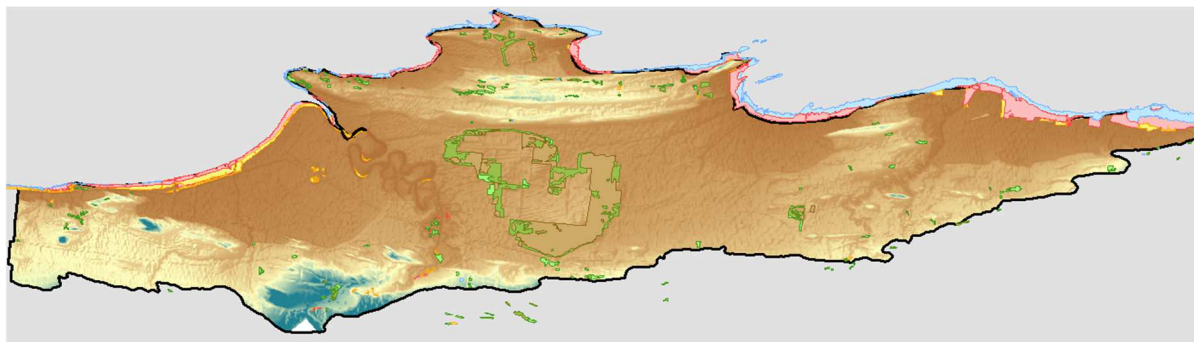


## Cartographie détaillée des milieux humides du territoire de la MRC de Kamouraska – Partie basses-terres du Saint-Laurent



RAPPORT TECHNIQUE

Octobre 2018

Canada 

[www.planstlaurent.qc.ca](http://www.planstlaurent.qc.ca)

Québec 

**Citation recommandée :****Rapport technique :**

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques - Québec. 2018. *Cartographie détaillée des milieux humides du territoire de la MRC de Kamouraska – Partie basses-terres du Saint-Laurent* - Rapport technique. 40 pages.

**Base de données et projet cartographique spécifique :**

Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques et Canards Illimités Canada – Québec, 2016. *Cartographie détaillée des milieux humides du territoire de la MRC de Kamouraska – Partie basses-terres du Saint-Laurent* – Données géographiques [ArcMap, ESRI Canada], Québec (Québec).

**Équipe de réalisation**

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

Cédric Villeneuve, *Technologue forestier* – Direction de l'expertise en biodiversité

Geneviève Dufour Tremblay, *Biologiste, M. Sc.* - Direction de l'expertise en biodiversité

## **AVANT-PROPOS**

Le présent rapport présente les étapes et les résultats sommaires des travaux de cartographie détaillée des milieux humides du territoire de la municipalité régionale de comté (MRC) de Kamouraska, effectués par l'équipe de la Direction de l'expertise en biodiversité (DEB) du Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC). Le projet a été réalisé dans le cadre d'une entente concernant la cartographie détaillée des territoires habités du sud du Québec (basses-terres du Saint-Laurent et la plaine du Lac St-Jean) en collaboration avec Canards Illimités Canada (CIC).

Ce projet a été réalisé grâce à la contribution technique et financière du MDDELCC et de CIC. Le financement du ministère provient du Plan d'action Saint-Laurent (PASL) 2011-2026 et du Fonds vert, par l'entremise du Plan d'action 2013-2020 sur les changements climatiques (PACC). Environnement Canada - Service canadien de la Faune a aussi contribué financièrement au projet, en lien avec les activités du Plan conjoint des habitats de l'Est (PCHE) de la région du Québec.

# TABLE DES MATIÈRES

<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>5</b>
<b>2. TERRITOIRE D'ÉTUDE SPÉCIFIQUE .....</b>	<b>7</b>
<b>MÉTHODOLOGIE .....</b>	<b>10</b>
2.1 Préparation des données aux fins de photo-interprétation .....	10
2.1. Éléments de base à la photo-interprétation .....	13
1.1. Photo-interprétation initiale .....	14
1.2. Validation sur le terrain .....	16
1.3. Révision de la photo-interprétation .....	19
<b>2. RÉSULTATS DES TRAVAUX .....</b>	<b>19</b>
2.1. Statistiques générales sur les milieux humides.....	19
2.2. Potentiel de l'indicateur de l'indice topographique .....	23
<b>3. OUTILS GÉOMATIQUES .....</b>	<b>25</b>
3.1. Carte interactive .....	25
3.2. Application géomatique ArcMap .....	26
<b>4. LIMITATIONS DES DONNÉES .....</b>	<b>27</b>
<b>5. UTILISATION DE DONNÉES LIDAR .....</b>	<b>27</b>
<b>6. UTILITÉ DE LA CARTOGRAPHIE .....</b>	<b>28</b>
<b>7. CONCLUSION.....</b>	<b>29</b>
<b>8. BIBLIOGRAPHIE ET RÉFÉRENCES .....</b>	<b>30</b>
<b>ANNEXE 1. Définitions et classification des milieux humides .....</b>	<b>31</b>
Définition d'un milieu humide.....	31
Système de classification utilisé pour les milieux humides .....	31
<b>ANNEXE 2. Liste des champs et description des codes de la fiche de terrain.....</b>	<b>36</b>
<b>ANNEXE 3. Liste des attributs de la base de données milieux humides. ....</b>	<b>38</b>
<b>ANNEXE 4. Exemples de photos obliques de Canards illimité Canada et du Ministère de la sécurité publique du Québec, ainsi que de photos terrain des milieux humides pour le territoire de Kamouraska.....</b>	<b>39</b>

# 1. INTRODUCTION

La connaissance de l'étendue réelle et des types de milieux humides (marais, marécage, tourbière, etc.) est au cœur des contraintes liées à leur conservation et à leur utilisation durable. 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 convivial, à jour et le plus précis possible afin de prendre des décisions éclairées en matière de protection du territoire. En effet, 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 et au patrimoine naturel avec la biodiversité des espèces fauniques et floristiques. La dégradation et la perte des milieux humides peuvent induire un coût pour la collectivité considérant la perte de nombreux services écologiques.

L'acquisition de données sur ces écosystèmes est d'autant plus importantes que certaines portions du territoire, dont notamment les basses terres du Saint-Laurent, ont subi une importante dégradation de leurs milieux humides sous la pression du développement. En effet, 20 % des milieux humides auraient été perdus de 1990 à 2010 (Pellerin et Poulin 2012), alors que 65 % des milieux restants seraient perturbés de façon plus ou moins importante par des activités humaines (Joly *et al.*, 2008). Les basses-terres du Saint-Laurent représentent à l'échelle continentale un secteur prioritaire pour la sauvagine pour les membres de l'Initiative de conservation des oiseaux de l'Amérique du Nord (ICOAN) et pour la conservation des milieux humides identifiés par les partenaires du Plan conjoint des habitats de l'Est (PCHE), dont CIC, le MDDELCC et Environnement Canada sont membres. Plus précisément, ce territoire fait partie de la région de conservation des oiseaux de la plaine du Saint-Laurent (RCO 13), laquelle possède une grande diversité biologique et abrite de nombreuses espèces en déclin ou en péril. Il devient alors très important de développer une meilleure connaissance des habitats qui se trouvent sur ce territoire.

Pour toutes ces raisons, la province naturelle des basses-terres du Saint-Laurent a donc été identifiée parmi les territoires prioritaires pour la réalisation de la cartographie détaillée. Ainsi, après la réalisation de plusieurs projets ponctuels d'inventaires et de cartographies des milieux humides depuis 2003, une entente de collaboration entre le MDDELCC et CIC a été signée en 2009, en vue de réaliser une cartographie détaillée des milieux humides de ces territoires prioritaires, soit 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).

