) couvrant² 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 organominérale.



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



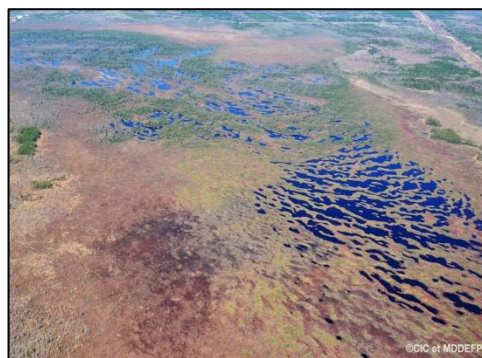
² Le couvert est la proportion de la surface du milieu humide occupée par la projection au sol du feuillage de l'ensemble des strates de végétation.

Marécage – Milieu humide, souvent riverain, inondé de manière saisonnière lors des crues, ou caractérisé par une nappe phréatique élevée. On trouve également des marécages isolés qui sont alimentés en eau par le ruissellement ou par des résurgences de la nappe phréatique. Ces milieux sont dominés par une végétation ligneuse, arbustive et arborescente, dont le couvert³ est supérieur à 25 % de la superficie totale. Le sol minéral présente un mauvais drainage ainsi que des signes caractéristiques d'oxydation (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 organique⁴. 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 ouvert⁵ 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 occupée 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 ouvert⁵ 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 couvert⁶ 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.



© CIC et MDDEFP



© CIC et MDDEFP



© CIC et MDDEFP

⁶ Le couvert est la proportion de la surface du milieu humide occupée 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 2018. La délimitation et la classification des milieux humides sont réalisées par photo-interprétation, à l'aide de la photogrammétrie assistée par ordinateur 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 données 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 graphiquement 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 : le contexte géographique, le type de végétation et sa structure, la topographie, les dépôts de surface ainsi que l'hydrologie. Somme toute, c'est la combinaison de ces éléments qui permet de bien délimiter et classer 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 pour ce projet est de 0,3 ha pour la zone d'étude. Pour ce faire, l'interface de visualisation du territoire des photo-interprètes est munie d'une cible représentant une aire de 0,3 ha, ce qui 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 sont souvent associés à un complexe de milieux humides de 0,3 ha et plus. Par ailleurs, il existe dans la base de données des milieux humides aussi petits que 0,1 ha en complexe ou en zone urbaine.

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 à laquelle le territoire est analysé. Afin de tenir compte de l'importance de ces microhabitats, 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 soit considéré comme un seul et même marécage.

Aussi, certaines infrastructures peuvent perturber l'hydrologie des milieux humides qu'elles traversent, conduisant à une fragmentation des milieux. Dans le but de standardiser la méthode de cartographie, toutes les routes principales pavées ou non sont soustraites des polygones de milieux humides.

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 comme les données existantes sur les milieux humides, l'hydrographie, les données de référence de la région administrative, la base de données topographique du Québec (BDTQ), les données du système d'information écoforestières (IEQM), les placettes-échantillons permanentes et temporaires des inventaires écoforestiers du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) ainsi que la couverture pédologique de l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA). Le territoire de la MRC de Memphrémagog a été analysé avec les produits dérivés du LIDAR.

Afin de procéder à la photo-interprétation des milieux humides du territoire d'étude, plusieurs sources d'imagerie ont été utilisées pour ce projet incluant des modèles photogrammétriques 3D en infrarouge pris au printemps 2018 (sans couvert forestier et avec couvert forestier) avec une résolution de pixel de 20 centimètres pour l'ensemble du territoire et d'une résolution de 10 cm dans les secteurs disponibles tels la plupart des périmètres urbains. Les photos aériennes du printemps permettent de mieux distinguer la topographie et dans certains cas, l'eau au sol, tandis que les photos aériennes de l'été 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. Pour visualiser les changements dans le temps, le territoire fut visualisé avec les modèles photogrammétriques 3D en infrarouge pris au printemps 2013 (sans couvert forestier) avec une résolution de pixel de 21 centimètres. Au besoin, certaines photographies aériennes plus anciennes et autres images satellitaires à haute résolution ont pu être consultées (voir en annexe 1).

Une couche d'information des milieux humides potentiels (MELCC, 2019) 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 périodes. 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 Reconnaissance aérienne du territoire

Une reconnaissance aérienne du territoire a été réalisée au printemps et à l'été 2018 afin de documenter davantage les milieux humides présents sur le territoire. Lors des survols aériens, le plus grand nombre possible de milieux humides sont alors photographiés en vue oblique. Ces photographies obliques sont une source d'information importante pour les photo-interprètes, principalement pour 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. Deux personnes (autres que le pilote) ont participé au survol : une personne pour la prise de photos et une deuxième pour prendre des photos et guider le pilote. Un iPad avec GPS a été utilisé 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, 305 kilomètres ont été survolés dans le secteur de la MRC de Memphrémagog, à une altitude moyenne d'environ 430 mètres et 583 photos obliques ont été prises et géolocalisées. Les photos ont été prises avec des appareils photo de type réflex et un iPad. La figure 3 illustre la trajectoire des survols et la localisation des photos obliques de 2018.

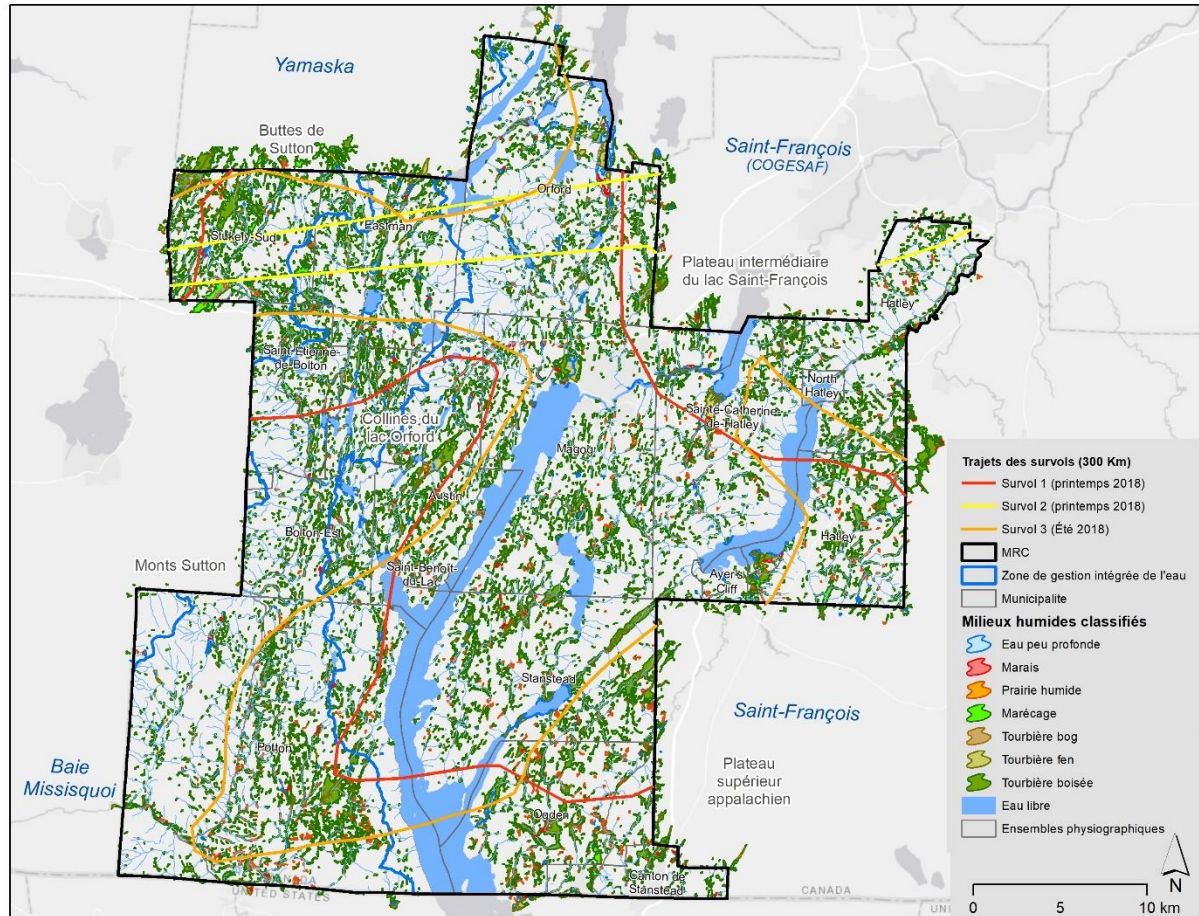


Figure 3. Trajectoires des survols et localisation des photos obliques prises en 2018.

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 même traitement a été réalisé pour les photographies prises lors des travaux de validation sur le terrain (section 4.5). 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.

4.4 Photo-interprétation initiale

Une fois les étapes de préparation des données et de reconnaissance du territoire 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.

En plus de ces informations, les photo-interprètes attribuent un niveau de confiance quant à la délimitation et la classification du milieu humide qu'ils identifient, le niveau de confiance est basé sur des critères de photo-interprétation. Le photo-interprète peut ainsi indiquer que la classe ou la délimitation du milieu humide possède une confiance bonne, moyenne ou faible en lien avec la présence des critères de photo-interprétation. La source de données outils@canards.ca consultée qui s'est avérée la plus utile pour l'identification est indiquée dans la table d'attribut, en plus de la source principale des photographies aériennes utilisées pour effectuer la photo-interprétation. L'annexe 1 présente les sources de photos aériennes et les données complémentaires consultées pendant les étapes de photo-interprétation.

La présence de perturbations anthropiques majeures ou irréversibles complique le travail de photo-interprétation. Une validation terrain peut s'imposer dans le but de définir la présence ou non de milieux humides.

4.5 Validation sur le terrain

Une campagne de validation sur le terrain a été réalisée par des équipes constituées de membres du personnel de CIC, du MELCC, du COGESAF, de la MRC de Memphrémagog et des municipalités. 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 milieux humides a été effectuée afin de définir un échantillon représentatif de l'ensemble du territoire. Les critères de sélection étaient :

- Les sites dont le niveau de confiance est faible ou moyen pour la délimitation ou la classification selon la photo-interprétation initiale.
- La représentativité des milieux humides selon leur classe et leur superficie (< 1 ha, 1 à 10 ha, > 10 ha), du cadre écologique de référence et limite administrative.

