

RAPPORT TECHNIQUE

Présenté par :

Canards Illimités Canada

et

Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements
climatiques, de la Faune et des Parcs



Québec 

CARTOGRAPHIE DÉTAILLÉE DES MILIEUX
HUMIDES POUR LE TERRITOIRE DE LA MRC
D'ANTOINE-LABELLE

Mai 2024

Citation pour le rapport technique :

Canards Illimités Canada et le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs. 2024. *Cartographie détaillée des milieux humides, territoire de la MRC d'Antoine-Labelle- Rapport technique*. 29 pages.

Citation base de données et projet cartographique spécifique :

Canards Illimités Canada (CIC) et ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). 2024. *Cartographie détaillée des milieux humides des secteurs habités du sud du Québec -MRC d'Antoine-Labelle- Données géographiques* [ArcMap, ESRI Canada], Québec (Québec).

COLLABORATION

Le présent rapport présente les étapes et les résultats des travaux de cartographie détaillée des milieux humides du territoire de la MRC d'Antoine-Labelle. Ce travail a été effectué entre mai 2023 et mars 2024 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, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP).

CIC et le MELCCFP 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 MELCCFP, la municipalité régionale de comté (MRC) d'Antoine-Labelle, la société des établissements de plein air du Québec (Sépaq), l'Organisme de bassins versants (OBV) des rivières Rouge, Petite Nation et Saumon (RPNS), le Comité du bassin versant de la rivière du Lièvre (COBALI) et l'Agence de bassin versant des 7 (ABV des 7) mais également grâce au Plan conjoint des habitats de L'Est (PCHE) et à l'entente globale de conservation : le Plan Nord-Américain de gestion de la sauvagine (PNAG) ou le North American Wetlands Conservation Act (NAWCA).

La MRC d'Antoine-Labelle a contribué financièrement à la réalisation des travaux de cartographie, a effectué la coordination des collaborations avec les intervenants municipaux et régionaux et par le partage de connaissances et de données sur le territoire.

La Sépaq a contribué financièrement à la réalisation des travaux de cartographie du territoire de la Réserve faunique de Papineau-Labelle (RFPL).

Le MELCCFP a participé au projet de la MRC d'Antoine-Labelle, par une contribution financière, le partage de plusieurs données géographiques nécessaires pour la photo-interprétation, ainsi qu'en apportant des ressources humaines pour la campagne de validation des données sur le terrain et pour la vérification de l'homogénéité des travaux de photo-interprétation.

Les OBV RPNS, COBALI et l'ABV des 7 ont contribué au projet par la participation aux rencontres de partage de connaissances et de données sur le territoire.

Les initiatives financées par le Plan conjoint des habitats de l'Est (PCHE) sont axées principalement sur la protection et la restauration des milieux humides et des habitats qui y sont associés le long du fleuve Saint-Laurent et de la rivière des Outaouais. Ce projet contribue à l'atteinte des objectifs du Plan nord-américain de gestion de la sauvagine (PNAGS) en matière de conservation de la sauvagine et de ses habitats pour l'aspect science et acquisition de connaissance.

Le PNAGS est une entente signée en 1986 entre les États-Unis et le Canada, à laquelle s'est joint le Mexique en 1994. Ses objectifs sont la protection et l'accroissement des ressources en sauvagine, et sa mise en œuvre est fondée sur le principe de plans conjoints d'habitats appliqués à une échelle géographique. Trois plans conjoints basés sur les données scientifiques d'espèces (canard noir, oies de l'Arctique et canards de mer) viennent appuyer ses actions. Ce projet s'inscrit dans la catégorie des superficies d'habitats influencés favorablement.

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION ET MISE EN CONTEXTE	1
2. TERRITOIRE D'ÉTUDE.....	5
3. DÉFINITIONS ET CLASSIFICATION DES MILIEUX HUMIDES	6
3.1 Définition d'un milieu humide	6
3.2 Système de classification utilisé pour les milieux humides	6
4. MÉTHODOLOGIE D'INVENTAIRE PAR PHOTO-INTERPRÉTATION.....	9
4.1 Éléments de base à la photo-interprétation	9
4.2 Préparation des données aux fins de photo-interprétation	10
4.3 Reconnaissance aérienne du territoire	11
4.4 Photo-interprétation initiale.....	12
4.5 Validation sur le terrain	13
4.6 Révision de la photo-interprétation.....	15
4.7 Identification des pressions anthropiques.....	15
4.8 Création des complexes de milieux humides	17
4.9 Compilation des données finales	18
4.10 Précision des données finales.....	18
5. RÉSULTATS DE LA CARTOGRAPHIE	19
5.1 Statistiques générales sur les milieux humides	19
5.2 Statistiques sur les pressions anthropiques	21
5.3 Statistiques sur les complexes de milieux humides	22
6. OUTILS GÉOMATIQUES	24
6.1 Cartes interactives	24
6.2 Application géomatique ArcMap.....	25
6.3 Base de données	26
7. LIMITATIONS DES DONNÉES	27
8. UTILITÉ ET BÉNÉFICES DE LA CARTOGRAPHIE	28
9. CONCLUSION.....	29
ANNEXE 1. Sources de données consultées pendant les travaux de photo-interprétation ..	30
ANNEXE 2. Formulaire d'identification de délimitation des milieux humides (MELCC 2021)	31

ANNEXE 3. Liste des attributs de la base de données de milieux humides	33
ANNEXE 4. Exemples de photos obliques et de terrain des milieux humides	34
ANNEXE 5a. Carte des milieux humides du sud de la MRC d'Antoine-Labelle	35
ANNEXE 5b. Statistiques des milieux humides sud de la MRC.....	36
BIBLIOGRAPHIE ET RÉFÉRENCES	37

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 ciblés 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 ; Pellerin et Poulin, 2013).

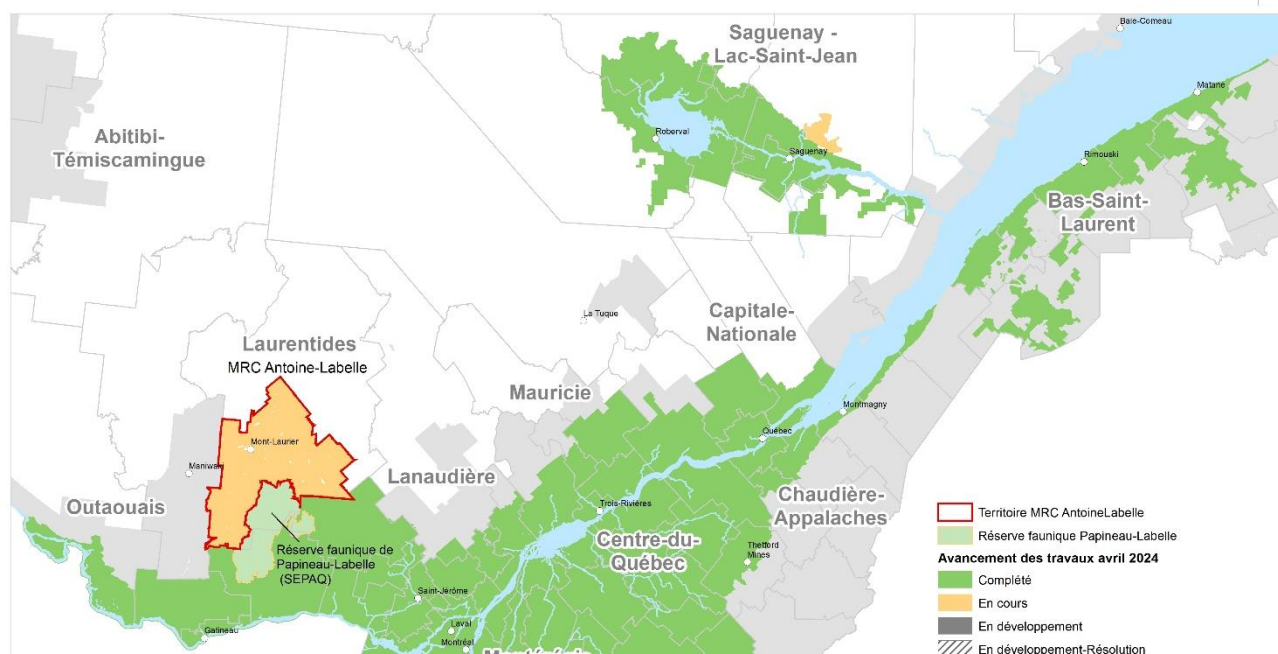
La méconnaissance de l'étendue réelle et des types de milieux humides (marais, marécage, tourbière, etc.) est au cœur des contraintes liées à leur conservation et à la gestion durable du territoire. Au cours des dernières années, de plus en plus de gestionnaires du territoire, tant à l'échelle locale 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 sur le plan 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, les industries et les organismes de plein air qui ont besoin d'informations précises et à jour sur la localisation des milieux humides dans leur région de manière à prendre des décisions plus éclairées pour le développement durable du territoire. En s'appuyant sur ces données, les intervenants de tous les horizons 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, CIC a développé, entre 2003 et 2012, les *Plans régionaux de conservation des milieux humides du Québec*, en collaboration avec le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), le ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF), le ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du Territoire (MAMROT), 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 connaissance et d'information 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 MELCCFP 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 MELCCFP 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 la MRC 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 qu'une première phase de projet en Estrie. Entre 2019 et 2022, le projet global de cartographie détaillée se poursuit dans les zones habitées du sud du Québec par la complétion de la MRC des Laurentides. Deux phases de projet s'ajoutent au territoire de l'Estrie, une deuxième phase au Saguenay-Lac Saint-Jean. Entre 2020 et 2023, deux phases de projet furent réalisées au Bas-Saint-Laurent ainsi que la réalisation d'une deuxième phase de projet en Outaouais. Un projet à l'échelle des périmètres urbains de la MRC d'Antoine-Labelle a été réalisé en 2022. Enfin, en 2024, trois projets vont s'ajouter au projet global de cartographie, soit le territoire de la réserve faunique Papineau-Labelle, la MRC d'Antoine-Labelle et le Parc national des Monts-Valin. Le présent rapport technique porte sur le territoire de la MRC d'Antoine-Labelle.



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 stéréoscopique, à l'aide des modèles photogrammétriques 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 les milieux humides de 0,3 hectare et plus, sauf à l'échelle des périmètres urbains réalisés en 2022, l'aire minimale est de 0,1 ha et plus. La typologie s'appuie sur le *Guide d'identification et délimitation des milieux humides du Québec méridional* (MELCC, décembre 2021) et le *Système de classification des terres humides du Canada* (GTNTH, 1997).