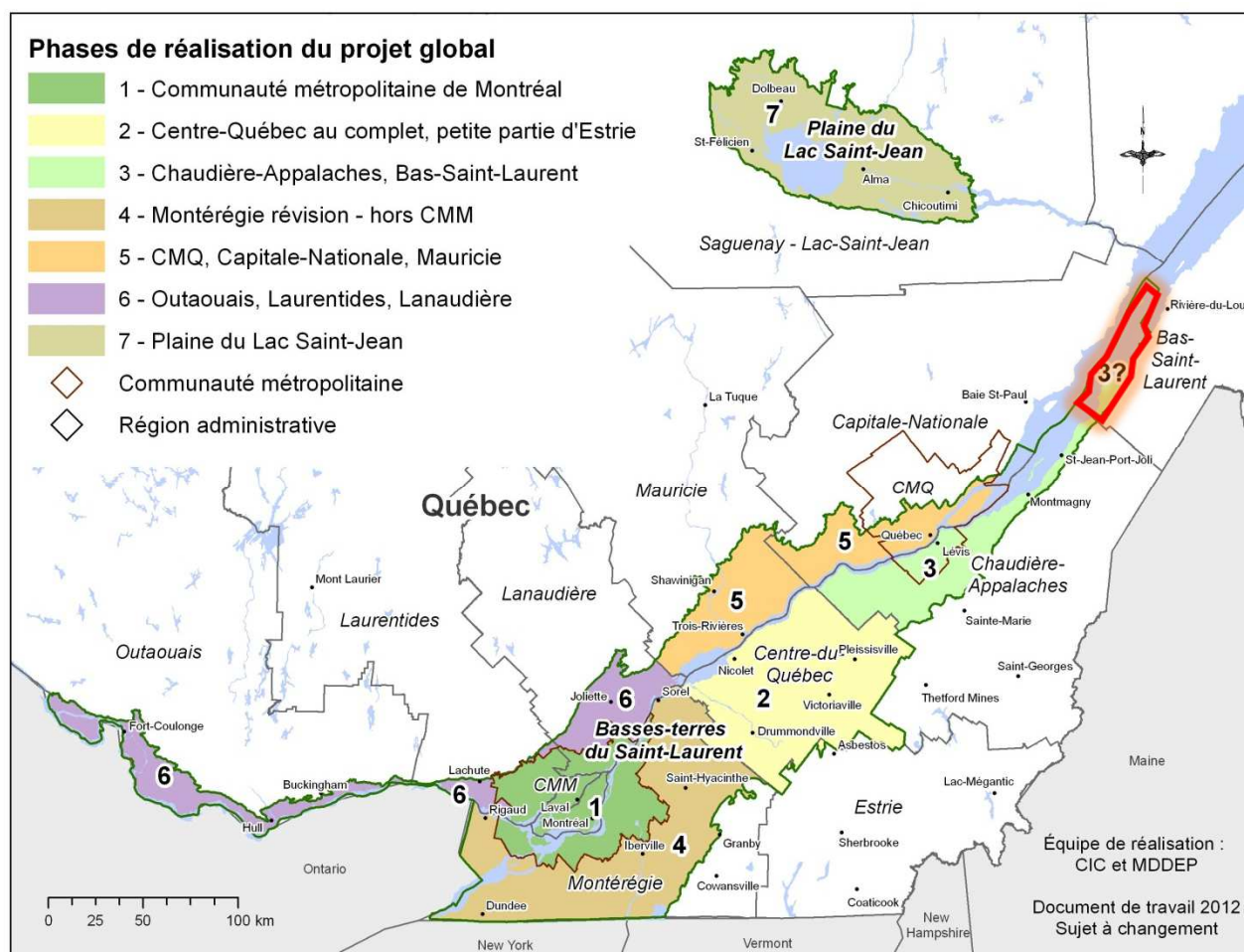


Figure 1. Territoire du projet de cartographie détaillée des milieux humides des territoires habités du sud du Québec (basses-terres du Saint-Laurent et de la Plaine du lac Saint-Jean ; secteur de Kamouraska en rouge).

Dans ce contexte, CIC et le MDDELCC ont d'abord réalisé la cartographie détaillée des milieux humides du territoire de la Communauté métropolitaine de Montréal (Beaulieu et al., 2010) pour établir les bases d'une méthodologie d'inventaire des milieux humides par photo-interprétation. Ils ont par la suite entrepris, entre 2011 et 2017, la cartographie détaillée des milieux humides des territoires du Centre-du-Québec, de Chaudière-Appalaches, de la Montérégie, de la Ville de Shawinigan, de Trois-Rivières, de la Communauté métropolitaine de Québec, de la Mauricie, de Lanaudière et des Laurentides pour les portions qui se trouvent majoritairement dans les basses-terres du Saint-Laurent (Figure 1). La cartographie de la plaine du Lac-Saint-Jean a été entamée par la suite et les travaux devraient être complétés en 2018-2019.

Les objectifs de cette cartographie détaillée étaient :

- D'effectuer par photo-interprétation, à l'aide des modèles stéréoscopiques numériques les plus récents disponibles, une cartographie détaillée des milieux humides pour les basses-terres du Saint-Laurent et la plaine du Lac Saint-Jean ; (MDDELCC et CIC)
- De valider la photo-interprétation des milieux humides à l'aide de survols aériens et par un échantillon représentatif de visites sur le terrain afin d'assurer un bon niveau de précision et de fiabilité des données, ainsi que pour noter les pressions anthropiques observées dans les milieux humides ; (MDDELCC et CIC)
- De sensibiliser les intervenants régionaux à l'importance des milieux humides par la diffusion des outils développés, ainsi que par l'organisation de diverses rencontres à cet égard. 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). (CIC)

### Contexte spécifique

Le territoire de la MRC de Kamouraska n'a pas pu être complété lors des travaux précédents portant sur la rive sud du St-Laurent (Figure 1, phase 3), puisque les photos aériennes visualisable en 3D (modèles stéréoscopiques) n'étaient pas disponibles. Depuis, les partenariats gouvernementaux d'acquisitions d'imagerie aérienne ont rendu disponibles des levés aéroportés d'imagerie LIDAR. Le MDDELCC a donc travaillé à partir de ces données afin d'élaborer une nouvelle méthodologie de cartographie détaillée des milieux humides de ce territoire.

Le présent rapport présentera donc le territoire concerné, les données et la méthodologie employées, ainsi que les résultats obtenus en termes de couverture et de types de milieux humides, mais aussi de la qualité de la cartographie obtenue à partir de cette nouvelle méthode.

## 2. TERRITOIRE D'ÉTUDE SPÉCIFIQUE

Le présent projet couvre le territoire de la MRC de Kamouraska se situe, d'est en ouest, entre Sainte-Anne de la Pocatière et Saint-André pour la frange littoral situé entre le chenal du Fleuve St-Laurent, jusqu'à la limite de la province naturelle des basses-terres du Saint-Laurent tirée du Cadre écologique de référence du MDDELCC. Le territoire d'étude couvre une superficie totale de 214 km<sup>2</sup> (excluant la partie fluviale) et comprend les municipalités de Sainte-Anne-de-la-Pocatière, La Pocatière, Saint-Pacôme, Rivière-Ouelle, Saint-Denis-De La Bouteillerie, Saint-Philippe-de-Néri, Kamouraska, Saint-Pascal et Saint-Germain (Figure 2).

La MRC de Kamouraska est un territoire occupé et façonné par l'homme depuis plus de trois siècles. On y pratique l'agriculture, la foresterie et la pêche. Par ailleurs, l'exploitation de la tourbe et l'agriculture se définissent comme les activités humaines ayant eu le plus d'impact sur les milieux

humides encore présents dans la partie des basses-terres. Les activités forestières, quant à elles, se retrouvent majoritairement dans la portion des Appalaches.