Pour chacun des sites visités, une fiche numérique de validation et de caractérisation des milieux humides a été remplie à l'aide d'un iPad et du logiciel *ArcGIS Online Collector* permettant de documenter 53 attributs d'information référant à la végétation, au type de sol et aux conditions hydrologiques, conformément à la méthode d'identification et délimitation des milieux humides du Québec méridional (MDDELCC 2015) (voir annexe 2).

Au terme des travaux de validation sur le terrain effectué à l'été 2019, 156 sites sur l'ensemble du territoire de la MRC de Memphrémagog (voir figure 4) ont été visités pour lesquels une fiche de terrain a été remplie.

Enfin, soulignons que, les photographies prises aux visites terrains sont disponibles dans le fichier de points à référence spatiale (photo-georef) qui est produit à partir de la géolocalisation des photographies (858 photos de terrain).

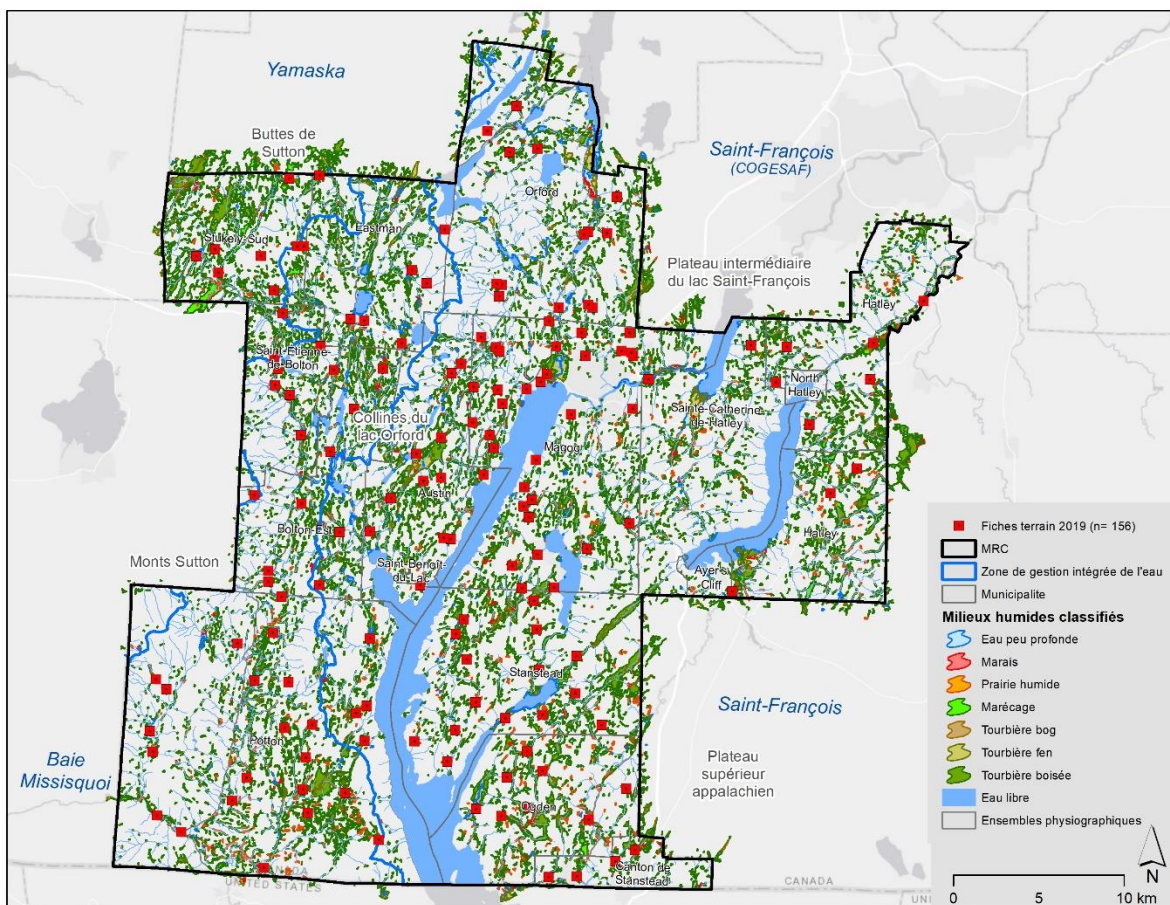


Figure 4. Sites de validation des milieux humides sur le terrain.

4.6 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 été consultées à cette étape, afin de considérer ces informations lors du travail de photo-interprétation. Les polygones de milieux humides créés lors du balayage initial ont alors 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 apporté. Une importante étape de présentation et de vérification des données préliminaires a été effectuée avec les représentants de l'environnement, de l'aménagement du territoire et de l'organisme de bassins versants. Cette étape a pris la forme d'ateliers de travail, en février 2020, aux bureaux de la MRC de Memphrémagog, lors desquels les données préliminaires ont été présentées aux partenaires du projet. Les personnes qui œuvrent localement dans ce domaine ont permis de bonifier les résultats de la cartographie en fournissant leurs commentaires, leurs connaissances du territoire ainsi que d'autres données d'inventaire ou de caractérisation des milieux humides disponibles pour des

secteurs précis de la zone d'étude. Après l'atelier, les photo-interprètes ont révisé de nouveau la cartographie à partir de ces nouvelles connaissances fournies par les partenaires du projet.

Une fois les travaux de photo-interprétation terminés, une étape d'harmonisation des données a été effectuée entre les photo-interprètes de CIC et du MELCC pour s'assurer de l'homogénéité et de la qualité des données produites. Elle s'inscrit dans la démarche de cartographie détaillée du projet global, ce qui permet une uniformité de la norme pour l'ensemble des données des territoires couverts. Cette dernière étape de vérification de la conformité et de l'homogénéité des données a été effectuée par un photo-interprète expérimenté du MELCC en juillet 2020.

4.7 Identification des pressions anthropiques

Afin d'augmenter le niveau de connaissance et de mieux documenter l'état des milieux humides au bénéfice des responsables de la planification à l'échelle de la MRC de Memphrémagog, tous les milieux humides inventoriés ont été analysés pour documenter le type et l'ampleur des perturbations (ou pressions) les affectant à l'intérieur et en périphérie des milieux humides. Les attributs des pressions sont saisis dans la base de données de façon semi-automatisée à l'aide d'outil d'analyse spatiale. Pour chaque type de pression, une couche d'information est superposée, à titre d'exemple pour les pressions « réseau de transport », la couche AQRéseau+ de Adresse Québec a été utilisée. Une dernière étape à partir des orthophotographies de 2018 est effectuée manuellement à titre de contrôle de la qualité et de mise à jour. Les perturbations observées sur le terrain ont également été prises en compte et intégrées 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 routier, réseau de transport d'énergie, récréative (terrain de golf, VTT), coupe forestière, canal de drainage, remblayage, creusage et espèces envahissantes. Si aucune perturbation n'a été observée avec les orthophotos ou sur le terrain, la valeur « aucune pression visible » n'est inscrite dans le champ *pression_1*.

Le niveau d'impact (PR_IMPARCT) des pressions identifiées a été documenté 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 le contour du milieu humide); moyen (altération modérée qui affecte entre 25 et 50 % de la superficie ou le contour du milieu humide); ou fort (altération sévère qui affecte plus de 50 % de la superficie ou le contour du milieu humide). Le niveau d'impact est une évaluation visuelle et aucune étude terrain n'a été effectuée pour valider l'impact de la perturbation sur les milieux humides.

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

La figure 5 fournit des exemples visuels des divers types de pressions identifiables à l'aide des orthophotos les plus récentes. Quelques statistiques sur les pressions anthropiques sont fournies dans la section 5.2 de ce rapport.

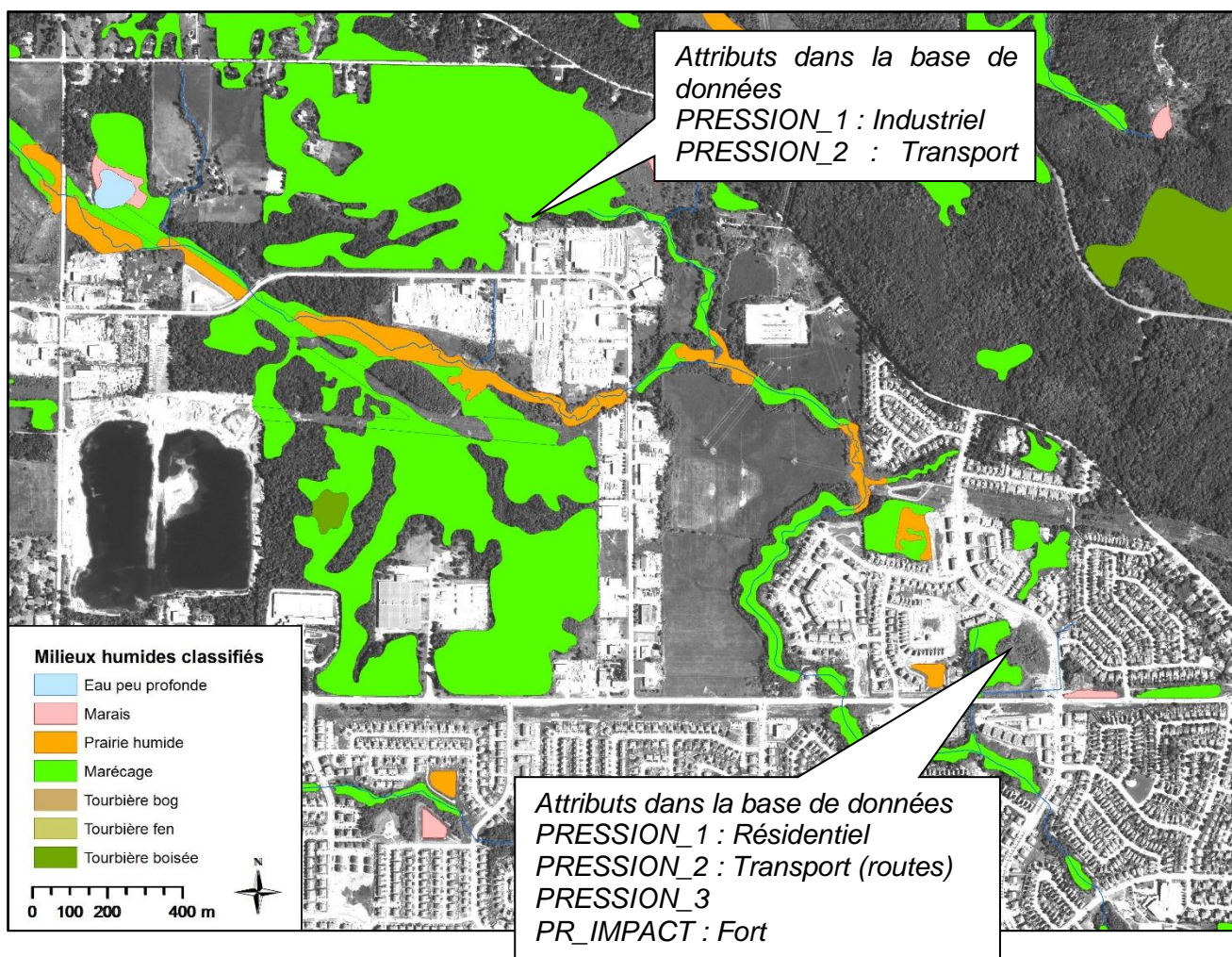


Figure 5. Exemple des pressions observées et documentées dans la base de données des milieux humides.