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 sont prévues à la suite du 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.

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 de 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 OBV ou les Conseils régionaux de l'environnement (CRE).

La cartographie détaillée des milieux humides ce secteur, 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 PCHE afin de mieux planifier les actions concrètes de conservation (protection, restauration, etc.). De plus, elle constituera un outil d'information supplémentaire pour le MELCCFP 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 OBV dans la réalisation des Plans directeurs de l'eau (PDE), ou encore pour les tables de concertation régionales (TCR) dans la réalisation du Plan de gestion intégrée régional (PGIR) du Saint-Laurent. Enfin, elle pourra être très utile à la mise à jour 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 Laurentides méridionales, le territoire de la MRC d'Antoine-Labelle couvre une superficie de 16 296 km². Le présent rapport et tous les produits livrables du projet font référence à un territoire d'étude de 5 688 km², soit le sud de la MRC. Comprennent les données de la cartographie de la RFPL (2024) et la cartographie des périmètres urbains de la MRC d'Antoine-Labelle (2022). Le projet réalisé en 2024 est entièrement situé dans la MRC d'Antoine-Labelle d'une superficie de 4 885 km². Le territoire d'étude de la MRC comprend 18 municipalités et touche 3 zones de gestion intégrée de l'eau (ZGIE): RPNS, COBALI et ABV des 7 (voir figure 2).

Le territoire d'étude est caractérisé entre autres par un relief accidenté sur des dépôts de till bien drainés, mais où la topographie conditionne la présence de milieux humides (fond de vallée, dépression). Généralement, le territoire est constitué de milieux humides boisés, majoritairement de type : tourbière boisée et marécage avec une superficie respective de 16 670 ha et 16 537 ha. La présence active du castor en milieu forestier contribue à créer et à entretenir des milieux humides en zone forestière, favorisant un habitat diversifié pour la faune et la flore.

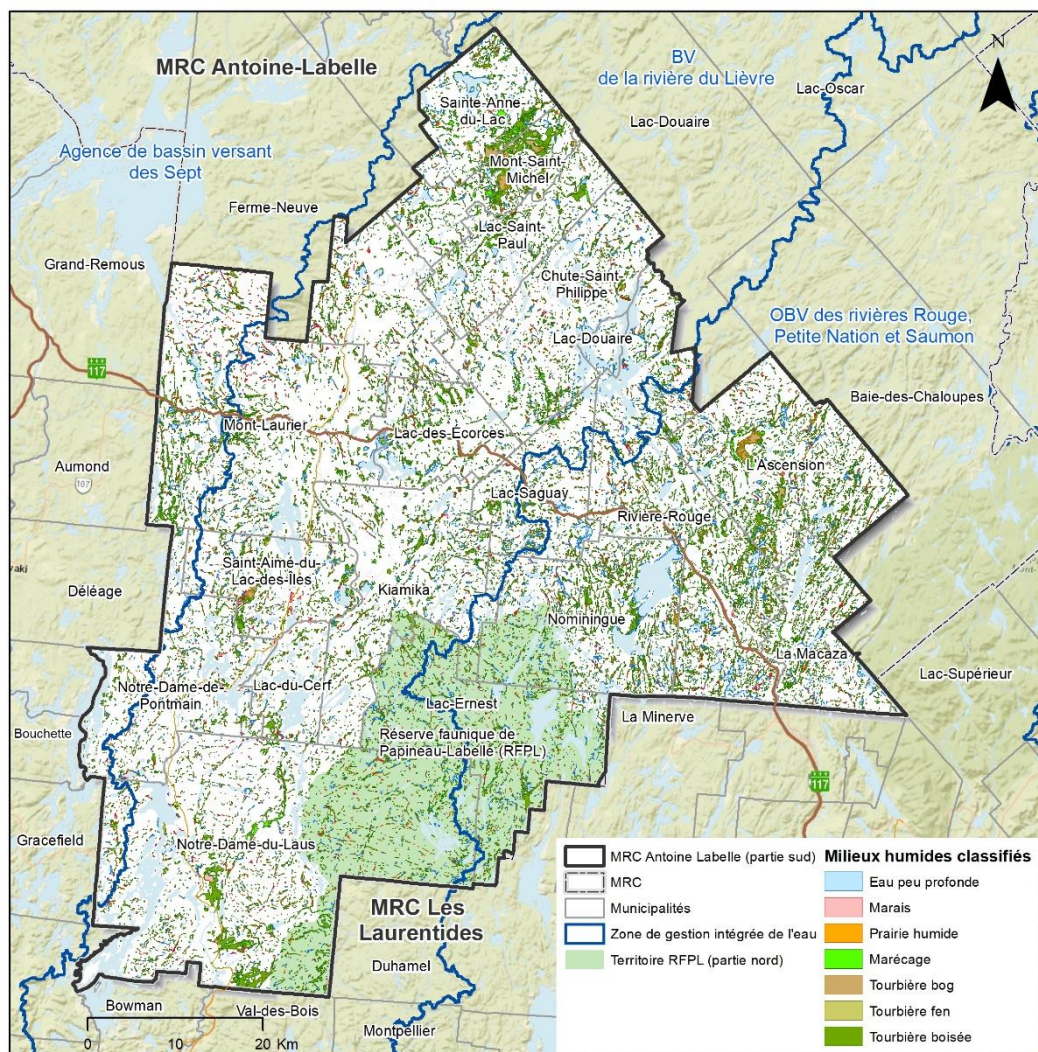


Figure 2. Carte du territoire MRC d'Antoine-Labelle pour la cartographie détaillée des milieux humides.

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 MELCCFP 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. Le MELCCFP 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. La définition s'énonce ainsi : *des lieux d'origine naturelle ou anthropique qui se distinguent par la présence d'eau de façon permanente ou temporaire, laquelle peut être diffuse, occuper un lit ou encore saturer le sol et dont l'état est stagnant ou en mouvement. Lorsque l'eau est en mouvement, elle peut s'écouler avec un débit régulier ou intermittent. Un milieu humide est également caractérisé par des sols **hydromorphes** ou une végétation dominée par des espèces **hygrophiles***. Cette définition réfère aux trois éléments clés permettant l'identification des milieux humides, soit l'hydrologie, la végétation et les sols. Ces critères s'expriment conjointement lorsque les conditions extérieures ne les empêchent pas, c'est-à-dire lorsque le milieu n'est perturbé (*adapté de Tiner, 1999*).

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 ont lieu à proximité (foresterie, agriculture, développement urbain et industriel, etc.).

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 : *eau peu profonde*, *marais*, *marécage*, *tourbière ombrotrophe (bog)* et *tourbière minérotrophe (fen)*. Les sous-classes¹, *prairie humide* et *tourbière boisée*² 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

² Corresponds au marécage sur tourbe par le SCTHC (GTNTH 1997).

- 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 adaptée au guide d'identification et délimitation des milieux humides du Québec méridional (MELCC, 2021);
- 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).

La typologie utilisée aux fins d'identification et de délimitation des milieux humides, dans le cadre du projet global de cartographie détaillée des milieux humides du sud du Québec, correspondant à des milieux présentant une végétation typique des milieux humides ou des sols hydromorphes.

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 couvert³ 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) couvrant³ 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).



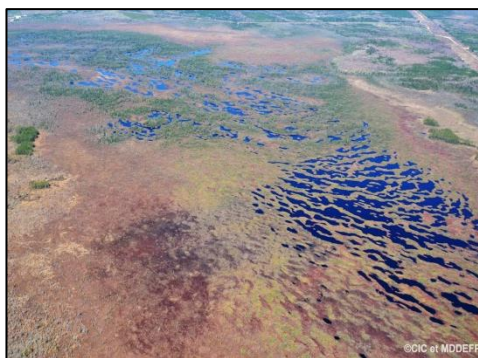
³ Le couvert est la proportion de la surface du milieu humide occupée par la projection au sol du feuillage de l'ensemble des strates de végétation.

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 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 couvert⁴ 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 organique⁵. La tourbière possède un sol saturé d'eau 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 ouvert⁶ 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.



⁴ 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.

⁵ Comme défini dans le *Système canadien de classification des sols* (Agriculture et Agroalimentaire Canada, 1.998)

⁶ 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 ouvert⁶ 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 couvert⁷ 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

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, 2022 et 2023 pour le territoire de d'étude 2024. 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

⁷ 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.

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 et plus. 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.

Fait important à souligner, dans certaines régions du Québec, il est fréquent d'observer une succession de petits monticules (milieu terrestre) et de dépressions humides. Ces dernières constituent souvent une série de petits marécages et/ou différents types de milieux humides. Ce type de regroupement est considéré comme un seul et même milieu formant une mosaïque de milieux humides (MELCC 2021). 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 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 de l'inventaire écoforestier du Québec méridional (IEQM), les placettes-échantillons permanentes et temporaires des inventaires écoforestiers du ministère des ressources naturelles et des forêts (MRNF), les données du programme d'acquisitions de connaissances sur les eaux souterraines (PACES) ainsi que la couverture pédologique de l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA). L'ensemble du territoire d'étude a été analysé avec les produits dérivés du LIDAR : ombrés, l'indice d'humidité topographique (TWI). Les produits de la hauteur de canopée (MHC) et le modèle numérique de terrain (MNT) furent consultés au besoin.

Afin de procéder à la photo-interprétation des milieux humides du territoire d'étude, la source principale d'imagerie utilisée pour ce projet, incluant les modèles photogrammétriques 3D, prit à l'été 2018 (avec couvert forestier) d'une résolution de pixel de 20 centimètres au sol, disponible à l'échelle du territoire d'étude complet. D'autres sources d'imagerie étaient disponibles pour la majorité du territoire d'étude. Les images 2022 et 2023 (sans couvert forestier) d'une résolution de pixel de 20 centimètres au sol ont été utilisées. Les photos aériennes du printemps permettent de mieux distinguer la topographie et, dans certains cas, l'eau au sol, tandis que les photos aériennes prises à l'été permettent une meilleure identification de la végétation propre aux milieux humides, ainsi qu'une observation plus facile de la végétation submergée et émergente. Au besoin, certaines photographies aériennes plus anciennes et autres images satellitaires à haute résolution ont pu être également 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.

4.3 Reconnaissance aérienne du territoire

Une reconnaissance aérienne du territoire d'étude a été effectuée à l'automne 2023. Afin de documenter davantage les milieux humides présents sur le territoire. Lors de ce survol aérien, 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 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.