Ce territoire repose surtout sur des dépôts de texture fine (argile, limon et loam) qui originent de l'invasion marine postglaciaire. On y trouve souvent des graviers du substrat rocheux sédimentaire érodé, comme les schistes. À travers ce paysage plutôt plat, se trouvent certains sommets parallèles au fleuve, pouvant atteindre jusqu'à 350 m par endroit (Robitaille et Saucier, 1998).





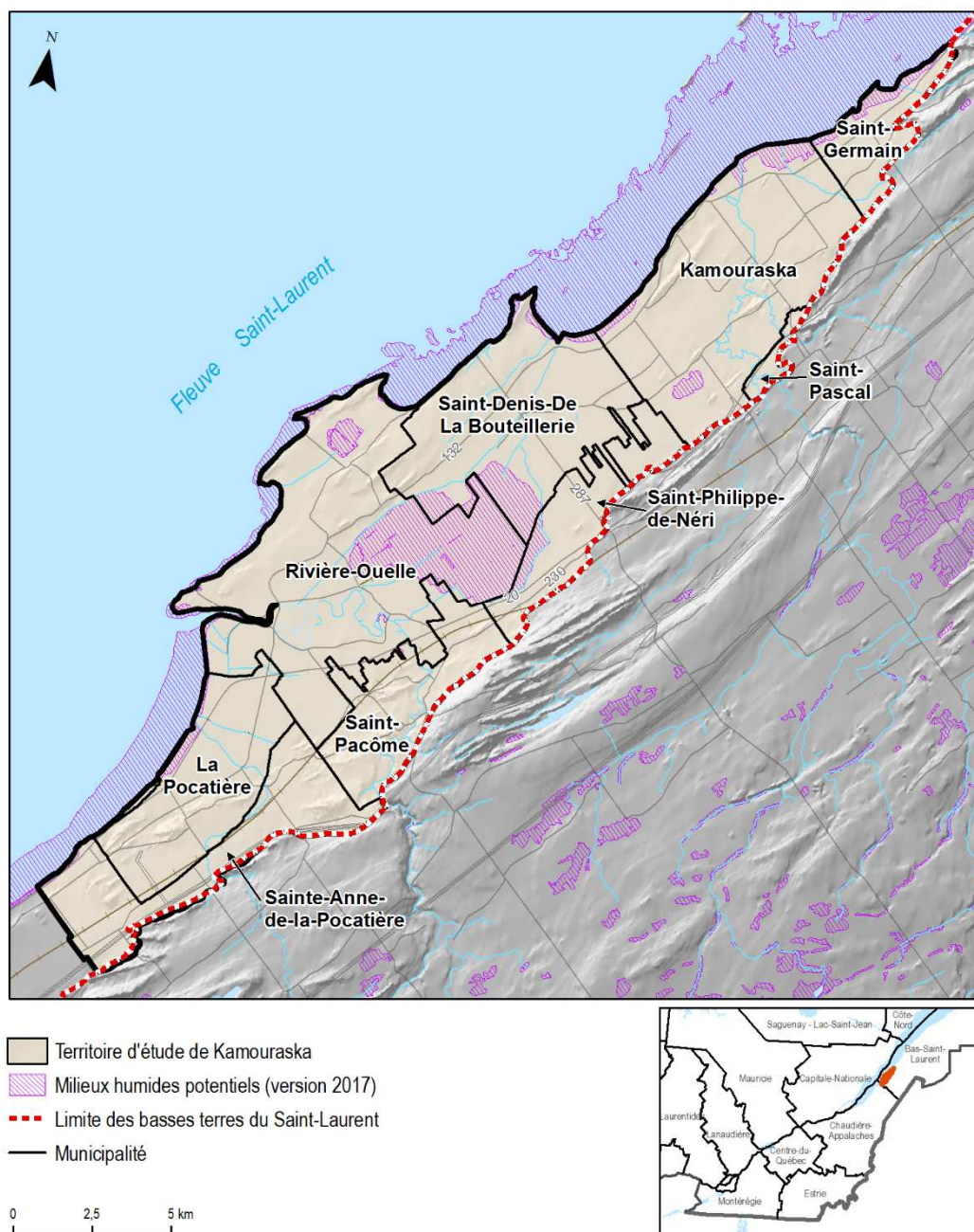


Figure 2. Carte du territoire d'étude de la MRC de Kamouraska dans la partie des basses-terres du St-Laurent, selon les limites administratives et la limite de la Province B du Cadre écologique de référence (MDDELCC, 2016).

## MÉTHODOLOGIE

La cartographie détaillée des milieux humides est basée principalement sur la photo-interprétation de photographies aériennes numériques pour délimiter et identifier les types de milieux humides présents dans la région. Ces travaux sont effectués à l'aide des modèles stéréoscopiques (technologie permettant la perception du relief en trois dimensions) les plus récents. La cartographie est par la suite validée par des survols aériens et par des visites de terrain selon un échantillonnage préétabli. La base de données finale inclut tous les milieux humides de 0,5 hectare et plus avec un bon niveau de confiance. La typologie s'appuie sur les éléments contenus dans le document Identification et de délimitation des milieux humides du Québec méridional du MDDELCC ainsi que dans le Système de classification des terres humides du Canada (Annexe 1).

### 2.1 Préparation des données aux fins de photo-interprétation

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

#### Sources d'information sur les milieux humides

Afin de procéder à la photo-interprétation des milieux humides du territoire d'étude, plusieurs sources d'imagerie et d'informations différentes ont été utilisées (Tableau 1 et Figure 3) selon les territoires couverts, afin de créer une couverture composite palliant l'absence de photos aérienne récentes.

En premier lieu, les modèles stéréoscopiques ainsi que des photos obliques des berges du Saint-Laurent, gracieusement fournis par le ministère de la Sécurité publique (MSP) ont été utilisés. Ces données couvraient jusqu'à environ 1 kilomètre à l'intérieur des terres. Ensuite, pour le reste du territoire non couvert par ces modèles, d'autres couches d'informations ont été générées à partir des données LIDAR disponibles.

Des modèles stéréoscopiques ont été créés en fusionnant des orthophotos noir et blanc à l'échelle 1/40 000 de 2001 de la région du bas St-Laurent et des données LIDAR. De plus, un modèle numérique d'élévation a été conçu à partir du LIDAR. Enfin, un indice topographique de saturation des sols développé par Beven, K.J., Kirkby, M. J. (1979) a été calculé. Cet indice est un indicateur de la propension des sols à la saturation en eau, basé sur l'influence relative de la pente du terrain et de la superficie drainée. La pente du terrain et l'accumulation de surface drainée ont été calculés à l'aide des algorithmes de TAUDM (Terrain Analysis Using Digital Elevation Models) développé par Tarboton (2015), à partir de la donnée d'altitude LIDAR. Les valeurs d'indice topographique obtenues, qui s'échelonnent de 1 à 16, sont représentées graphiquement à l'aide d'une légende de couleur (Tableau 2).

Il a été estimé que la combinaison de ces outils permettrait d'obtenir une cartographie très précise et de qualité, alors que chacun, pris individuellement, n'aurait pas été suffisante pour produire un travail similaire au reste du projet global.