4.8 Création des complexes de milieux humides

CIC a créé une couche d'information nommée « complexes de milieux humides », qui regroupe en une seule et même entité les milieux humides adjacents, même s'ils sont composés de différentes classes. Plus précisément, le concept de complexe, selon CIC, représente un regroupement de 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. La couche des complexes de milieux humides est une analyse que CIC propose et la distance de 30 mètres est arbitraire. Il existe d'autres méthodes, mais l'analyse avec la distance de 30 mètres est celle que nous avons retenue.

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

La figure 6 montre un aperçu des données de 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 5.3 de ce rapport.

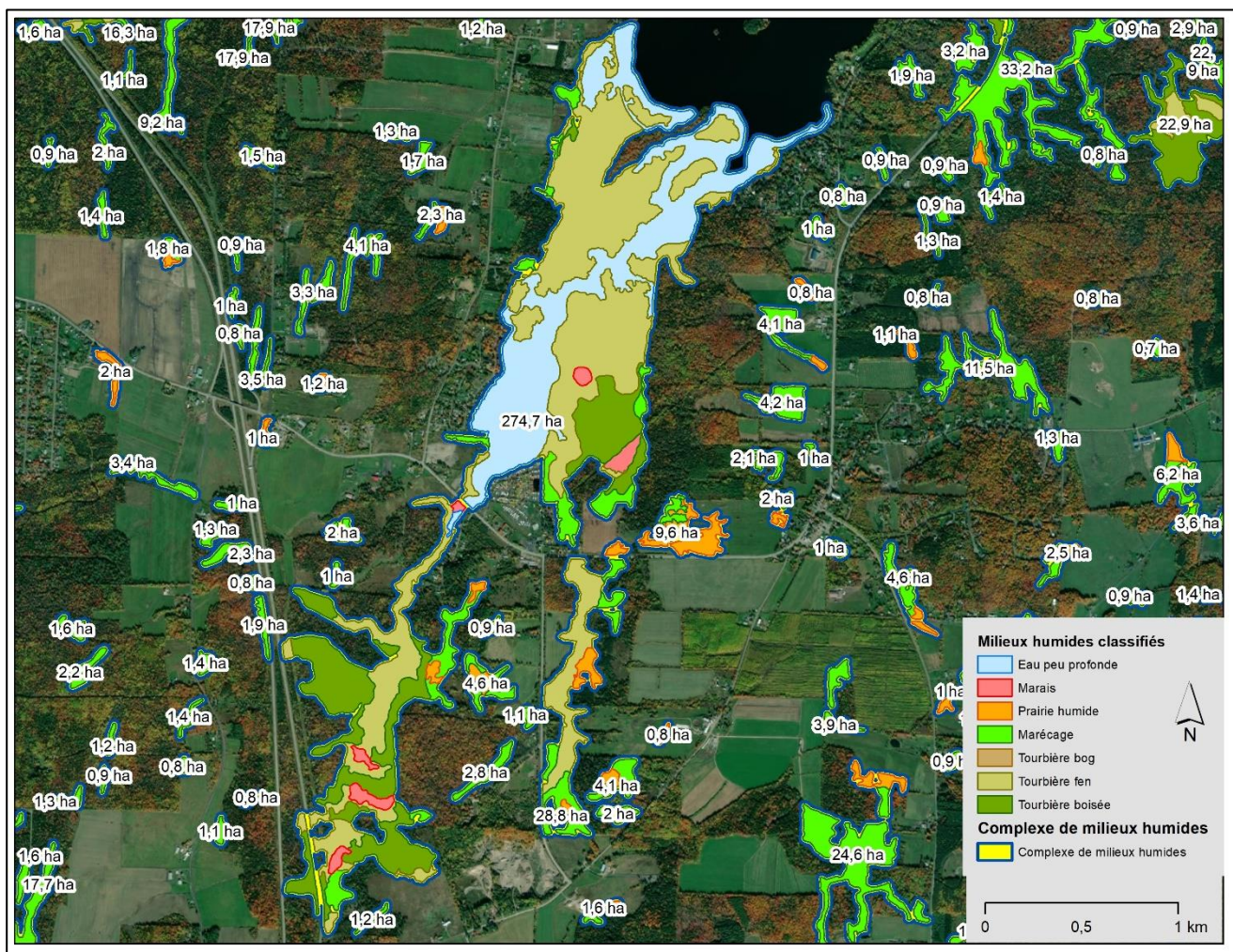


Figure 6. Exemple des complexes de milieux humides dans la municipalité de Sainte-Catherine-de-Hatley

4.9 Compilation des données finales

Tout d'abord, un contrôle de qualité des données a été effectué sur l'ensemble de la base de 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 :

- Les données milieux humides contenant une vingtaine d'attributs d'information décrits dans l'annexe 3;
- la couche des complexes de milieux humides;
- les fiches de validation des points d'observations sur le terrain;
- les fichiers de points géolocalisés des photographies de terrain;
- les fichiers de points géolocalisés des photographies obliques;
- les trajectoires des survols aériens;
- les données complémentaires sur l'hydrographie (lacs, rivières et cours d'eau);
- le territoire d'étude.

Au total, 858 photos de terrain et 583 photos obliques sont accessibles avec le logiciel *ArcMap* par le biais du fichier de points géolocalisés pour un total de 1 441 photos de milieux humides à l'échelle de la MRC de Memphrémagog. 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 fin de production de l'inventaire a été fixée à août 2020, période à laquelle la dernière modification des données a été effectuée.

De plus, plusieurs données complémentaires utilisées et modifiées aux fins de ce projet ont été incluses dans la base de données finale, telles que 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 ».

4.10 Précision des données finales

À la suite de la compilation des données finales, il est intéressant d'examiner les statistiques sur le niveau de confiance de la délimitation et de la classification des milieux humides, et ce, pour mieux connaître la précision de l'inventaire final. D'une part, le niveau de confiance de la délimitation des milieux humides est jugé « bon » pour 74 % du nombre et pour 70 % de la superficie totale des milieux humides (tableau 1). D'autre part, le niveau de confiance de la classification des milieux humides est jugé « bon » pour 71 % du nombre et pour 71 % de la superficie totale des milieux humides (tableau 2).

Tableau 1. Statistiques sur le niveau de confiance pour la délimitation des milieux humides.

Niveau de confiance pour la délimitation des milieux humides	Nombre MH (n)	Superficie MH (ha)	Répartition du nombre (%)	Répartition superficie (%)	Taille moyenne des MH (HA)
Bon	8 066	11 211	74	70	1,4
Moyen	2 675	4 616	25	29	1,7
Faible	133	145	1	1	1,1
Total général	10 874	15 973	100	100	1,5

Tableau 2. Statistiques sur le niveau de confiance de la classification des milieux humides.

Niveau de confiance pour la classification des milieux humides	Nombre MH (n)	Superficie MH (ha)	Répartition du nombre (%)	Répartition superficie (%)	Taille moyenne des MH (HA)
Bon	7 711	11 343,1	71	71	1,5
Moyen	3 052	4 540,5	28	28	1,5
Faible	111	89,5	1	1	0,8
Total général	10 874	15 973,2	100	100	1,5

Un total de 162 observations terrain sur 156 points d'observation ont validé la présence de milieux humides. Un total de 1 426 polygones supplémentaires ont pu être validés à un certain niveau en consultant les photographies obliques des survols aériens. Somme toute, 15 % du nombre de milieux humides a donc été validé sur le terrain ou par photo de survol (tableau 3).

Tableau 3. Statistiques sur le type de validation effectuée sur les milieux humides.

Type de validation	Nombre MH (n)	Superficie MH (ha)	Répartition du nombre (%)	Répartition superficie (%)	Taille moyenne des MH (HA)
Terrain	162	474,2	2	3	2,9
Survol	1 426	3 539,4	13	22	2,5
non validé	9 286	11 959,5	85	75	1,3
Total général	10 874	15 973,2	100	100	1,5

5 RÉSULTATS DE LA CARTOGRAPHIE

5.1 Statistiques générales sur les milieux humides

La présente démarche d'inventaire des milieux humides par photo-interprétation pour la MRC de Memphrémagog permet de répertorier un total de **10 874** polygones de milieux humides couvrant une superficie de **15 973** hectares, ce qui correspond à **11,1 %** du territoire en milieux humides (Tableau 4). Tous les complexes de milieux humides qui touchaient le territoire d'étude ont été délimités au complet même si le polygone dépassait la limite du territoire d'étude.

La superficie moyenne des milieux humides du territoire d'étude est de **1,5** ha. Cependant, **67 %** du nombre de polygones de milieux humides du territoire possède une superficie inférieure à 1 ha et **38 %** sont plus petits que 0,5 ha.

Le tableau 4 présente quelques statistiques sur la distribution des milieux humides par classes à l'intérieur du territoire de la MRC.