Deux personnes (autre que le pilote) ont participé au survol : deux personnes pour la prise de photos dont une, pour guider le pilote et pour noter les différentes observations. 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 sur le territoire d'étude, à une altitude moyenne d'environ 350 mètres et 1 787 photos obliques ont été prises et géolocalisées. Les photos ont été prises avec deux appareils photo numériques, un Nikon D70 (18-70 mm) et Nikon 5300. La figure 3 illustre la trajectoire du survol de 2023.

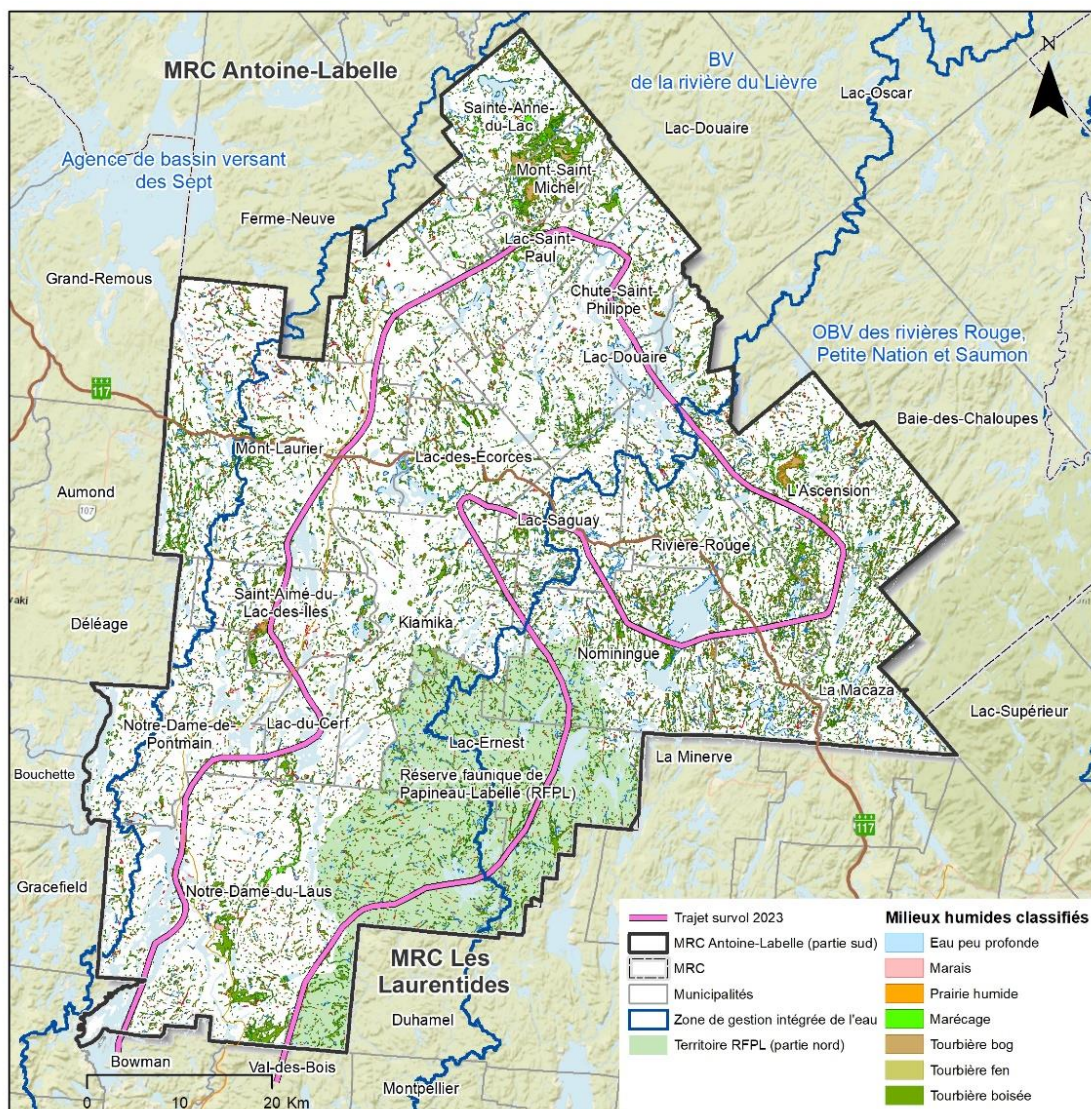


Figure 3. Trajectoires du survol et localisation des photos obliques en 2023 (305 km).

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 le niveau de confiance de la classe ou de la délimitation du milieu humide est bon, moyen ou faible selon la présence des critères de photo-interprétation établis par exemple une végétation typique des milieux humides, la topographie ou le type de sols propice à un milieu humide. La source de données 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 et du MELCCFP au cours de l'été 2022 pour le territoire RFPL et 2023 pour le reste du territoire de la MRC d'Antoine-Labelle. 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), à l'intérieur des unités du cadre écologique de référence et des limites administratives.

Pour chacun des sites visités, une fiche ou un point d'observation numérique de validation et de caractérisation des milieux humides a été rempli à l'aide d'un iPad et du logiciel *ArcGIS-Survey 123*. Cette fiche terrain développée par le MELCCFP (voir annexe 2) comptabilise l'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 (MELCC 2021). La fiche terrain est une adaptation numérique du formulaire de l'annexe 5 (MELCC 2021). Le point d'observation permet de documenter les indices relevés sur le type de milieux lors des déplacements sur le terrain. Il fournit brièvement de l'information sur la végétation, les sols ou la topographie.

Puisque des inventaires terrain avaient été réalisés sur le territoire de la MRC au terme de campagnes de validation précédente, nous avons intégré ces données à nos travaux. Ainsi on dénombre : 46 points terrain à l'échelle des périmètres urbains de la MRC (2022), 113 points du projet de la RFPL (2022) et 561 points projet de la MRC d'Antoine-Labelle (2023). Donc, 720 points terrain à l'échelle

du territoire d'étude de la MRC d'Antoine-Labelle (voir figure 4). À l'aide de ces informations, les photos-interprètes étudient les relations entre les photos aériennes et les résultats terrain pour extrapoler sur les autres sites aux caractéristiques écologiques similaires.

Enfin, soulignons que les photographies prises lors des visites terrain sont disponibles dans le fichier de points à référence spatiale (photo-georef) qui est produit à partir de la géolocalisation des photographies (3 840 photos de terrain).

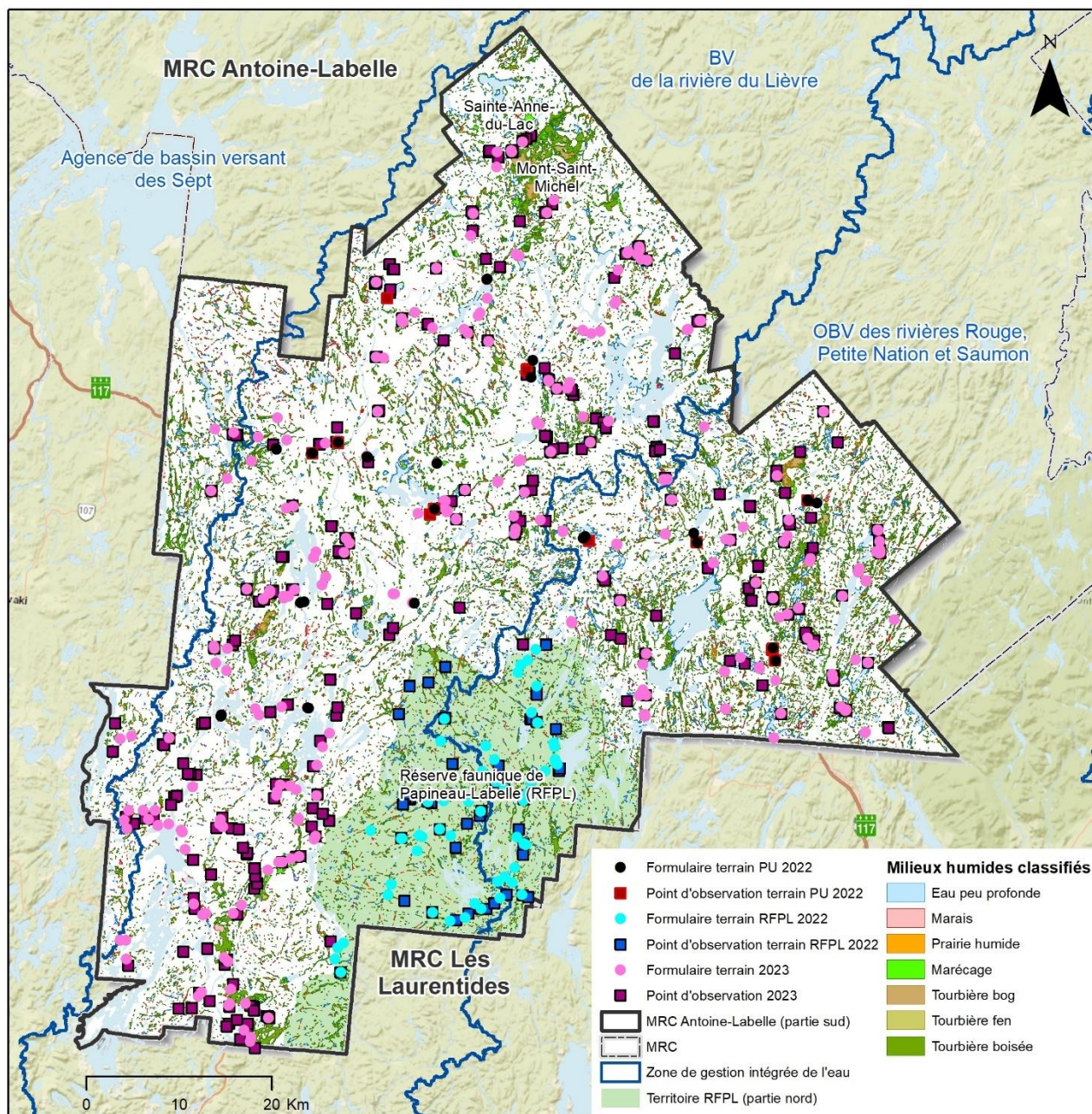


Figure 4. Sites de validation des milieux humides sur le terrain.