*Tableau 1. Sources d'imagerie et de données utilisées pour la photo-interprétation*

Modèles photogrammétriques des berges du Fleuve Saint-Laurent, couleur, résolution pixel 20 cm, été 2013, Ministère de la sécurité publique du Québec
Orthophotographie du MRN en grisé à l'échelle 1 : 40 000, été 2002
Photos des côtes de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent, été 2010, Ministère de la sécurité publique du Québec
Atlas de conservation des terres humides de la vallée du Saint-Laurent, classification des milieux humides à partir d'images satellitaires Landsat 1993-94 et Radarsat 1999, échelle 1 : 80 000, Service canadien de la faune (SCF), 2003.
Cartographie des milieux humides potentiels du Québec version 2016. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques.
Données générales du Système d'information écoforestière (SIEF 3 <sup>e</sup> et 4 <sup>e</sup> décennal) ou cartes écoforestières sur les groupements d'essence, les classes de drainage et les dépôts de surface, MFFP, 2015.
Placettes échantillons temporaires, permanentes ou points d'observation écologique 3 <sup>e</sup> et 4 <sup>e</sup> décennal, MFFP, 2015.
Données pédologiques de l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA).

*Tableau 2. Classement des valeurs d'indice topographique de saturation des sols*

<b>Valeurs</b>	<b>Description</b>
1 à 7	Faible potentiel de saturation des sols (bleu à jaune)
8 à 16	Potentiel élevé de saturation des sols (orange à rouge)

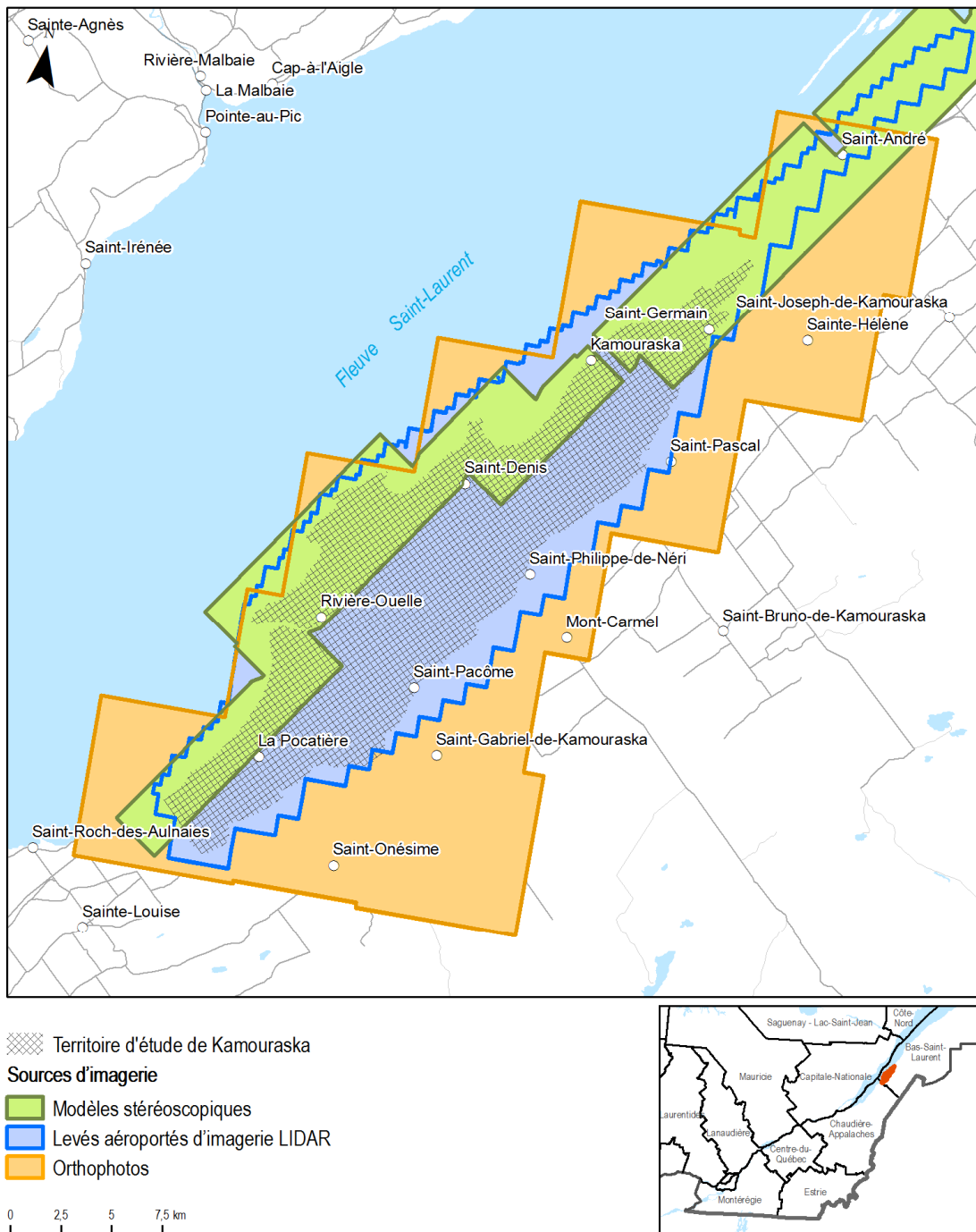


Figure 3. Secteur couvert par chaque source d'imagerie utilisée dans le projet de cartographie.

## **2.1. Éléments de base à la photo-interprétation**

La photo-interprétation est assistée par ordinateur en mode photogrammétrique trois dimensions (3D). La délimitation et la classification des milieux humides sont réalisées grâce à l'utilisation conjointe des logiciels DAT/EM Summit Evolution et ArcGIS d'ESRI. Le logiciel Summit Evolution est un outil de visualisation du territoire en 3D, qui permet, d'une part, de délimiter de manière précise les milieux humides observés et, d'autre part, de déterminer le type de milieu humide selon les caractéristiques observées. Le logiciel ArcGIS, pour sa part, est un système d'information géographique (SIG) qui permet d'effectuer une saisie de 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 sous forme d'un polygone, tandis que l'ensemble des autres caractéristiques documentées est inscrit dans une table d'attribut associée aux polygones.

De manière générale, cinq éléments guident les photo-interprètes dans la délimitation et la classification des milieux humides, soit la végétation, la topographie, les dépôts de surface, le drainage ainsi que la présence d'eau en surface. 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 0,5 ha, permettant d'obtenir une précision et un niveau de détail adapté à la réalité des milieux fortement urbanisés. Les milieux humides dont la superficie est inférieure à l'aire minimale ne sont donc pas inclus dans la base de données, à moins qu'ils ne soient associés à un complexe de milieux humides de 0,5 ha et plus.

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

## 1.1. 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 le photo-interprète a procédé à l'interprétation de la partie couverte par les images du MSP selon la méthode traditionnelle.

Ensuite, la localisation, la délimitation et la classification des milieux humides pour le reste du territoire d'étude a été faite à l'aide de l'indice topographique, des modèles stéréoscopiques LIDAR ainsi que des orthophotos disponibles et de l'annexe 1. Les critères distinctifs de l'indice topographique en fonction du type d'écosystème interprété ont aussi été documentés. On peut noter, entre autres, les tourbières caractérisées par un réseau d'écoulement dendritique, en comparaison avec les marécages isolés qui ont un réseau désordonné (Figure 4). Les fortes accumulations de l'écoulement liées à un drainage oblique vertical, tout comme les réseaux d'égouttement de labours mais ne constituant pas des milieux humides, sont aussi discernables et doivent être exclus (Figure 5).