****Veuillez noter que les statistiques ont été faites sur la version clip des données.**

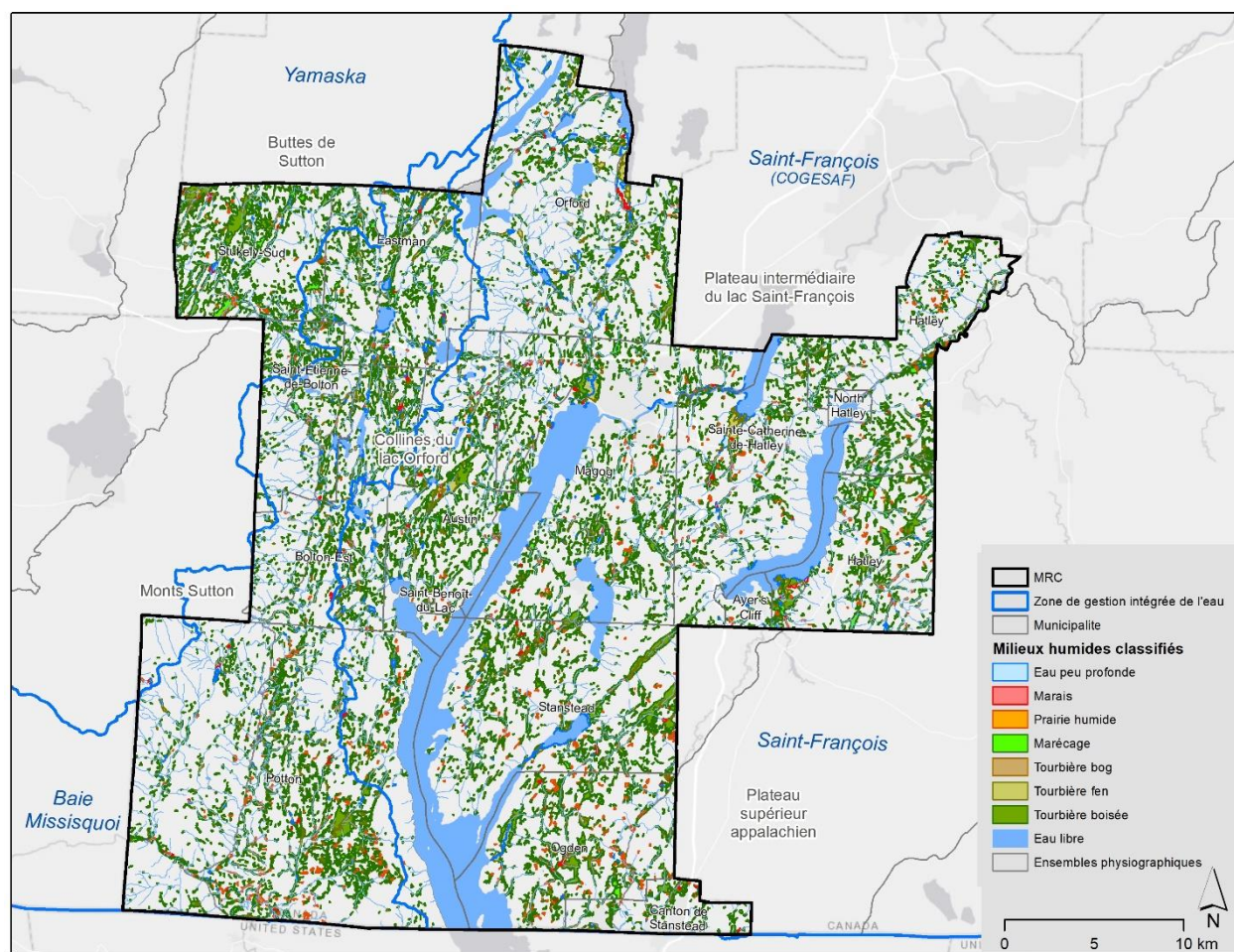
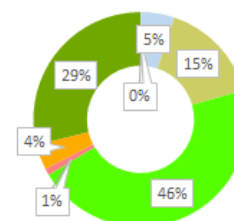


Figure 7. Milieux humides classifiés de la cartographie détaillée du territoire d'étude de la MRC de Memphrémagog

Tableau 4. Statistiques générales sur les milieux humides par classes.

Classes de milieux humides	Nombre MH (n)	Superficie MH (ha)	Taille moyenne des MH (HA)	Proportion du territoire en MH
Tourbière ouverte bog (ombrotrophe)	6	4,4	0,7	0,0
Eau peu profonde	488	812,4	1,7	0,6
Tourbière ouverte fen (minérotrophe)	1064	2478,8	2,3	1,7
Marécage	6562	7305,7	1,1	5,1
Marais	168	159,1	0,9	0,1
Prairie humide	802	615,3	0,8	0,4
Tourbière boisée	1784	4597,3	2,6	3,2
MRC Memphrémagog	10 874	15 973	1,5	11,1
Milieux humides < 1ha	7 328	3 682	0,5	2,5

Répartition des mh



On constate que le marécage constitue la classe de milieux humides qui prédomine sur le territoire en termes de superficie (7 305 ha ou 46 % de la superficie des milieux humides), suivis par la tourbière boisée (29 %), la tourbière ouverte fen (15 %), l'eau peu profonde (5 %), suivis par la prairie humide (4 %), le marais (1 %). La tourbière ombrotrophe est très rare à l'échelle de la MRC de Memphrémagog, nous avons répertorié 6 milieux humides de type bog pour une superficie de 4,4 hectares.

5.2 Statistique sur les pressions anthropiques

La combinaison des 11 types de pressions répertoriés indique que 78% du nombre des milieux humides de la MRC de Memphrémagog est affecté par une pression anthropique. Le tableau 5 fournit quelques statistiques sur les différents types de pressions observées. L'activité anthropique la plus observée à l'intérieur et en périphérie des milieux humides s'avère être les activités du réseau de transport, suivi par les activités forestières et l'agriculture au troisième rang. Néanmoins, aucune perturbation n'a été observée pour 22 % des milieux humides du territoire d'étude (voir tableau 6).

Tableau 5 : Type et proportion des pressions anthropiques observées à l'échelle des 3 champs de pressions de la base de données

Type de pression	Nombre de MH	Superficie (ha)	Taille moyenne (ha)	Répartition du nombre (%)
Aucune pression identifiée	2 362	2 177	0,9	15
Réseau transport routier	3 478	7 160	2,1	22
Coupe forestière	3 224	7 067	2,2	20
Agricole	2 742	5 009	1,8	17
Résidentielle	1 908	3 358	1,8	12
Récréative	1 498	2 803	1,9	9
Réseau transport d'énergie	470	1 060	2,3	3
Industrielle ou commerciale	171	378	2,2	1
Remblayage	125	215	1,7	1
Drainage	90	513	5,7	1

Espèces envahissantes	13	31	2,4	0
Creusage	1	0,4	0,4	0

Tableau 6 : Statistiques sur l'impact qualitatif des pressions observées

Impact	Nombre de MH	Superficie (ha)	Taille moyenne (ha)	Répartition du nombre (%)
Aucun	2 360	2 118	0,9	22
Faible	5 095	8 158	1,6	47
Moyen	1 691	3 913	2,3	16
Fort	1 728	1 784	1,0	16
Total général	10 874	15 973	1,5	100

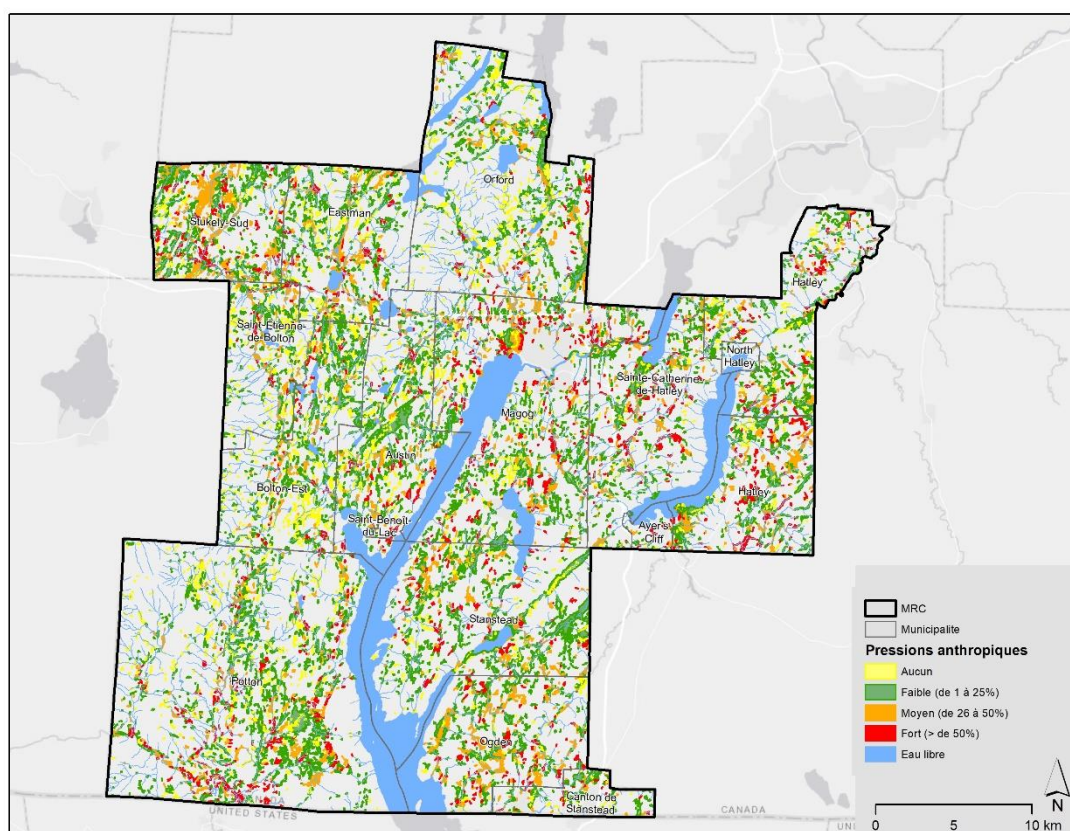


Figure 8. Distribution des pressions anthropiques selon l'impact observé

Quelques chiffres

MRC de Memphérmagog

Superficie du territoire d'étude : **1 444 km²**

Répartition des milieux humides (marécages et tourbières boisées) : **75 %**

Nombre de milieux humides de moins de 1 ha : **7 328 polygones** (67 %)

Superficie de milieux humides de moins de 1 ha : **3 682 ha**

Niveau de confiance « bon » pour la **délimitation** des milieux humides par photo-interprétation : **74 %**

Niveau de confiance « bon » pour la **classification** des milieux humides par photo-interprétation : **71 %**

Nombre de milieux humides validés sur le terrain ou par survol : **1 588 polygones** (15 %)

78 % du nombre des milieux humides de la MRC de Memphérmagog est affecté par une pression anthropique

Types de pressions dominantes : réseau de transport, coupe forestière et agriculture

Nombre de complexes : 5 774

6 OUTILS GÉOMATIQUES

Une fois l'inventaire des milieux humides par photo-interprétation complété, une série d'outils géomatiques et de produits cartographiques a été développée 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 sur internet les données de l'inventaire des milieux humides, 2) une application géomatique permettant l'accès aux données avec le logiciel *ArcMap* et finalement, 3) la base de données complète pour des fins de traitement géomatique et d'analyses spatiales.