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 étape importante, celle de présenter et de vérifier les données préliminaires, a été effectuée avec les représentants de l'environnement, de l'aménagement du territoire et des organismes de bassins versants. Cette étape a pris la forme d'ateliers de travail, en janvier 2024, au cours d'une visioconférence, 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. L'harmonisation consiste à balayer la cartographie préliminaire pour valider la présence ou l'absence de milieux humides, la cohérence des limites tracées ainsi que la classification des milieux selon les contextes géographiques. Cette étape permet entre autres de cibler des enjeux propres au territoire d'étude et de parfaire la cartographie préliminaire. Cette vérification a été effectuée par une équipe de photo-interprètes expérimentés du MELCCFP entre octobre 2023 et décembre 2023. À la suite de cette étape, les photos-interprètes de CIC ont réalisé un survol du territoire afin de considérer les commentaires émis, dans un souci d'harmonisation de la cartographie détaillée des milieux humides.

4.7 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 de la MRC, 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+ d'Adresse Québec a été utilisée. À partir des orthophotographies de 2022, une dernière étape est effectuée manuellement à titre de contrôle de la qualité et de mise à jour.

Au total, 10 types de pressions de nature anthropique ont été identifiés : agricole, résidentielle, industriel ou commerciale, réseau routier, réseau de transport d'énergie, activité récréative (terrain de

golf, VTT), coupe forestière, canal de drainage, remblayage et le creusage. Si aucune perturbation n'a été observée, la valeur « aucune pression visible » 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 ortho photos les plus récentes. Quelques statistiques sur les pressions anthropiques sont fournies dans la section 5.2 de ce rapport.

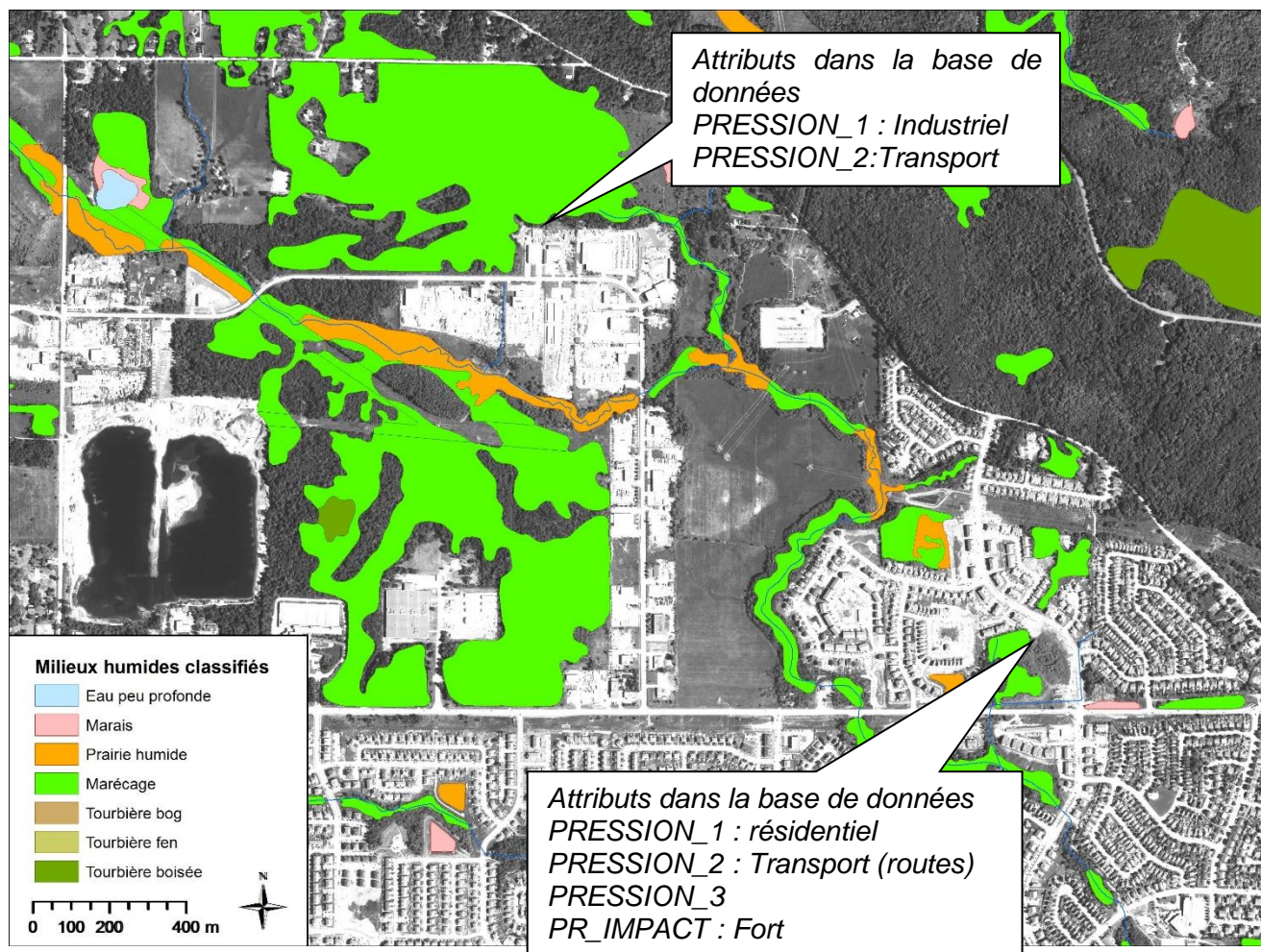


Figure 5. Exemple des pressions observées et documentées dans la base de données des milieux humides.

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 un traitement que CIC propose et la distance de 30 mètres est choisie. Il existe d'autres méthodes, mais l'analyse avec la distance de 30 mètres est celle que nous avons retenue, en regard de la définition d'une mosaïque de milieux humides.

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.

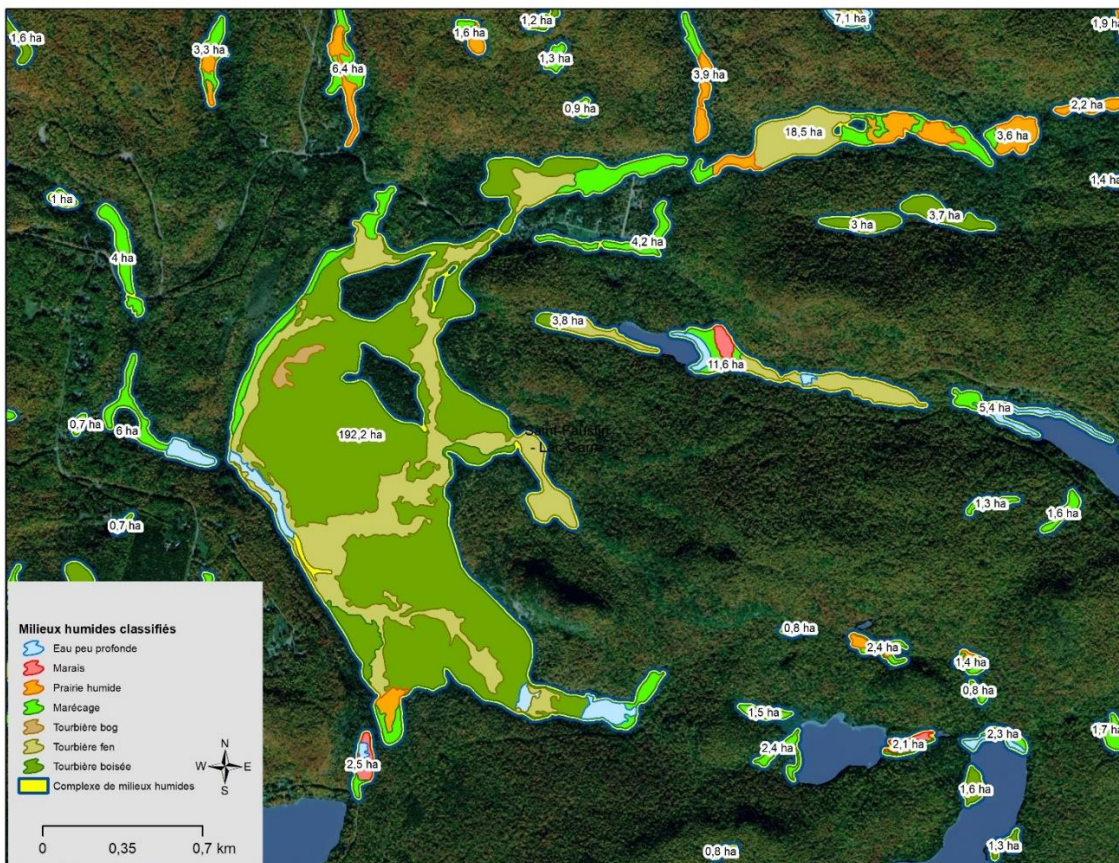


Figure 6. Exemple des complexes de milieux humides

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. 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 de 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 et 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;
- le territoire d'étude.

À l'échelle du projet de la MRC, 3 840 photos de terrain et 1787 photos obliques sont accessibles à partir du fichier de points géolocalisés et peuvent être visualisées au moyen d'un logiciel tel que *ArcMap* par le biais. Des exemples de photos de milieux humides se trouvent à l'annexe 4 pour montrer 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 jfévrier 2024, période à laquelle la dernière modification des données a été effectuée.

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 33 % du nombre et pour 38 % 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 32 % du nombre et pour 40 % de la superficie totale des milieux humides (tableau 2).

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

Niveau de confiance (délimitation des milieux humides)	Nombre de MH	Superficie MH (ha)	Proportion du nombre	Proportion superficie	Taille moyenne MH (ha)
Bon	12 915	20 450,2	32,9%	37,6%	1,6
Moyen	24 864	31 523,4	63,3%	58,0%	1,3
Faible	1 482	2 414,5	3,8%	4,4%	1,6
Grand Total	39 261	54 388,1	100%	100%	1,4

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

Niveau de confiance (classification des milieux humides)	Nombre de MH	Superficie MH (ha)	Proportion du nombre	Proportion superficie	Taille moyenne MH (ha)
Bon	12 613	21 618,6	32,1%	39,7%	1,7
Moyen	25 154	31 081,2	64,1%	57,1%	1,2
Faible	1 494	1 688,3	3,8%	3,1%	1,1
Grand Total	39 261	54 388,1	100%	100%	1,4

Dans le cadre de la campagne de validation terrain, un total de 566 milieux humides ont été validés. Un total de 1 932 polygones supplémentaires a pu être validé à un certain niveau en consultant les photographies obliques des survols aériens. Somme toute, 4,9% du nombre de milieux humides ont donc été validés 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 de MH	Superficie MH (ha)	Proportion du nombre	Proportion superficie	Taille moyenne MH (ha)
Non validé	37 303	47 925,4	95,0%	88,1%	1,3
Survola	1 392	4 365,4	3,5%	8,0%	3,1
Terrain	566	2 097,3	1,4%	3,9%	3,7
Grand Total	39 261	54 388,1	100%	100%	1,4

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

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 le territoire de la MRC a permis de répertorier un total de **39 261** milieux humides couvrant une superficie de **54 388** hectares, ce qui correspond à **10 %** du territoire en milieux humides (tableau 4).