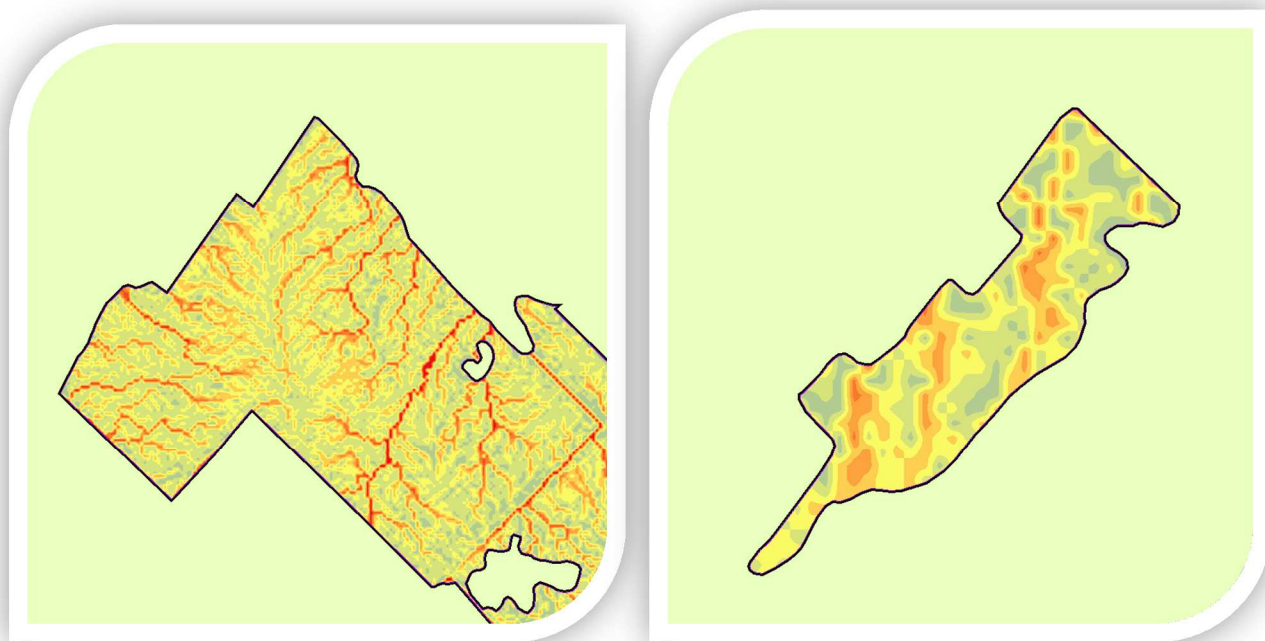
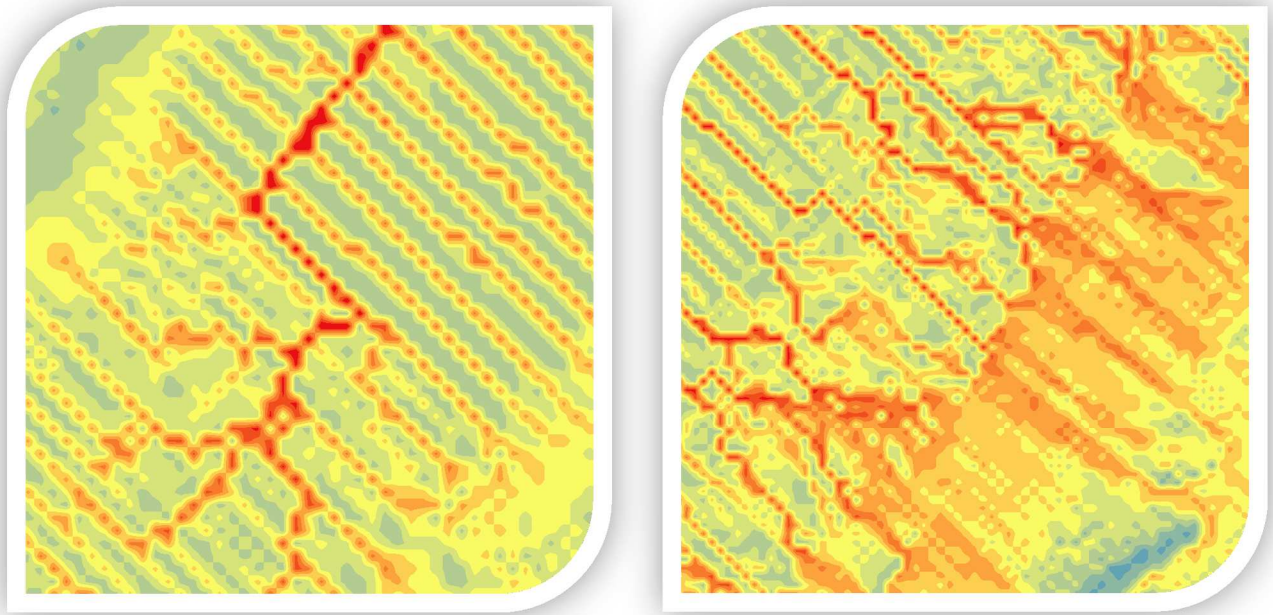


Figure 4. À gauche, un exemple de réseau d'écoulement dendritique de la tourbière de St-Fabien et à droite, un réseau d'écoulement désordonné associé à un marécage.





*Figure 5. À gauche, un réseau d'égouttement de labour et à droite, une forte accumulation de l'écoulement lié à un drainage oblique vertical. Ces deux cas sont des exemples d'une présente importance d'indice élevé dans un contexte non humide.*

En plus de ces informations, le photo-interprète attribue un niveau de confiance aux polygones (faible, moyen, fort) basé dans certains cas sur le pourcentage de recouvrement des indices plus élevés de l'indice topographique (Figure 6). Pour les autres secteurs où les photos aériennes numériques étaient disponibles, les éléments clés de la délimitation et à la classification du milieu humide ont été utilisés. Il indique la source de données consultée qui s'est avéré la plus utile pour l'identification, le cas échéant. Il décrit également la source principale des photographies aériennes utilisées pour effectuer la photo-interprétation.



*Figure 6. Exemple du niveau de confiance faible (gauche), moyen (centre) et fort (droite), attribué lors de la photo-interprétation en fonction du recouvrement visuel des indices plus forts (orange à rouge) à l'intérieur du polygone.*

## **1.2. Validation sur le terrain**

Au début juillet 2015, une campagne de validation terrain a été réalisée par une équipe du MDDELCC afin de valider la méthode utilisée et sa précision, en plus des paramètres habituels tel la présence de milieux humides et leur type. Cette validation sert également à augmenter le niveau de confiance de chacun des milieux humides cartographiés.

Afin d'élaborer le plan d'échantillonnage, plusieurs critères ont été établis pour sélectionner des sites permettant de répondre aux objectifs du projet. Voici les critères qui ont été choisis :

- les sites obtenant un niveau de confiance faible pour la délimitation et la classification à partir de la photo-interprétation initiale;
- les sites choisis lors de la photo-interprétation préliminaire comme étant les meilleurs témoins ; pour juger de l'exactitude de l'approche par indice topographique d'écoulement ;
- la représentativité des milieux humides selon leur classe et leur taille (<1 ha, 1 à 10 ha, >10 ha).

Pour chacun des sites visités, une fiche de caractérisation des milieux humides est remplie afin de recueillir des informations sur les trois éléments fondamentaux pour l'identification et la délimitation des milieux humides, soit la végétation typique des milieux humides, la présence d'un sol hydromorphe et l'hydrologie. Un exemple de cette fiche se retrouve à l'annexe 5 du document Identification et délimitation des milieux humides du Québec méridional 2015 (Bazoge et al. 2015).



L'effort d'échantillonnage a été fixé à 15 % du nombre de milieux humides préalablement cartographiés, ce qui a permis de cibler 57 sites à valider sur les 384 milieux humides photo-interprétés. Au terme de ces 10 jours d'inventaire, 64 fiches de caractérisation (7 sites supplémentaires rencontrés au terrain) ainsi que 64 points d'observation, sous forme de notes manuscrites et de coordonnées GPS, ont été rapportés. Enfin, un fichier de points à référence spatiale a aussi été produit pour l'ensemble des photographies prises lors des visites de terrain et intégré aux outils géomatiques.