6.1 Cartes interactives

Une carte interactive accessible gratuitement sur internet à l'échelle des secteurs habités du sud du Québec et de la plaine du Lac-Saint-Jean a été développée par CIC 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 à partir de l'application ArcGIS Online d'ESRI. La mise à jour de cette carte est faite une fois l'an, en fonction des projets de cartographie de milieux humides réalisés au cours de l'année. La figure 10 fournit un aperçu visuel de cet outil disponible sur le site canards.ca

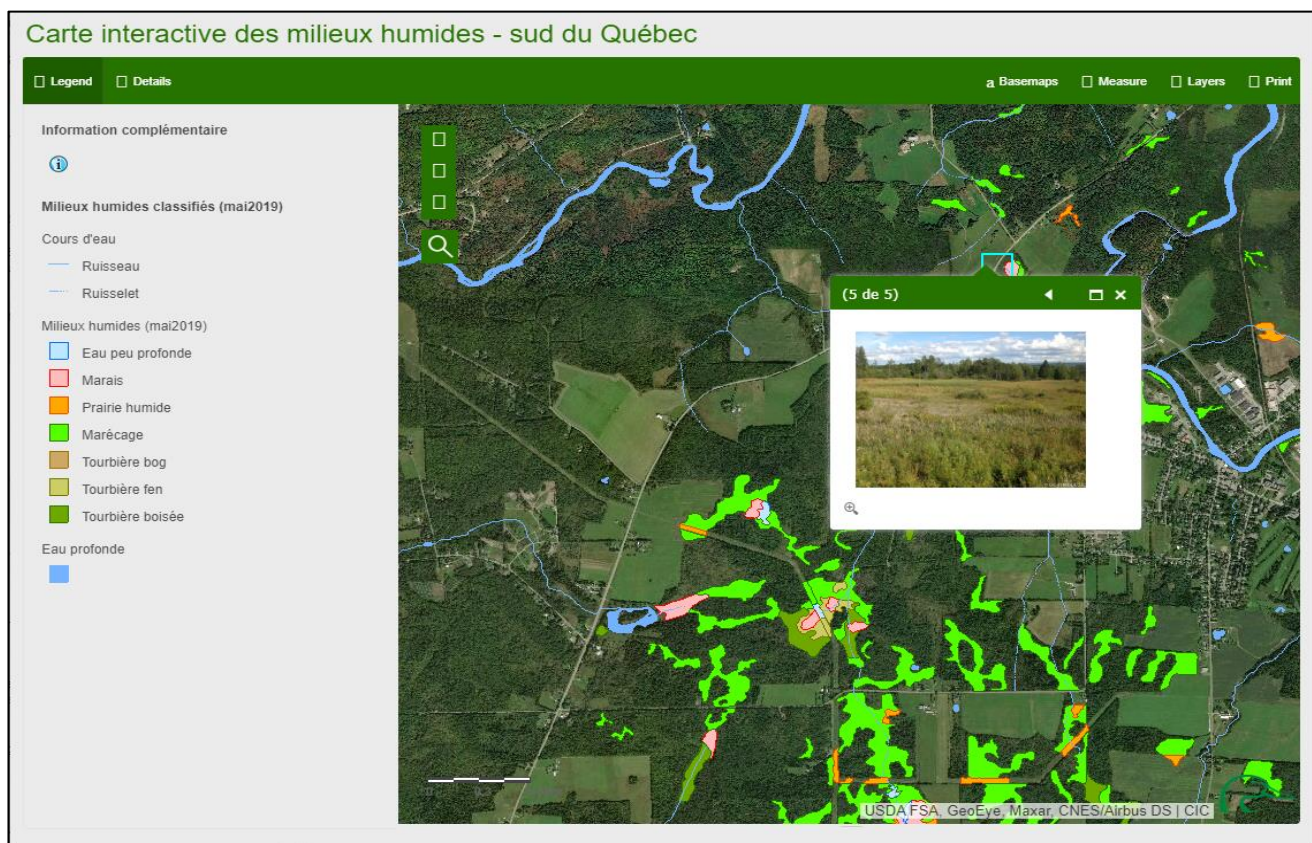


Figure 10. Aperçu de la carte interactive des milieux humides pour les secteurs habités du sud du Québec

Dans le cadre de l'initiative de l'Inventaire canadien des terres humides (ICTH), une deuxième carte interactive a été développée par CIC et a comme 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. La carte interactive des milieux humides à l'échelle du Canada est disponible à partir du lien suivant : maps.ducks.ca/cwi. La figure 11 illustre les données milieux humides des côtés québécois et ontarien de la rivière des Outaouais.

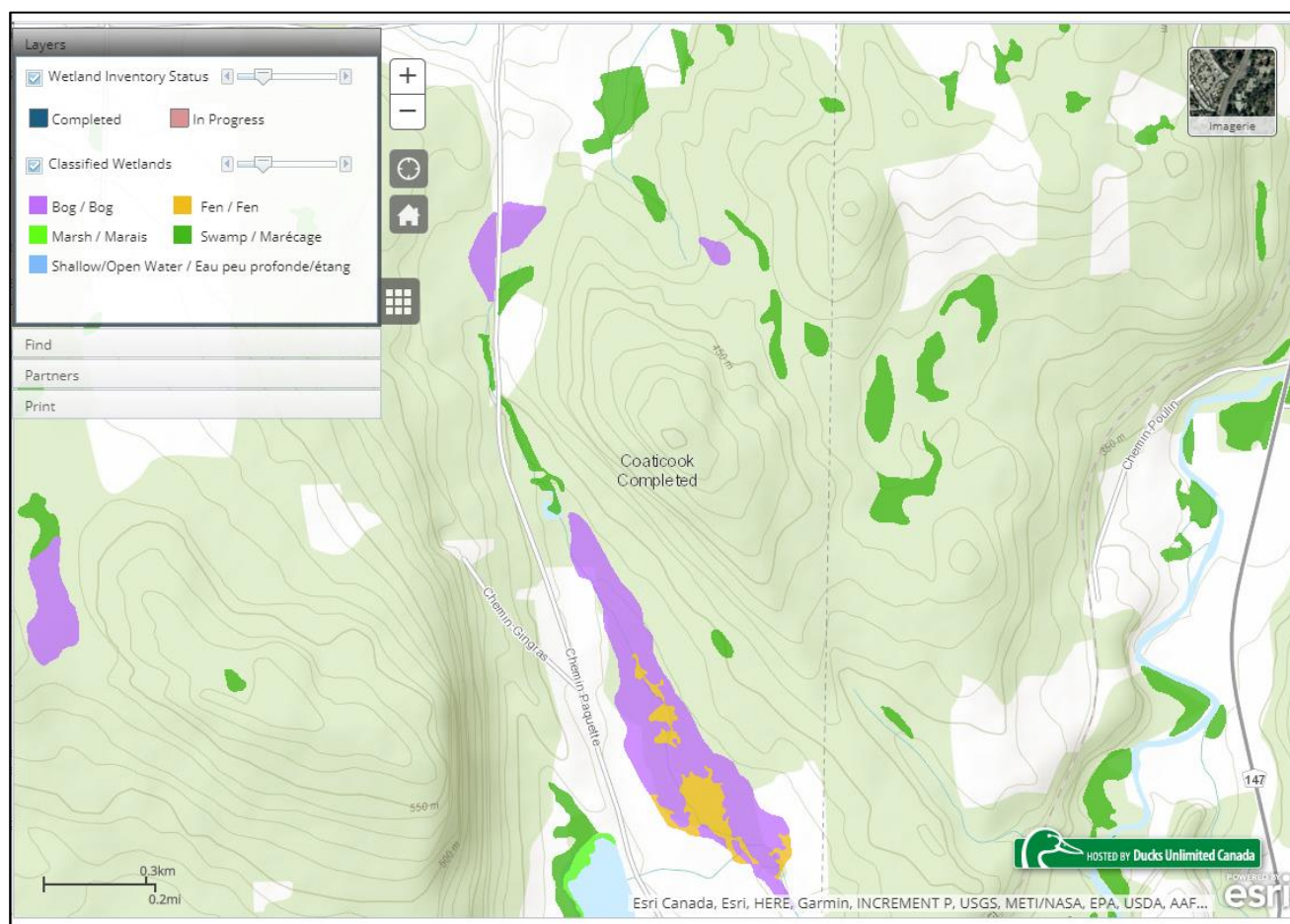


Figure 11. Aperçu de la carte interactive de l'Inventaire canadien des milieux humides.

6.2 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*, d'*ESRI*. Tout comme la carte interactive, cet outil 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 peut être utile afin d'effectuer certaines superpositions d'information spatiale 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 12 illustre les couches d'informations géographiques disponibles avec cet outil.