La superficie moyenne des milieux humides du territoire d'étude est de **1,4** ha. Cependant, **68 %** du nombre de polygones de milieux humides du territoire possèdent une superficie inférieure à 1 ha et **13 %** 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 d'étude (voir figure 7).

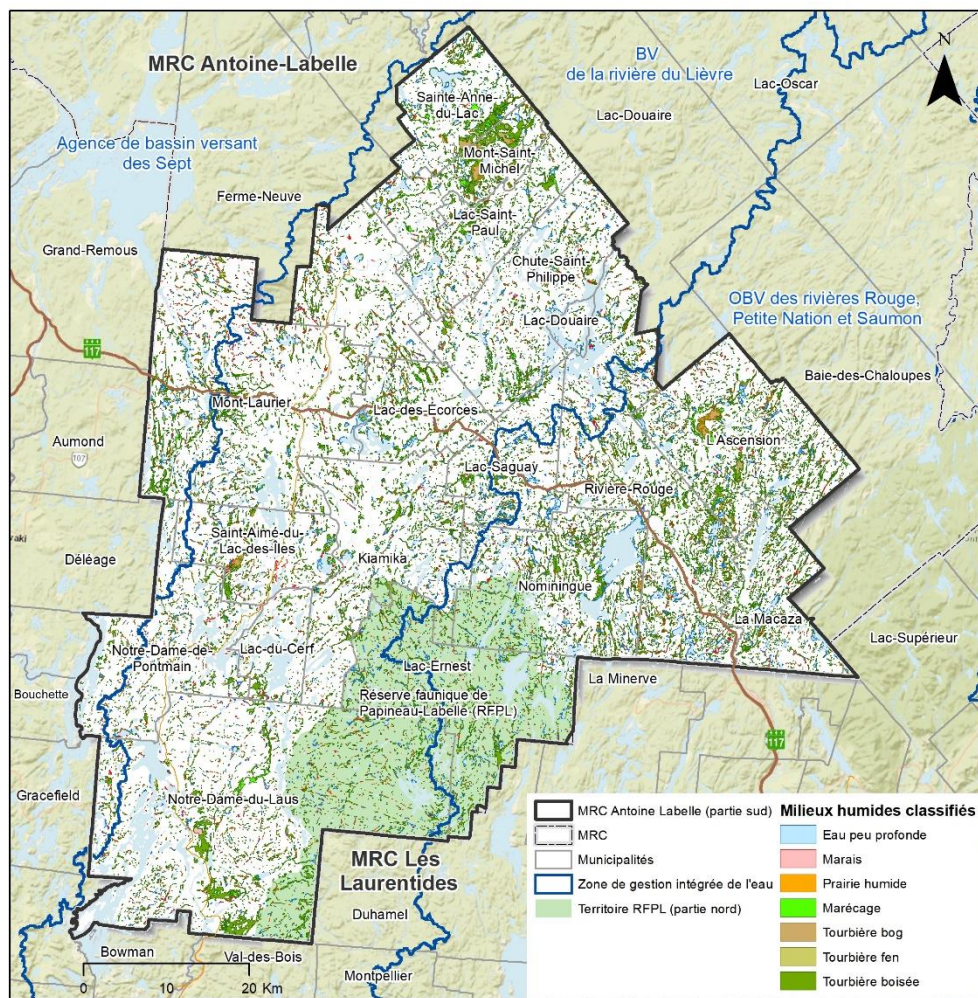
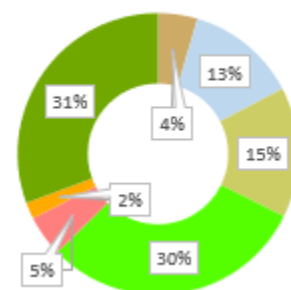


Figure 7. Carte du territoire de la MRC pour la cartographie détaillée des milieux humides.

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

Classes de milieux humides	Nombre de MH	Superficie MH (ha)	Taille moyenne des MH (ha)	Proportion du territoire en MH
Tourbière ouverte bog (ombrotrophe)	1 055	2 466,7	2,3	0,4%
Eau peu profonde	5 101	6 961,8	1,4	1,2%
Tourbière ouverte fen (minérotrophe)	5 415	8 143,2	1,5	1,4%
Marécage	16 371	16 537,3	1,0	2,9%
Marais	3 059	2 572,9	0,8	0,5%
Prairie humide	1 383	1 035,7	0,7	0,2%
Tourbière boisée	6 877	16 670,4	2,4	2,9%
Grand Total	39 261	54 388	1,4	9,6
Milieux humides < 1ha	26 662	13 537	0,5	2,8

Répartition des MH



On constate que les tourbières boisées constituent la classe de milieux humides qui prédomine sur le territoire en termes de superficie (16 670 ha ou 31 % de tous les milieux humides), suivie de près par les marécage (30%), des tourbières fen (15%), l'eau peu profonde (13 %) suivie des marais (5 %) , tourbières ouvertes bog (4 %) ,des prairies humides (2 %) qui sont moins commun dans cette région.

5.2 Statistiques sur les pressions anthropiques

La combinaison des 10 types de pressions répertoriées indique que 54% du nombre des milieux humides du territoire sont affectés 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 coupes forestières, suivies par le transport d'énergie. Les activités récréatives sont au troisième rang des activités anthropiques les plus observées sur le territoire. Néanmoins, aucune perturbation n'a été observée sur 46 % des milieux humides du territoire d'étude (voir tableau 6 et figure 8).

Tableau 5 : Type et proportion des pressions anthropiques observées

Type de pression	Nombre de MH	Superficie (ha)	Taille moyenne (ha)	Proportion du nombre
Aucune pression identifiée	18 125	18 051,1	1,0	46,2%
Agricole	1 182	3 094,2	2,6	3%
Coupe forestière	10 199	14 935,9	1,5	26%
Creusage	13	16,6	1,3	0,0%
Drainage	198	700,1	3,5	0,5%
Industrielle ou commerciale	66	126,5	1,9	0,2%
Récréative	3 092	4 298,9	1,4	7,9%
Remblayage	164	264,0	1,6	0,4%
Résidentielle	718	2 278,4	3,2	1,8%
Réseau transport routier	541	998,4	1,8	1,4%
Réseau transport d'énergie	4 963	9 624,1	1,9	12,6%
Grand Total	39 261	54 388,1	1,4	100%

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

Type de pression	Nombre de MH	Superficie (ha)	Taille moyenne (ha)	Proportion du nombre
Aucun	18 196	18 144,1	1,0	46,3%
Faible (de 1 à 25%)	18451	31 737,7	1,7	47,0%
Moyen (de 26 à 50%)	1 291	2 508,1	1,9	3,3%
Fort (> de 50%)	1 323	1 998,3	1,5	3,4%
Grand Total	39 261	54 388,1	1,4	100%

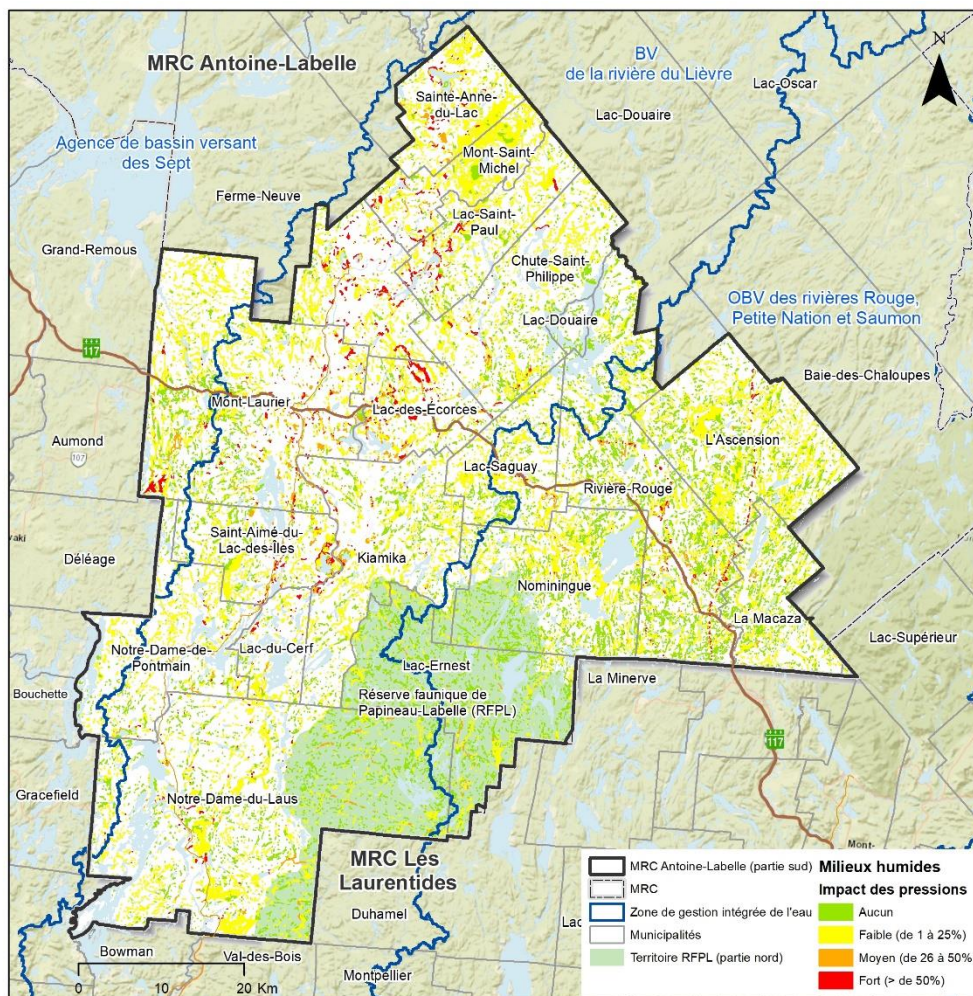


Figure 8. Distribution des pressions anthropiques selon l'impact observé

5.3 Statistiques sur les complexes de milieux humides

Les 39 261 polygones de milieux humides du territoire d'étude ont été regroupés en 18 236 complexes (polygones adjacents ou séparés par une distance inférieure à 30 mètres). Le tableau 7 indique que 71 % du nombre de complexes de milieux humides présentent une superficie entre 1 et 25 hectares. Il y a un complexe de milieux humides de plus de 1 000 ha. Le tableau 7 illustre la répartition des milieux humides par classe de superficie.