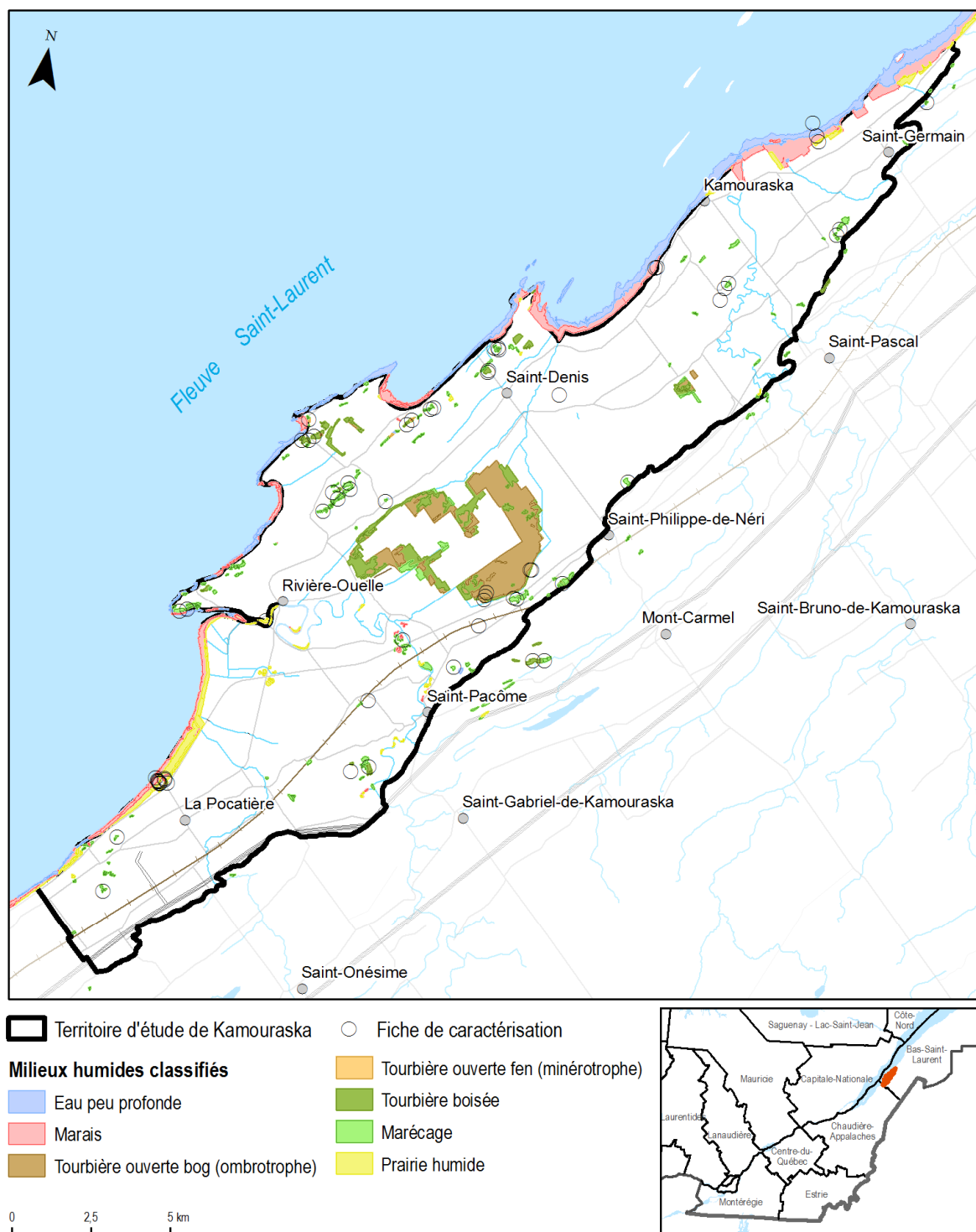


Figure 7. Sites de validation comportant une fiche de caractérisation des milieux humides

### **1.3. Révision de la photo-interprétation**

À la suite de la campagne de validation sur le terrain, il a été possible de constater que la majorité des milieux cartographiés comme humides à l'aide des sources de données composites l'étaient effectivement. Quant à l'identification du type de milieu humide, la campagne de terrain a montré que les milieux humides isolés à l'intérieur des terres étaient pour la plupart bien interprétés autant pour les milieux sur sols organiques que ceux sur sol minéral. Quant aux milieux humides fluviaux, la distinction entre marais et eaux peu profondes a été améliorée et la distance atteinte par les eaux peu profondes par rapport à la côte a été réduite ayant pour impact de réduire les superficies de ce type de milieu humide.

Un deuxième balayage systématique du territoire d'étude a ensuite été effectué. Grâce aux données récoltées ainsi qu'aux photographies prises sur le terrain, les polygones de milieux humides créés lors du balayage initial ont été réexaminés. Si cela s'avérait nécessaire, un ajustement quant à la délimitation et la classification des milieux humides était effectué.

## **2. RÉSULTATS DES TRAVAUX**

### **2.1. Statistiques générales sur les milieux humides**

La présente démarche de cartographie des milieux humides par photo-interprétation de la MRC de Kamouraska pour la partie basses-terres du Saint-Laurent a permis de répertorier un total de 391 de milieux humides couvrant une superficie de 2 844 hectares (Figure 8). La figure 9 et le tableau 3 présentent quelques statistiques sur la distribution des milieux humides par classes à l'intérieur du territoire d'étude.