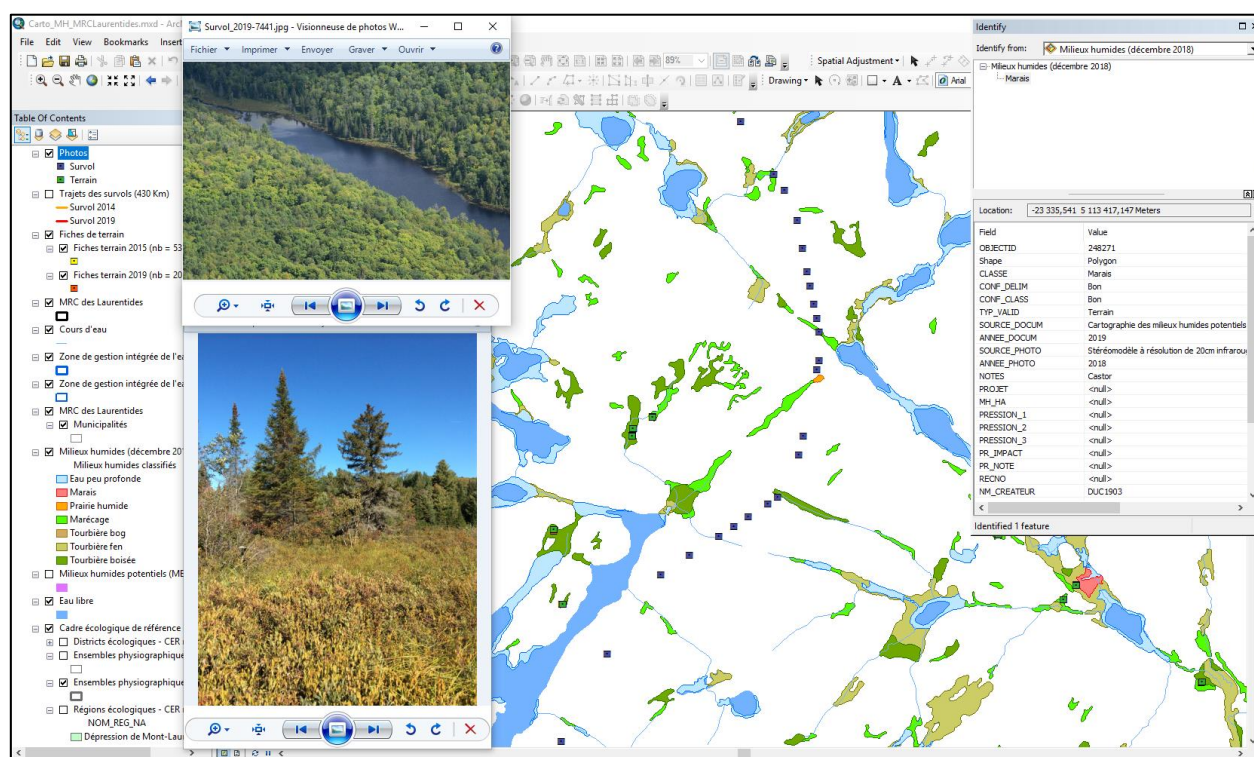


Figure 12. Aperçu de l'application géomatique ESRI ArcMap.

6.3 Base de données

Les données complètes de la cartographie détaillée des milieux humides en format *géodatabase* et *shapefiles* d'*ESRI* (dernière date de modification des données : avril 2020 (voir figure 13), de même que les photographies des reconnaissances aériennes et des visites sur le terrain, les produits cartographiques, les symbologies, l'application géomatique ArcMap ainsi que le présent rapport sont rendus disponibles aux partenaires. Pour plus d'informations, vous pouvez contacter CIC à l'adresse suivante : outils@canards.ca.

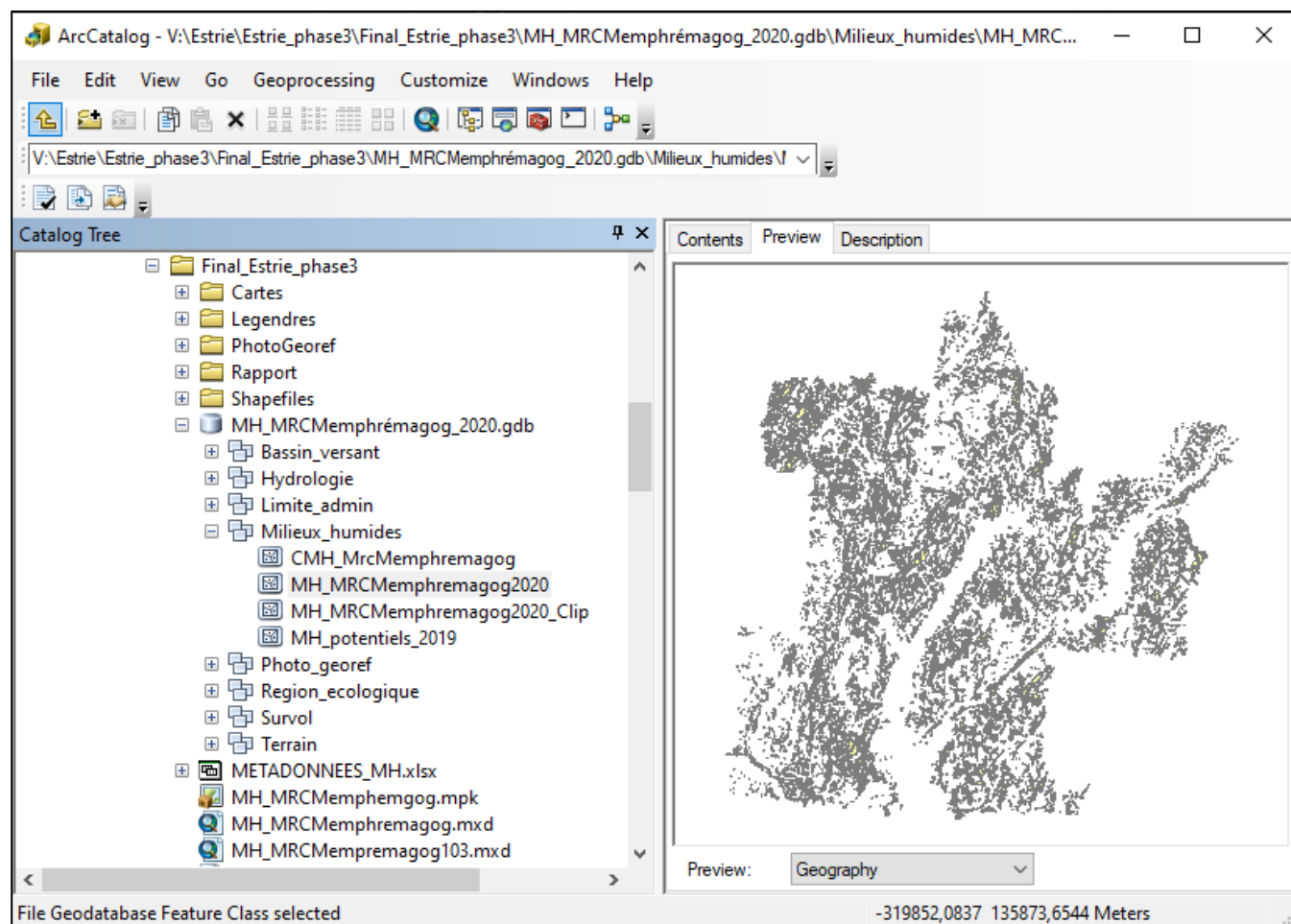


Figure 13. Aperçu de la Géodatabase des données finales de la cartographie détaillée des milieux humides (MH_MRCMemphrémagog_2020.gdb)

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 pour la zone d'étude de la MRC de Memphrémagog. 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.

Il est important de souligner que l'analyse par photo-interprétation ne fait pas l'objet systématique d'un inventaire sur le terrain. Une telle validation renforcerait considérablement la justesse de l'interprétation, mais elle impliquerait des coûts importants. Une vérification est réalisée pour un échantillon représentatif de milieux humides. De plus, l'inventaire sur le terrain consiste à réaliser un point d'observation fixe dans un milieu humide à une certaine période de l'année (fin printemps ou été). La délimitation du milieu humide et l'homogénéité de la classe qui lui sont attribuées ne sont donc pas systématiquement validées.

En somme, bien que la précision des données de l'inventaire de la cartographie détaillée soit grandement améliorée par rapport aux données existantes, en aucun cas et en aucune circonstance elle ne peut se substituer à une caractérisation sur le terrain par un professionnel compétent pour confirmer la présence, la classification, la délimitation, 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.). Ces informations supplémentaires sont nécessaires lors de la planification et de l'autorisation 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 d'interprétation sont possibles et nécessitent de prévoir une validation sur le terrain dans tous les cas de projet de développement.

En ce qui concerne les données produites relatives aux 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, avec les orthophotos les plus récentes. Ainsi, il se peut que certaines pressions notées aient évolué.

De plus, la méthodologie utilisée ne permet pas de bien juger l'impact réel des pressions observées sur l'intégrité écologique des milieux humides. Néanmoins, il a été possible de donner une appréciation qualitative générale qui demeure très pertinente.

8 UTILITÉ ET BÉNÉFICES DE LA CARTOGRAPHIE

La cartographie détaillée des milieux humides de la MRC de Memphrémagog 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 Villes et MRC, les municipalités, les organismes de bassin versant (OBV), les Conseils régionaux de l'environnement (CRE), les promoteurs de projets d'infrastructures, 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 le 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 et des divers règlements ainsi qu'aux municipalités pour l'aménagement du territoire et l'application réglementaire.

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. Enfin, elle constitue un produit cartographique pouvant 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 immédiats, voire urgents, des intervenants régionaux pour la planification du territoire, notamment dans le traitement des demandes de certificats d'autorisation du MELCC, qui tient compte du contexte territorial, et dans l'élaboration de Plans régionaux des milieux humides et hydriques (PRMHH) selon la démarche d'élaboration publiée par le MELCC, en juin 2018. Également, la cartographie détaillée représente un atout pour les villes, les MRC et les OBV, qui pourront l'intégrer respectivement dans les schémas d'aménagement et de développement (SAD) 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 terme, la cartographie détaillée des milieux humides aidera les organismes de conservation 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 exemple pour une ville), cette information permettra également d'apprécier 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 de la MRC de Memphrémagog a permis de développer une base de données unique et accessible à tous. Il s'agit de l'information la plus précise et la plus à jour produite jusqu'à maintenant pour l'ensemble de ce territoire. La méthodologie d'inventaire, basée sur une démarche de photo-interprétation 3D des photographies aériennes numériques de 2018, a permis de détecter des milieux humides aussi petits que 0,3 ha pour la zone d'étude avec un bon niveau de fiabilité. Cette cartographie, en plus de fournir une information précise sur la délimitation et les types de milieux humides présents sur le territoire, offre toute une gamme d'informations détaillées sur ces milieux, obtenues 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 facilitant la consultation et l'utilisation des différentes données.