Classe de superficie des complexes	Nombre de CMH	Superficie CMH (ha)	Proportion du nombre de CMH	Proportion superficie CMH
0,3 - 1,0 ha	4 926	3 935,5	27,0%	4,7%
1 - 5,0 ha	10 439	21 970,2	57,2%	26,4%
5 - 25 ha	2 467	25 164,2	13,5%	30,2%
25 - 50,0 ha	245	8 271,6	1,3%	9,9%
50 - 100,0 ha	97	6 528,9	0,5%	7,8%
100 - 250,0 ha	43	6 579,4	0,2%	7,9%
250 - 500,0 ha	14	4 850,4	0,1%	5,8%
500-1 000 ha	4	2 624,6	0,0%	3,1%
1 000 ha et +	1	3 448,9	0,0%	4,1%
Grand Total	18 236	83 373,6	100%	100%

Tableau 7 : Nombre et superficie des complexes de milieux humides par classe de superficie.

Note : La superficie inclut les milieux humides qui touchent et dépassent le territoire d'étude et qui font partie de la zone de tampon de 15 mètres.

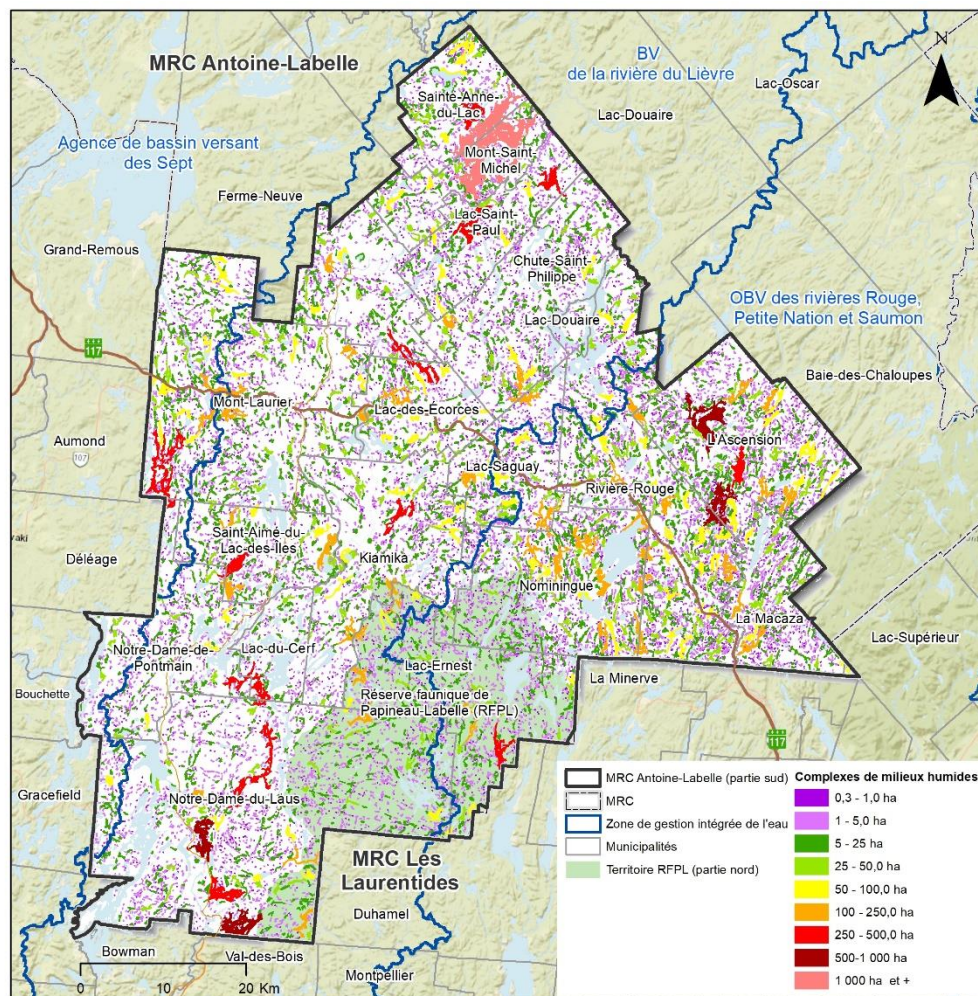


Figure 9. Carte des complexes de milieux humides par classes de superficie en hectares

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 (SIG) 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 (disponible automne 2024), 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

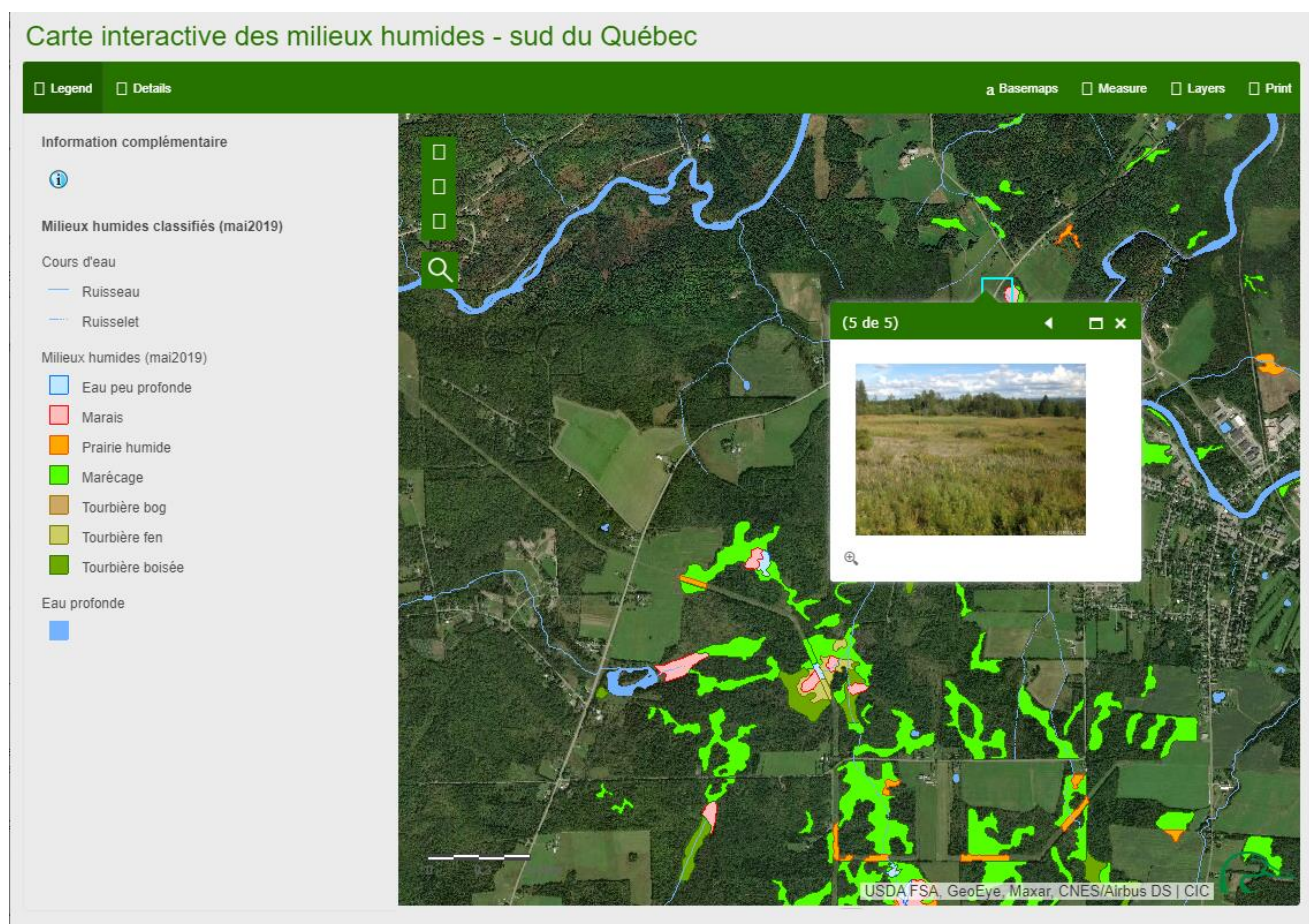


Figure 10. Aperçu de la carte interactive des milieux humides pour les secteurs habités du sud du Québec.

6.2 Application géomatique ArcMap

Une application géomatique, pour les partenaires, 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 11 illustre les couches d'informations géographiques disponibles avec cet outil.

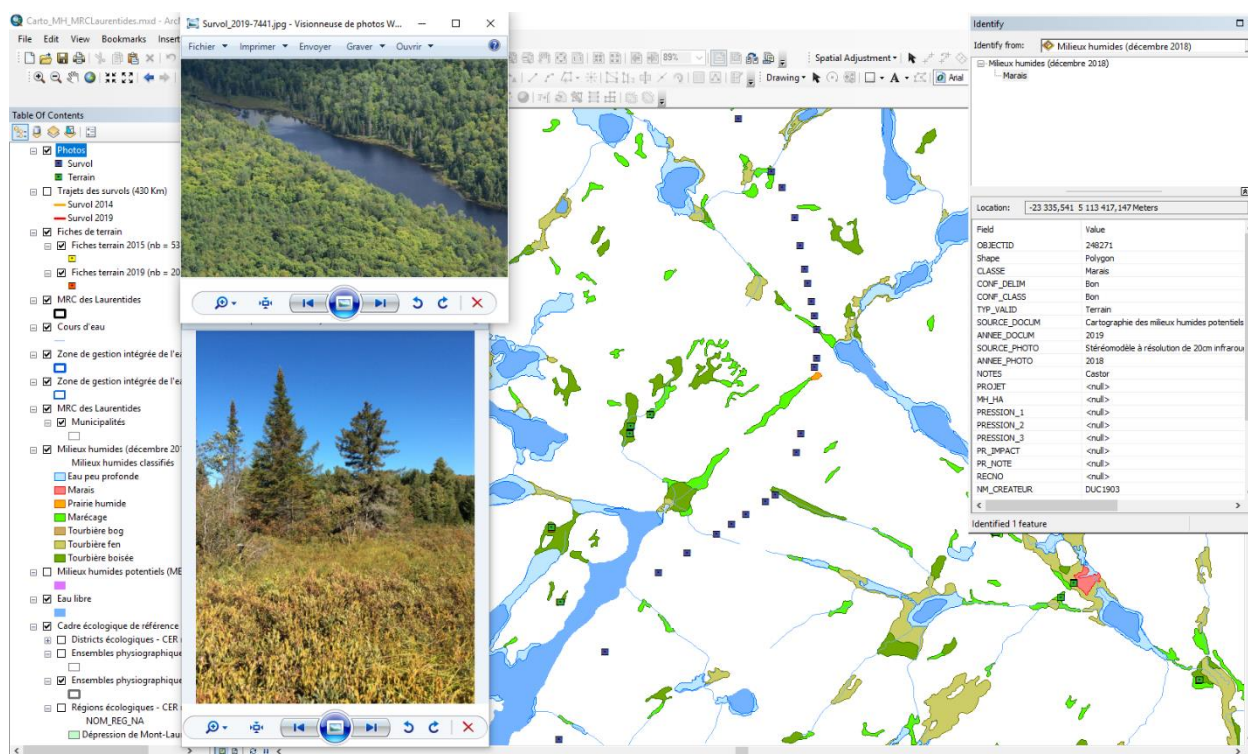


Figure 11. Aperçu de l'application géomatique ESRI ArcMap.