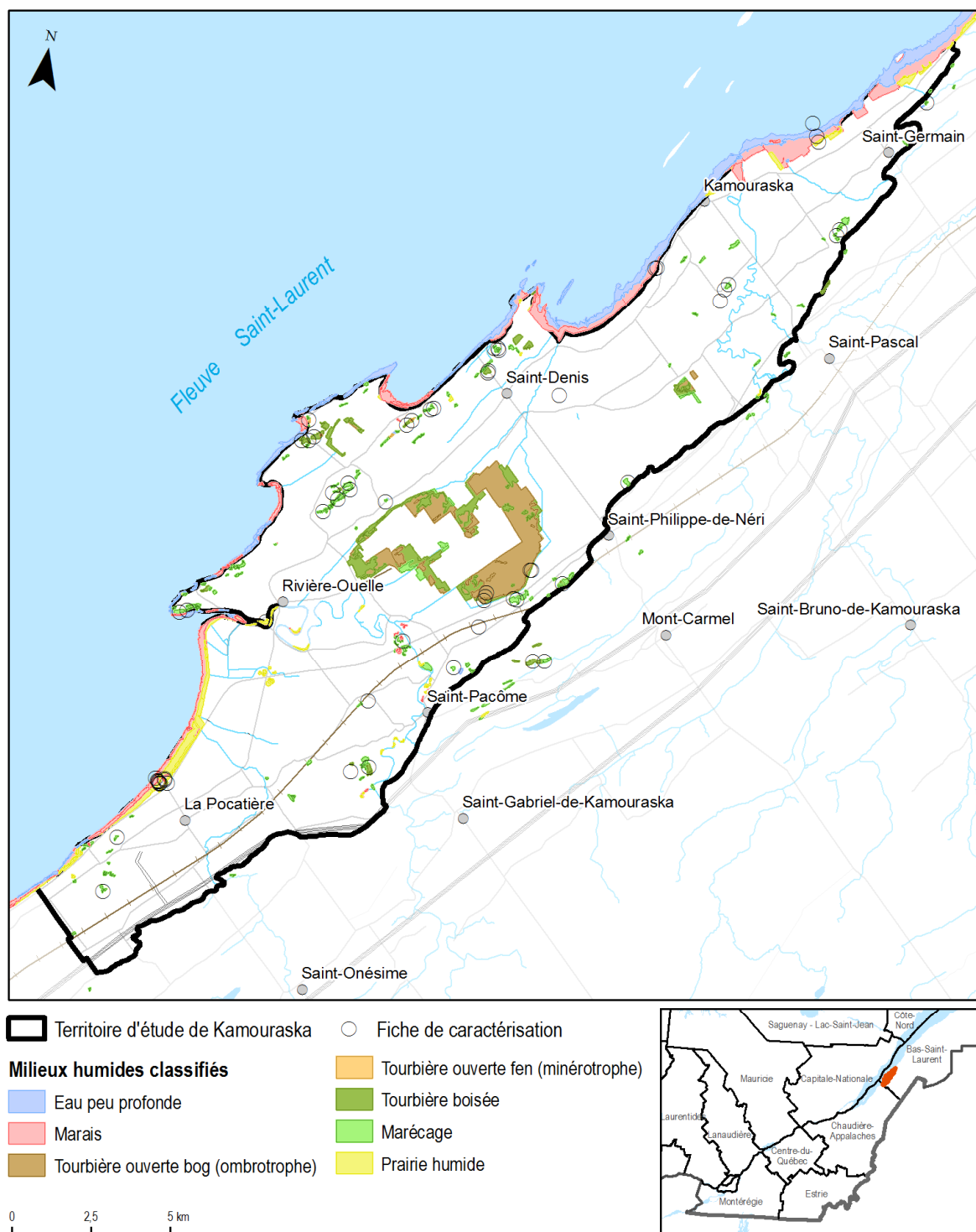


Figure 8. Milieux humides classifiés de la cartographie détaillée du territoire d'étude de la partie basses-terres de la MRC de Kamouraska.

La taille moyenne des milieux humides du territoire de Kamouraska est de 7,3 ha, en incluant les grands milieux humides littoraux. Cependant, plus de la moitié des polygones de milieux humides du territoire possèdent une superficie inférieure à 1 ha (53 %). Les types de milieux humides de plus grande superficie correspondent en premier lieu aux milieux humides littoraux (eau peu profonde, marais, prairie humide) avec une taille moyenne de 18,4 ha, suivies par les tourbières ouvertes ombrotrophes, 7,2 ha en moyenne (en excluant la tourbière de Saint-Fabien de 882 ha, dont la très grande taille n'est pas représentative dans la région) et les tourbières boisées, 7,1 ha. Les marécages, quant à eux, ont une taille moyenne relativement petite, soit de 1,2 ha.

On constate que l'eau peu profonde constitue la classe de milieux humides qui prédomine sur le territoire en termes de superficie (800 ha ou 28 % de la superficie de milieux humides), suivie par les marais (768 ha ou 27 %), les tourbières ombrotrophes (bog, 615 ha ou 22 %), les tourbières boisées (326 ha ou 12 %) et les prairies humides (185 ha ou 7 %), les marécages (147 ha ou 5 %) et finalement les tourbières minérotrophes (fen, 2 ha ou 0,1 %). Les milieux humides boisés (tourbières boisés et marécages) représentent 17 % de tous les milieux humides du territoire.

L'une des particularités de la MRC de Kamouraska est que la plus grande tourbière de la région, la tourbière Rivière-Ouelle, à Saint-Fabien, est en grande partie exploitée. Ce complexe tourbeux de type ombrotrophe, s'étendait à l'origine sur environ 1 535 hectares (Buteau, 1989). À l'heure actuelle, celle-ci est exploitée sur environ 735 hectares, soit près de la moitié. Celle-ci n'a pas été comptabilisée dans les statistiques de milieux humides de la MRC, car elle n'est pas représentative des autres milieux tourbeux de ce territoire.

*Tableau 3. Statistiques générales sur les milieux humides du territoire étudié.*

CLASSE	Superficie totale (ha)	%	Nbr de polygones	%
Eau peu profonde	799,9	28,1	47	12
Marais	768,3	27,0	70	17,9
Tourbière ouverte ombrotrophe (bog)	615,6	21,6	26	6,6
Tourbière boisée	325,9	11,5	46	11,8
Prairie humide	185,3	6,5	70	17,9
Marécage	147,1	5,2	128	32,7
Tourbière ouverte minérotrophe (fen)	2,0	0,1	4	1

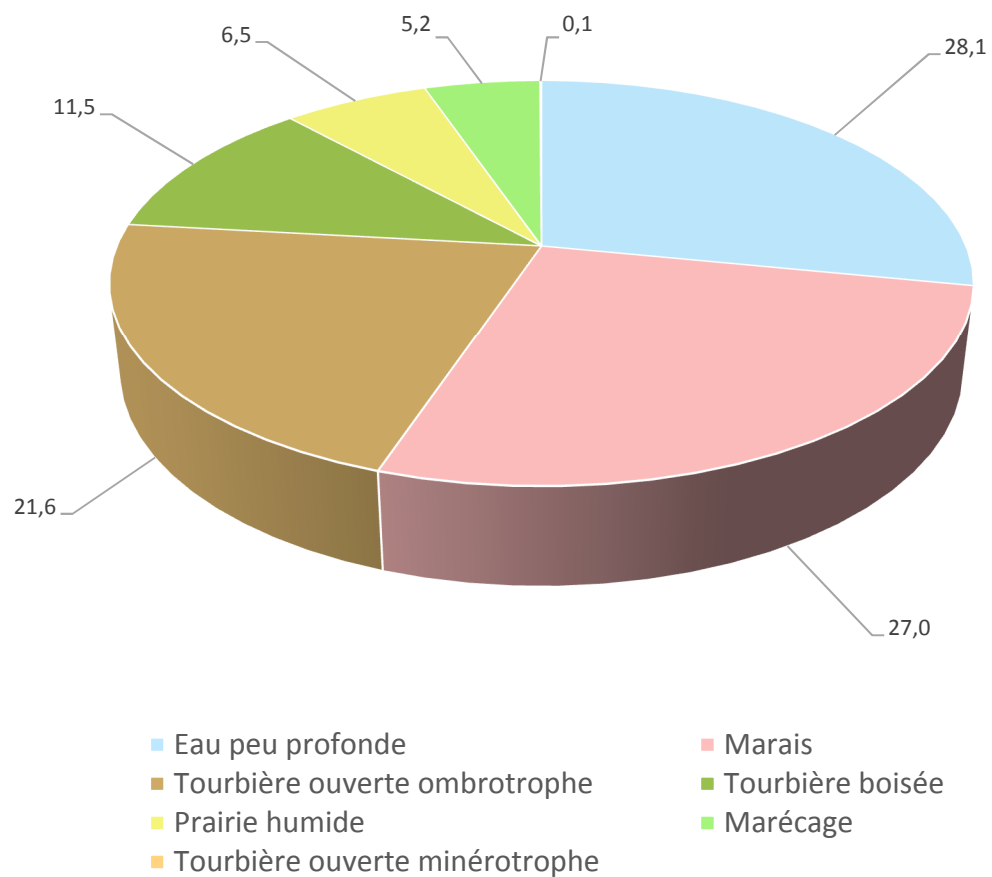


Figure 9. Superficie des différents types de milieux humides sur le territoire étudié (%).