Les responsables de la gestion du territoire à l'échelle du projet de cartographie de la MRC de Memphrémagog 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 les 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, à la séquestration du carbone et au patrimoine naturel de par la biodiversité des espèces fauniques et floristiques qu'ils renferment. 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 de ce territoire d'étude constitue un point de départ pour la protection, la restauration et la mise en valeur de ces milieux. Ces outils de connaissance peuvent être d'un soutien important pour les gestionnaires du territoire et contribuer à promouvoir la conservation des milieux humides.

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

Orthophotographies utilisées pour la photo-interprétation

1. Modèles photogrammétriques 3D dans les secteurs disponibles à l'échelle du projet Estrie phase 3, infrarouge, résolution pixel 20 cm, printemps 2018 (sans couvert forestier).
2. Modèles photogrammétriques 3D dans les secteurs disponibles à l'échelle du projet Estrie phase 3, infrarouge, résolution pixel 10 cm, printemps 2018 (sans couvert forestier).
3. Modèles photogrammétriques 3D dans les secteurs disponibles à l'échelle du projet Estrie phase 3, infrarouge, résolution pixel 20 cm, été 2018 (avec couvert forestier).
4. Modèles photogrammétriques 3D dans les secteurs disponibles à l'échelle du projet Estrie phase 3, infrarouge, résolution pixel 10 cm, été 2018 (avec couvert forestier).
5. Modèles photogrammétriques 3D à l'échelle de l'Estrie phase 3, infrarouge, résolution pixel 21 cm, printemps 2013 (sans couvert forestier).
6. Modèles photogrammétriques 3D à l'échelle de l'Estrie phase 3, couleur, résolution pixel 30 cm, été 2007 (avec couvert forestier).

Autres sources de données consultées

1. Base de données topographique du Québec (BDTQ) milieux humides non classifiés, hydrographie, réseau de transport, 1 : 20 000, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP).
2. Classification des milieux humides à partir des données numériques du système d'information écoforestière (SIEF) ou cartes écoforestières du 3e inventaire décennal du MRNF, effectuée par Canards Illimités en 2009, selon la méthodologie de classification développée par Ménard 2006 et Lemelin 2008.
3. Cartographie des milieux humides potentiels version 2019. Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. <i>Données de SIG [ArcMap, ESRI/Canada], Québec (Québec)</i> . MELCC, 2019.
4. Données générales des inventaires écoforestiers du Québec méridional (IEQM 4e décennal) ou cartes écoforestières sur les groupements d'essence, les classes de drainage et les dépôts de surface, MFFP, 2015.
5. Placettes-échantillons temporaires, permanentes ou points d'observation des inventaires écoforestiers du 3 ^e et 4 ^e décennal, MFFP, 2015. https://www.mffp.gouv.qc.ca/forets/inventaire/inventaire-placettes.jsp .
6. Données pédologiques de l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA).
7. Imagerie de navigation virtuelle 360 degrés diffusés par Google 2017.
8. Données et produits dérivés LIDAR (ombrage, relief, pente, hauteur de canopée et lit d'écoulement des cours d'eau), 2019.
9. Photos aériennes diffusées par GOOGLE.
10. Données caractérisation des partenaires du projet.

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	PTS_OBS_GPS	Numéro de point d'observation
3	ÉVALUATEUR_1	Nom de l'évaluateur 1
4	ÉVALUATEUR_2	Nom de l'évaluateur 2
5	PRESS_1	Commentaires observateurs et sur le cheminement
6	COMMENT_2	Commentaires sur les perturbations observées, inscrire les pressions supplémentaires
6	ESP_ARBRE1	Espèce arborescente - dominante 1
7	DENS_ARBRE_1	Densité de l'espèce arborescente dominante 1
8	ESP_ARBRE2	Espèce arborescente - dominante 2
9	DENS_ARBRE_2	Densité de l'espèce arborescente dominante 2
10	ESP_ARBRE3	Espèce arborescente - dominante 3
11	DENS_ARBRE_3	Densité de l'espèce arborescente dominante 3
12	DENS_TOT_ARBRE	Densité totale des espèces arborescentes présentes dans le point d'observation
13	ESP_ARBRE_IND1	Espèce arborescente indicatrice de milieux humides - dominante 1
14	ESP_ARBRE_IND2	Espèce arborescente indicatrice de milieux humides - dominante 2
15	ESP_ARBRE_IND3	Espèce arborescente indicatrice de milieux humides - dominante 3
16	DENS_ARBRE_IND	Densité des espèces arborescentes indicatrices de milieux humides
17	COMMENT_3	Commentaires sur les espèces arborescentes
18	ESP_A_IND1	Espèce arbustive indicatrice de milieux humides - dominante 1
20	ESP_A_IND2	Espèce arbustive indicatrice de milieux humides - dominante 2
21	ESP_A_IND3	Espèce arbustive indicatrice de milieux humides - dominante 3
22	DENS_ARBUS	Densité des espèces arbustives indicatrices de milieux humides
23	COMMENT_4	Commentaires sur les espèces arbustives
24	ESP_H_M_IND1	Espèce herbacée indicatrice de milieux humides - dominante 1
25	ESP_H_M_IND2	Espèce herbacée indicatrice de milieux humides - dominante 2
26	ESP_H_M_IND3	Espèce herbacée indicatrice de milieux humides - dominante 3
27	DENS_HERB_MUS	Densité des espèces herbacées indicatrices de milieux humides
28	COMMENT_5	Commentaires sur les espèces herbacées
29	ESP_ENVA1	Espèce envahissante observée dans les mhs et ses terres hautes adjacentes - dominante 1
30	ESP_ENVA2	Espèce envahissante observée dans les mhs et ses terres hautes adjacentes - dominante 2
31	ESP_ENVA3	Espèce envahissante observée dans les mhs et ses terres hautes adjacentes - dominante 3
32	DENS_ENVA	Densité des espèces envahissantes observées dans les mhs et ses terres hautes adjacentes
33	COMMENT_6	Commentaires sur les espèces envahissantes
33	ORIGINE	Identifier l'origine du milieu humide
34	LIEN_HYDRO	Identifier le lien hydrologique du milieu humide
35	PROF_SOL_REDUC	Profondeur sol réductique (cm)
36	PROF_SOL_REDOX	Profondeur sol rédoxique (cm)
37	ABD_MOUCH_MAR	Abondance des mouchetures marquées
38	DIM_MOUCH_MAR	Dimension des mouchetures marquées
39	NAPPE	Profondeur de la nappe phréatique (cm)
40	DÉPÔT	Dépôt surface
41	DRAIN	Classe drainage du sol
42	TYPE_MO	Type de matière organique
43	EP_MO	Épaisseur matière organique (cm)
44	COMMENT_7	Commentaires sur le sol
45	POTENTIEL	Potentiel / intérêt pour des activités de conservation
50	COMMENT8	Commentaires sur le potentiel de conservation
51	TYPE_MH	Type de milieu humide
52	PHOTO_TER	Inscrire le numéro de photos
53	COMMENT_9	Commentaires généraux sur le milieu

**Pour la liste complète : ministère du Développement durable, de l'Environnement, Identification et délimitation des milieux humides du Québec méridional, Les Publications du Québec, No: 978-2-551-25266.*

Origine
(ANT) Anthropique
(CAS) Castor
(NAT) Naturel

LIEN_HYDRO
(NA) Non applicable
(FL) Fleuve
(F) Fosse
(L) Lac
(RI) Ruisseau intermittent
(RP) Ruisseau permanent
(R) Rivière
(AUT) Autre (voir NOTES)

PRESSION
(AUC) Aucune
(AGR) Agricole
(CFO) Coupe forestière
(CRE) Creusage
(DRA) Drainage
(HYD) Ligne hydroélectrique
(IND) Industrielle ou commerciale
(REC) Récréative
(REM) Remblayage
(RES) Résidentielle
(TRA) Réseau transport
(AUT) Autre à préciser dans NOTES

CLASSE DE DENSITE
0 Individu ou peuplement isolé <1%
1 Plusieurs petits peuplement 1-5%
2 Peuplement moyennement abondant 6-25%
3 Peuplement abondant 26-50%
4 Peuplement très abondant 51-75%
5 Peuplement quasi fermé 76-100%

Espèces envahissantes
(AUC) Aucune
(BEC) Berce du Caucase (<i>Heracleum mantegazzianum</i>)
(BUT) Butome à ombelle (<i>Butomus umbellatus</i>)
(CHA) Chataigne d'eau (<i>Trapa natans</i>)
(HYG) Hydrocharide grenouillette (<i>Hydrocharis morsus ranae</i>)
(MYR) Myriophylle à épi (<i>Myriophyllum spicatum</i>)
(NEP) Neprun Bourdaine (<i>Rhamnus frangula</i>)
(PHA) Phalaris roseau (<i>Phalaris arundinacea</i>)
(REN) Renoué Japonaise (<i>Polygonum cuspidatum</i>)
(ROS) Roseau commun (<i>Phragmites communis</i>)
(SAL) Salicaire pourpre (<i>Lythrum salicaria</i>)
(AUT) Autre - précisez dans NOTES

ABD_MOUCH_MARQUE
(AU) Aucune
(MA) moyennement abondant 2 à 20% du profil
(PA) Peu abondant < 2% du profil
(TA) Très abondant > 20% du profil

DIM_MOUCH_MARQUE
(G) >15 mm de diamètre (Grosse)
(M) 5 à 15 mm de diamètre (Moyenne)
(P) < 5 mm de diamètre (Petite)

NAPPE
(1) Surface
(15) Présente dans les 15 premiers cm
(30) Présente entre 15 et 30 cm
(100) Distinguable dans le premier mètre de sol
(0) Non applicable