6.3 Base de données

Les données complètes de la cartographie détaillée des milieux humides sont rendues disponibles en format *géodatabase* et *shapefiles* d'*ESRI* (dernière date de modification des données : mars 2024 (voir figure 12). On retrouve également les photographies des reconnaissances aériennes et des visites sur le terrain, les produits cartographiques, la symbologie, l'application géomatique ArcMap ainsi que le présent rapport. Ces informations sont rendues disponibles aux partenaires. Pour plus d'informations, vous pouvez contacter CIC à l'adresse suivante : outils@canards.ca.

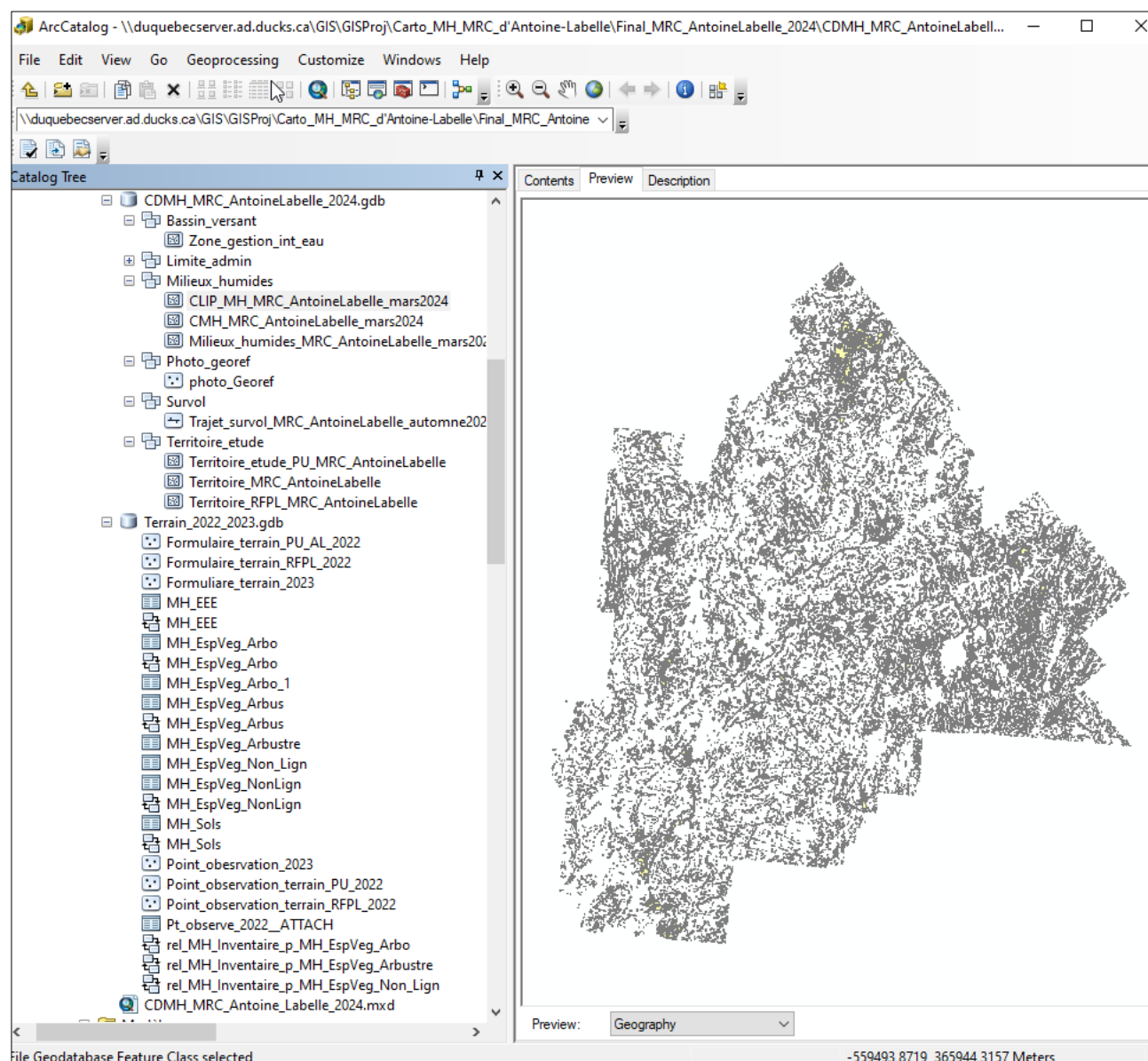


Figure 12. Aperçu de la Géodatabase des données finales de la cartographie détaillée des milieux humides (CDMH_MRC_AntoineLabelle_2024.gdb)

7. LIMITATIONS DES DONNÉES

Malgré tous les efforts déployés pour assurer un niveau optimal de précision et de fiabilité des données produites 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 le territoire de la MRC d'Antoine-Labelle. 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, le type de capte (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'une vérification 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, la caractérisation 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.

Enfin, 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 d'Antoine-Labelle 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 d'autorisation ministérielles auprès du MELCCFP, 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 MELCCFP 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 d'Antoine-Labelle, 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 en stéréoscopie d'images aériennes numériques, 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 la MRC d'Antoine-Labelle sont maintenant mieux outillés pour considérer les milieux humides dans leur réflexion concernant l'aménagement du territoire. 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 diversité 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 à l'échelle du territoire de la MRC d'Antoine-Labelle, infrarouge, résolution pixel 20 cm, été 2018 (avec couvert forestier).
2. Modèles photogrammétriques 3D en grande partie à l'échelle du territoire d'étude, infrarouge, résolution pixel 20 cm, printemps 2022 (sans couvert forestier).
3. Modèles photogrammétriques 3D, secteur non couvert par les images 2022, infrarouge, résolution de pixel 20 cm, printemps 2023 (sans 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 4 ^e inventaire décennal du MRNF, effectuée par Canards Illimités en 2020, 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 4 ^e et 5 ^e 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 , 4 ^e décennal et 5 ^e , 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. Projets d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES).
8. Données et produits dérivés LIDAR (ombrage, relief, pente, hauteur de canopée, modèle numérique de terrain), 2016.
9. Photos aériennes diffusées par GOOGLE.
10. Parcelle agricole déclarée
11. Données et caractérisation des partenaires du projet.

ANNEXE 2. Formulaire d'identification de délimitation des milieux humides (MELCC 2021)

Formulaire identification délimitation milieux humides (Mars 2014)

Section 1 – IDENTIFICATION

Numéro de station :	Date:
Point GPS:	Nom évaluateur(s):
Photos :	Numéro échantillon:

Section 2 – DESCRIPTION GÉNÉRALE DU SITE

2A	Contexte : Estuarien Marin Riverain Palustre Lacustre
	Situation : Terrain plat - Haut de pente - Bas de pente - Mi pente - Replat - Dépression ouverte - Dépression fermée
2B	Forme de terrain Concave Convexe Régulier Irrégulier
	Présence de dépressions : oui - non % de dépressions / % monticules :
	La végétation est-elle perturbée ? oui non Type de perturbation :
	Les sols sont-ils perturbés ? oui non Pressions : Indiquer le type de pression et la distance
	L'hydrologie est-elle perturbée ? oui non Présence d'espèces floristiques exotiques envahissantes (EFEE) :
	Est-ce un milieu d'origine anthropique ? oui non % de la placette
	Le milieu est-il affecté par un barrage de castor ? oui non

Section 3 – HYDROLOGIE

3A	Eau libre de surface oui non
	Lien hydrologique : Lac - cours d'eau permanent - cours d'eau intermittent - fossé
3B	Type de lien hydrologique de surface :
	<div> 1 : Source d'un cours d'eau 3 : Connexion de la charge et de la décharge 5 : Traversé par un cours d'eau 2 : Récepteur d'un cours d'eau 4 : En bordure d'un cours d'eau ou d'un plan d'eau 6 : Aucun cours d'eau </div>
	<div> Indicateurs primaires <input type="checkbox"/> Inondé <input type="checkbox"/> Saturé d'eau dans les 30 premiers cm <input type="checkbox"/> Lignes de démarcation d'eau (quai, roches, arbres...) <input type="checkbox"/> Débris apportés par l'eau - Déposition de sédiments <input type="checkbox"/> Odeur de soufre (œuf pourri) <input type="checkbox"/> Litière noirâtre <input type="checkbox"/> Effet rhizosphère (oxydation autour des racines) <input type="checkbox"/> Écorce érodée </div>
	<div> Indicateurs secondaires <input type="checkbox"/> Racines d'arbres et d'arbustes hors du sol <input type="checkbox"/> Lignes de mousses sur les troncs <input type="checkbox"/> Souches hypertrophiées <input type="checkbox"/> Lenticelles hypertrophiées <input type="checkbox"/> Système racinaire peu profond <input type="checkbox"/> Racines adventives </div>

Section 4 - SOL

4A	Horizon organique : _____ cm – fibrique – mésique – humique	Profondeur de la nappe : _____ cm						
	Profondeur du roc (si observée) : _____ cm							
4B	Sol rédoxique (matrice gleyifiée et mouchetures marquées) : _____ cm	Classe de drainage :						
	Sol réductique (complètement gleyifié) : _____ cm	Présence de drainage interne oblique: oui non						
	Cas complexes : sols rouges – texture sableuse – Ortstein – Fragipan							
	Description du profil de sol							
	Profondeur (cm)	Horizon	Texture	Couleur matrice	Couleur mouchetures	Abondance mouchetures	Dimension	Contraste

ESPÈCES par strate	H (m)	% absolu	% relatif	Espèce dominante (O/N)	Statut
Arborescente					
total					
Arbustive/ Régénération					
total					
Non ligneuse – rayon de la station pour cette strate = 1m - 2m - 5 m					
total					

Strate non-ligneuse : Toute la végétation non incluse dans les autres strates (herbacée, muscinale, etc.).

Végétation typique des milieux humides ?	oui	non	Type : Étang Marais Marécage Tourbière Si tourbière : Tourbière boisée - Fen ouvert - Bog ouvert
Test d'indicateurs hydrologiques positif?	oui	non	
Présence de sols hydromorphes?	oui	non	
Cette station est-elle un MH ?	oui	non	
Notes et croquis			

ANNEXE 3. Liste des attributs de la base de données de 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 de VTT, cannebergières).
18	COLLABORATEURS	Liste des partenaires du projet.
19	CLASS_NAME	Code de la classe, version traduite en anglais, de milieu humide identifié par les travaux de photo-interprétation (7 classes).
20	PHASE	Phase du projet global de cartographie détaillée des milieux humides
21	GLOBAL_ID	Identifiant unique du polygone de milieu humide.

Le système de projection cartographique utilisé pour les données spatiales de la base de données est le « Lambert_Conformal_Conic (LCC), datum NAD83 ».

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

1) Municipalité de Saint-Aimé-du-Lac-des-Iles,
MRC d'Antoine-Labelle



2) Municipalité de L'Ascension, MRC d'Antoine-Labelle



3) Municipalité Notre-Dame-du-Laus, MRC d'Antoine-Labelle



4) Municipalité de Lac Saint-Paul, MRC d'Antoine-Labelle



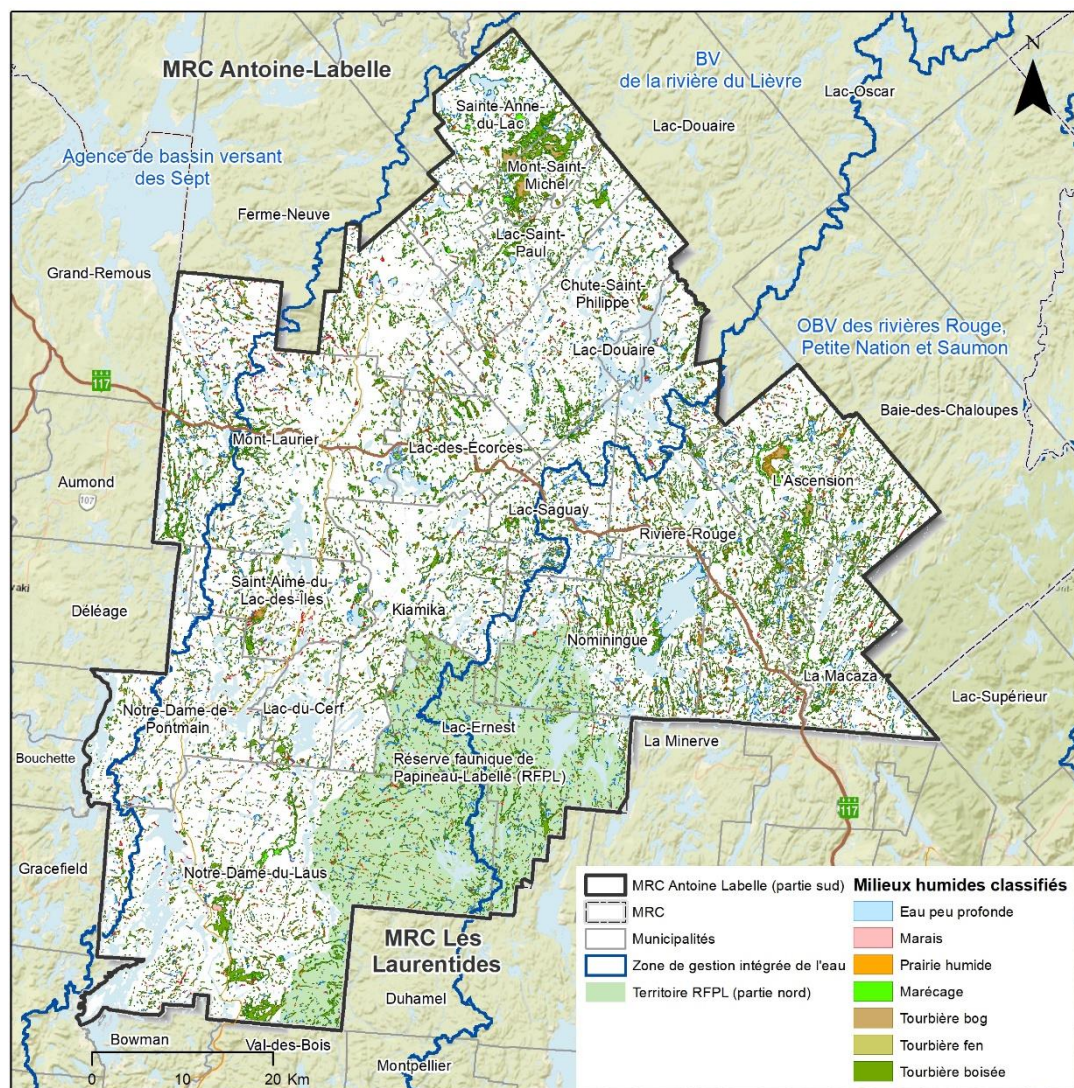
5) Municipalité de Rivière Rouge, MRC d'Antoine-Labelle



6) Municipalité Notre-Dame-de-Potmain, MRC d'Antoine-Labelle



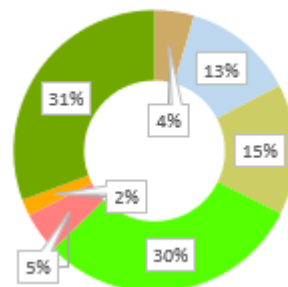
ANNEXE 5a. Carte des milieux humides du sud de la MRC d'Antoine-Labelle



ANNEXE 5b. Statistiques des milieux humides sud de la MRC

Classes de milieux humides	Nombre de MH	Superficie MH (ha)	Taille moyenne des MH (ha)	Proportion du territoire en MH
Tourbière ouverte bog (ombrotrophe)	1 055	2 466,7	2,3	0,4%
Eau peu profonde	5 101	6 961,8	1,4	1,2%
Tourbière ouverte fen (minérotrophe)	5 415	8 143,2	1,5	1,4%
Marécage	16 371	16 537,3	1,0	2,9%
Marais	3 059	2 572,9	0,8	0,5%
Prairie humide	1 383	1 035,7	0,7	0,2%
Tourbière boisée	6 877	16 670,4	2,4	2,9%
Grand Total	39 261	54 388	1,4	9,6
Milieux humides < 1ha	26 662	13 537	0,5	2,8

Répartition des MH



MRC d'Antoine- Labelle

Superficie du territoire d'étude: **5 688 km²**

Répartition des milieux humides (marécages et tourbières boisés) : **61 %**

Nombre de milieux humides moins de 1 ha : 26 662 **polygones (68 %)**

Nombre de polygones avec pression anthropique observée : 21 136 **polygones (54 %)**

Nombre de polygones avec forte pression : 1 323 **polygones (3.3 %)**

Types de pressions dominantes : **Coupe forestière, réseau de transport d'énergie, récréative**

Niveau de confiance bon pour la **délimitation** des milieux humides par photo-interprétation : **37 %**

Niveau de confiance bon pour la **classification** des milieux humides par photo-interprétation : **39 %**

Nombre de milieux humides validés sur le terrain ou par survol : 1 958 **polygones (5 %)**

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.

Base de données AQRéseau+, ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, 2021

Base de données des parcelles et productions agricoles déclarées, BDPPAD_v03_AN_2021_s_20211208.shp, La Financière agricole du Québec (FADQ)

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

Canards Illimités Canada et le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. 2017. *Cartographie détaillée des milieux humides du territoire des basses-terres de l'Outaouais et ses environs - Rapport technique*. 52 pages.
https://maps.ducks.ca/cwi/com/duc/assets/reports/Rapport_carto_MH_Outouais_2017.pdf

Canards Illimités Canada et le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. 2020. *Cartographie détaillée des milieux humides, MRC des Laurentides, phase 3 - Rapport technique*. 42 pages.
https://maps.ducks.ca/cwi/com/duc/assets/reports/Rapport_carto_MH_Laurentides_2020.pdf

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 des Laurentides [en ligne], [http://www.canardsquebec.ca], 67 p.
https://www.ducks.ca/assets/2016/12/PRCMH_R15_LAUR_2007_portrait_texte.pdf

Canards Illimités Canada – Québec. 2007. Plan régional de conservation des milieux humides des Laurentides.
https://www.ducks.ca/assets/2016/12/PRCMH_R15_LAUR_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.

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.

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.

Lachance, D., G. Fortin et G. Dufour Tremblay (2021). Identification et délimitation des milieux humides du Québec méridional – décembre 2021, Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction adjointe de la conservation des milieux humides, 70 p. + annexes [En ligne], <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rives/guide-identif-dellimit-milieux-humides.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 de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). 2022. *Projets d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines*. <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/souterraines/programmes/acquisition-connaissance.htm>

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 des Forêts, de la Faune et des Parcs. 2015. *Inventaire écoforestier du Québec méridional (IÉQM)*. <https://mffp.gouv.qc.ca/les-forets/inventaire-ecoforestier/>

Pellerin, S. et M. Poulin, 2013. Analyse de la situation des milieux humides au Québec et recommandations à des fins de conservation et de gestion durable. Rapport produit pour le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec, 104 p. disponibles en ligne à : <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rives/analyse-situation-milieux-humides-recommandations.pdf>

Plan conjoint des habitats de l'Est (PCHE) https://mffp.gouv.qc.ca/wp-content/uploads/Brochure-PCHE-30ans_web.pdf

Ressources naturelles Canada, en partenariat avec le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Empreinte des bâtiments, 2023 <https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/empreintes-de-batiments>

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.

Ce projet a été réalisé grâce à la collaboration suivante :