DÉPOT
(A) Argile
(L) limon
(O) Organique
(R) Roc et Blocs
(T) Sable et Gravier

CLASSE DE DRAINAGE
(1) Drainage rapide (Pierrosité forte, pente forte ou sommet, sable TRÈS grossier)
(2) Drainage bon (Absence de mouchetures, texture du sol grossière ou site en pente)
(3) Drainage modéré (mi-pente, mouchetures visible seulement à plus de 50 cm)
(4) Drainage imparfait (Mouchetures distinctes de 0 à 50 et marquées 50 et 100 cm)
(5) Drainage mauvais (Mouchetures très contrastées entre 0 et 50 cm, sol fortement gleyifié)
(6) Très mauvais (Nappe phréatique à la surface du sol toute l'année)
(31) Drainage modéré avec seepage
(41) Drainage imparfait avec seepage
(51) Drainage mauvais avec seepage
(61) Très mauvais avec seepage

TYPE_MAT_ORGANIQUE
(AUC) Aucune
(F) Fibrique
(H) Humique
(L) Litière
(M) Mésique
(AUC) Aucune

POTENTIEL
(AUC) Aucun
(AME) Site à aménagement
(EDU) Éducation / sensibilisation
(POI) Poisson (accès du poisson via cours d'eau)
(NIC) Nichoirs
(PRO) Protection
(RES) Restauration
(AUT) Autre - précisez dans NOTES

IND_HYDROLOGIQUE
Indicateurs primaires
Inondé
Saturé d'eau dans les 30 premiers centimètres
Débris apportés par l'eau
Déposition de sédiments
Litière noirâtre
Effet rhizosphère (oxydation autour des racines)
Écorce érodée
Odeur de soufre (œuf pourri)
Indicateurs secondaires
Racine d'arbres et arbuscules hors du sol ou près de la surface
Ligne de mousses sur les troncs
Souches hypertrophiées
Lenticelle hypertrophiées
Racines adventives

Classes de milieux humides
(BG) Tourbière ombrotrophe - bog (terre noire > 30 cm, -25% couvert arborescent, -4 mètres)
(EP) Eau peu profonde (< 2 mètres d'eau, -25% plantes émergentes)
(FN) Tourbière minérotrophe - fen (terre noire > 30 cm, -25% couvert arborescent, -4 mètres)
(MS) Marais (+25% de végétation émergente et submergée)
(ME) Marécage (terre noire < 30 cm.)
(PH) Prairie humide (graminoides non submergées)
(TB) Tourbière ombrotrophe boisée (terre noire > 30 cm, +25% couvert arborescent, +4 mètres)
(NA) Non applicable (pas un milieu humide)

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

ID	CODE	Description du champ
1	CLASSE	Code de la classe de milieu humide identifié par les travaux de photo-interprétation (7 classes).
2	CLASSE_NOM	Nom de la classe de milieu humide identifié par les travaux de photo-interprétation (7 classes).
3	NIV_CONF_D	Niveau de confiance quant à la classe du milieu humide attribué au polygone (bon, moyen, faible).
4	NIV_CONF_C	Niveau de confiance par rapport à la présence du milieu humide ainsi que sa délimitation (bon, moyen, faible).
5	TYP_VALID	Type de validation effectuée sur le polygone (terrain, survol, non validé).
6	SOURCE_DOCUM	Source de documents ou données géographiques ayant contribué aux travaux de photo-interprétation.
7	ANNEE_DOCUM	Année de diffusion de la documentation utilisée.
8	SOURCE_PHOTO	Source et type de photographies aériennes utilisées pour la photo-interprétation (ex. : modèle stéréoscopique, printemps)
9	ANNEE_PHOTO	Années des photographies aériennes utilisées pour la photo-interprétation.
10	NOTES	Remarques ajoutées lors de la photo-interprétation ou suite à la validation terrain, jugées pertinentes à prendre en considération.
11	PROJET	Référence à la phase de réalisation des travaux de cartographie.
12	MH_HA	Superficie des milieux humides en hectares.
13	PRESSION_1	Type de pression anthropique observée sur les orthophotos les plus récentes (pression dominante)
14	PRESSION_2	Type de pression anthropique observée sur les orthophotos les plus récentes (pression secondaire)
15	PRESSION_3	Type de pression anthropique observée sur les orthophotos les plus récentes (pression tertiaire)
16	PR_IMPACT	Ampleur ou impact des pressions anthropiques observées (aucune, faible, moyen, fort)
17	PR_NOTE	Notes sur les pressions anthropiques observées (ex. : sentiers VTT, cannebergières).
18	NM_CREATEUR	Initiales et organisation du photo-interprète qui a identifié le polygone milieu humide.
19	DA_CREATEUR	Date de création du polygone milieu humide (année/mois/jour)
20	NM_EDITEUR	Initiales et organisation du photo-interprète qui a identifié le polygone milieu humide.
21	DA_MODIF	Dernière date de modification à la délimitation ou la classification du polygone (année/mois/jour).
22	GLOBAL_ID	Identifiant unique du polygone de milieu humide.

ANNEXE 4. Exemples de photos obliques et de terrain des milieux humides

1) Municipalité Hatley, MRC de Memphrémagog (Survol_ printemps 2018-3555.jpg)



2) Municipalité Bolton-Est, MRC de Memphrémagog (Terrain_2019-00028.jpg)



3) Municipalité Ogden, MRC de Memphrémagog (Survol été 2018-4925.jpg)



4) Municipalité de Stanstead, MRC de Memphrémagog (Terrain_2019-9193.jpg)



5) Municipalité Orford, MRC de Memphrémagog (Survol printemps_2018-2508.jpg)



6) Municipalité de Magog, MRC de Memphrémagog (Terrain_2019-4369.jpg)



BIBLIOGRAPHIE ET RÉFÉRENCES

Agriculture et Agroalimentaire Canada, 1998, *le système canadien de classification des sols*, troisième édition Agriculture et Agroalimentaire Canada Publication 1646, 187 pages.

Bazoge, A., D. Lachance et C. Villeneuve. (2015). *Identification et délimitation des milieux humides du Québec méridional*, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction de l'expertise en biodiversité et Direction de l'aménagement et des eaux souterraines, 64 pages + annexes.

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 pages.
http://maps.ducks.ca/cwi/com/duc/assets/reports/Rapport_carto_mhs_CMM_2011.pdf

Bournival P., Varin M. et J. Fink. 2017. *Validation d'une méthode semi-automatisée de détection des milieux humides à partir du Lidar aéroporté*. Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc. (CERFO). Rapport 2017-05. 41 pages.

Canards Illimités Canada. 2017. Cartographie détaillée des milieux humides du territoire du bassin versant de la rivière Coaticook en Estrie - Rapport technique. 35 pages.
http://maps.ducks.ca/cwi/com/duc/assets/reports/Rapport_carto_MH_Coaticook_2017.pdf

Canards Illimités Canada. 2017. Cartographie détaillée des milieux humides du territoire de la MRC des Sources en Estrie - Rapport technique. 34 pages.
http://maps.ducks.ca/cwi/com/duc/assets/reports/Rapport_carto_MH_Sources_2017.pdf

Canards Illimités Canada. 2020. Cartographie détaillée des milieux humides du territoire de l'Estrie phase2 - Rapport technique. 53 pages.

Canards Illimités Canada, 2016. *Inventaire canadien des milieux humides (Modèle de données)*. Version 7.0. Préparé par le comité technique de l'Inventaire canadien des milieux humides. 32 pages.
http://www.ducks.ca/assets/2017/01/CWIDMv7_01_F.pdf

Canards Illimités Canada – Québec, 2009. *Classification des milieux humides et modélisation de la sauvagine dans le Québec forestier, métadonnées*. 5 pages.

CANARDS ILLIMITÉS CANADA – Québec 2007. Plan de conservation des milieux humides et de leurs terres hautes adjacentes de la région administrative de l'Estrie [en ligne], [<http://www.canardsquebec.ca>], 55 p.
https://www.ducks.ca/assets/2016/12/PRCMH_R05_ESTR_2007_portrait_texte.pdf

Canards Illimités Canada – Québec. 2007. *Plan régional de conservation des milieux humides de l'Estrie*.
https://www.ducks.ca/assets/2016/12/PRCMH_R05_ESTR_2007_portrait_cartes.pdf

Carte interactive des milieux humides à l'échelle du Canada(CWI): <http://maps.ducks.ca/cwi/>

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

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 pages.

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 pages.

Initiative de conservation des oiseaux de l'Amérique du Nord (ICOAN)

http://www.nabci.net/International/Français/about_nabci.html

Joly, M, 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 pages. http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rives/Guide_plan.pdf

LIDAR - PRODUITS DÉRIVÉS, Environnement, ressources naturelles et énergie,

https://www.foretouverte.gouv.qc.ca/?context=lidar&zoom=6¢er=-73,51&invisiblelayers=*&visiblelayers=lidar_index,lidar_ombre,fond

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC). 2019. *Le cadre écologique de référence du Québec*.

<http://www.environnement.gouv.qc.ca/biodiversite/cadre-ecologique/rapports/cadre-eco-ref-perspective-historique-concepts-applications.pdf>

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. 2011. *Milieux humides potentiels des Basses-terres du Saint-Laurent*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Direction du patrimoine écologique et des parcs, Service de l'expertise en biodiversité.

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.

<http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rives/delimitation.pdf>

Ministère du Développement durable, de l'Environnement, Identification et délimitation des milieux humides du Québec méridional, Les Publications du Québec, No: 978-2-551-25266-4

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune. 2008 et 2010. *Inventaire écoforestier du Québec méridional (IÉQM)*.

<https://mffp.gouv.qc.ca/les-forets/inventaire-ecoforestier/>

Plan conjoint des habitats de l'Est (PCHE)

<http://www.ehfv.ca/fr/objectifs-et-realizations/habitat/>

Plan d'action et de gestion intégrée (PGIR) de la Table de concertation régionale du Saint-Laurent :

<http://planstlaurent.qc.ca/fr/accueil.html>

Stratégie québécoise de l'eau 2018-2030

<http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/strategie-quebecoise/>

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

Base de données AQRéseau+, ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, 2019-11-05 18:19 UTC

Base de données des parcelles et productions agricoles déclarées, V03 2019, La Financière agricole du Québec (FADQ)

Ce projet a été réalisé grâce à la collaboration suivante :



*Environnement
et Lutte contre
les changements
climatiques*

Québec



Environnement et
Changement climatique Canada