## 2.2. Potentiel de l'indicateur de l'indice topographique

Le potentiel de l'indice topographique de saturation des sols en eau pour indiquer la présence de milieux humides a été vérifié à posteriori à l'aide des relevés terrain. Ainsi, on a analysé l'existence de liens entre l'indice topographique calculé et 5 descripteurs terrains relatifs à la présence de milieux humides et leur hydrologie soit : la présence de végétation hydrophyte, la présence de certains indicateurs hydrologiques<sup>1</sup>, la qualité du drainage, la présence de sols hydromorphes et le drainage interne oblique. La correspondance spatiale entre les points des relevés terrain et la matrice d'indice topographique a été effectuée dans une zone de tolérance de 3 x 3 cellules en assignant à chacune la valeur moyenne de l'indice. Une analyse en composantes principales a ensuite été menée sur les cinq descripteurs terrains en incluant comme variable supplémentaire la valeur moyenne d'indice topographique. L'analyse a été menée sous « R 3.3.0 » à l'aide de la librairie « FactoMineR » (Lê, Josse et Husson, 2008).

Cette analyse indique que tous les descripteurs terrain, à l'exception du drainage interne oblique, semblent corrélés à l'indice topographique de saturation (Figure 10). De plus, les éléments clés que sont le sol hydromorphe et l'hydrologie typique des milieux humides par exemple, sont les plus positivement corrélés aux valeurs moyennes de l'indice. Plus précisément, plus les valeurs de l'indice sont hautes, plus ces critères d'identification sont évidents au terrain. La corrélation entre la présence d'une végétation hydrophyte et l'indice topographique de saturation est un peu moins positivement marquée, car cet indicateur présente une variabilité plus importante au terrain, selon le degré d'activités humaines. L'absence de lien entre l'indice topographique et le drainage interne oblique peut être expliquée par le fait que les sites présentant un potentiel pour cet indicateur n'ont pas été sélectionnés avant le terrain car ce n'étaient pas des milieux humides.

Les résultats obtenus ouvrent la porte à une étude plus approfondie du potentiel interprétatif de l'indice topographique, notamment pour cibler les seuils permettant de distinguer de manière significative les potentiels élevés de présence de milieux humides des potentiels plus faibles. Ceci pourrait éventuellement mener à une délimitation préliminaire de milieux humides avant photo-interprétation ou encore pallier un manque de sources de photos aériennes ne sont pas de qualité suffisante.

---

<sup>1</sup> Indicateurs hydrologiques : Marques physiques sur le terrain ou morphologiques sur les végétaux, liées à la présence d'eau.

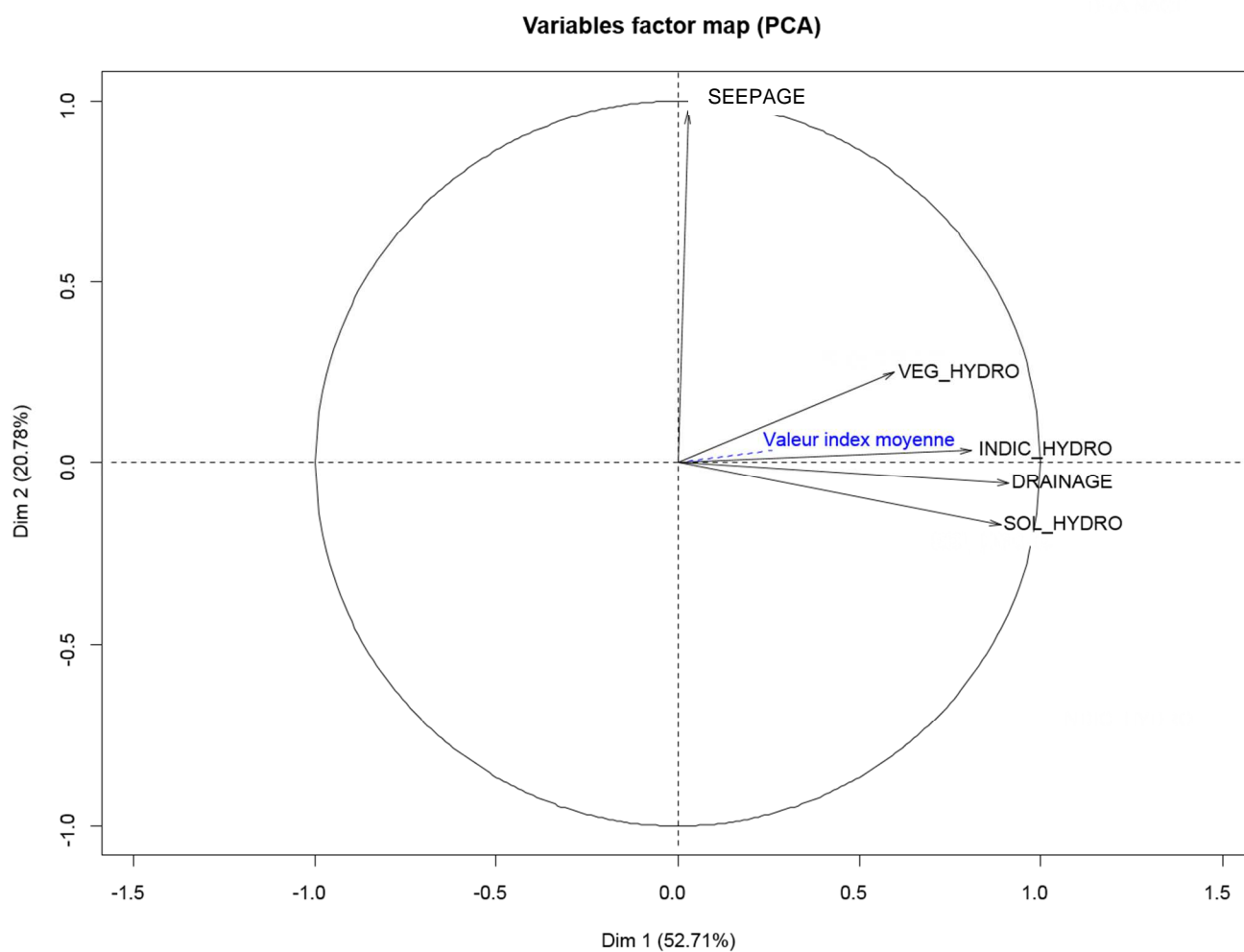


Figure 10. Analyse en composantes principales entre les descripteurs terrain et l'indice topographique



### 3. OUTILS GÉOMATIQUES

Une série d'outils géomatiques et de produits cartographiques ont été développés par Canards Illimités Canada 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 consistent entre autres en une carte interactive pour visualiser et consulter les données de l'inventaire des milieux humides et une application géomatique permettant l'accès aux données avec le logiciel *ArcMap*. De plus, les données sont disponibles sur la plateforme de partage gratuit de données ouvertes du Québec (<https://www.donneesquebec.ca/fr/>).

#### 3.1. Carte interactive

Une carte interactive accessible gratuitement sur Internet à l'échelle des basses-terres du Saint-Laurent rend 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 (<http://www.canards.ca/votre-province/quebec/programmes-et-projets/cartographie-detaillee-des-milieux-humides/>). Il est également possible de choisir le fond de carte avec des images disponibles en ligne, telles que la carte topographique, la carte routière et les images aériennes satellitaires (Bing et ESRI World Imagery).



Figure 11. 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 complétés. Une version simplifiée de la couche des milieux humides, basée sur les cinq grandes classes du système de classification canadien, a été intégrée dans cette carte interactive. Une première version de cet outil, nommé *Canadian Wetland Inventory Progress Map*, est disponible à partir du lien suivant : [maps.ducks.ca/cwi](http://maps.ducks.ca/cwi).

### 3.2. 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 10x* d'*ESRI* (Figure 12). Tout comme la carte interactive, cet outil sur DVD permet de consulter l'ensemble de la base de données finale par le biais d'une application qui affiche les différentes couches d'information géographique, selon une légende prédéfinie, au sein de leur propre SIG. Cela peut être utile afin d'effectuer certaines superpositions d'information spatiale et concevoir des cartes. Il est également possible de consulter les attributs de la couche d'information sur les milieux humides pour chaque polygone.

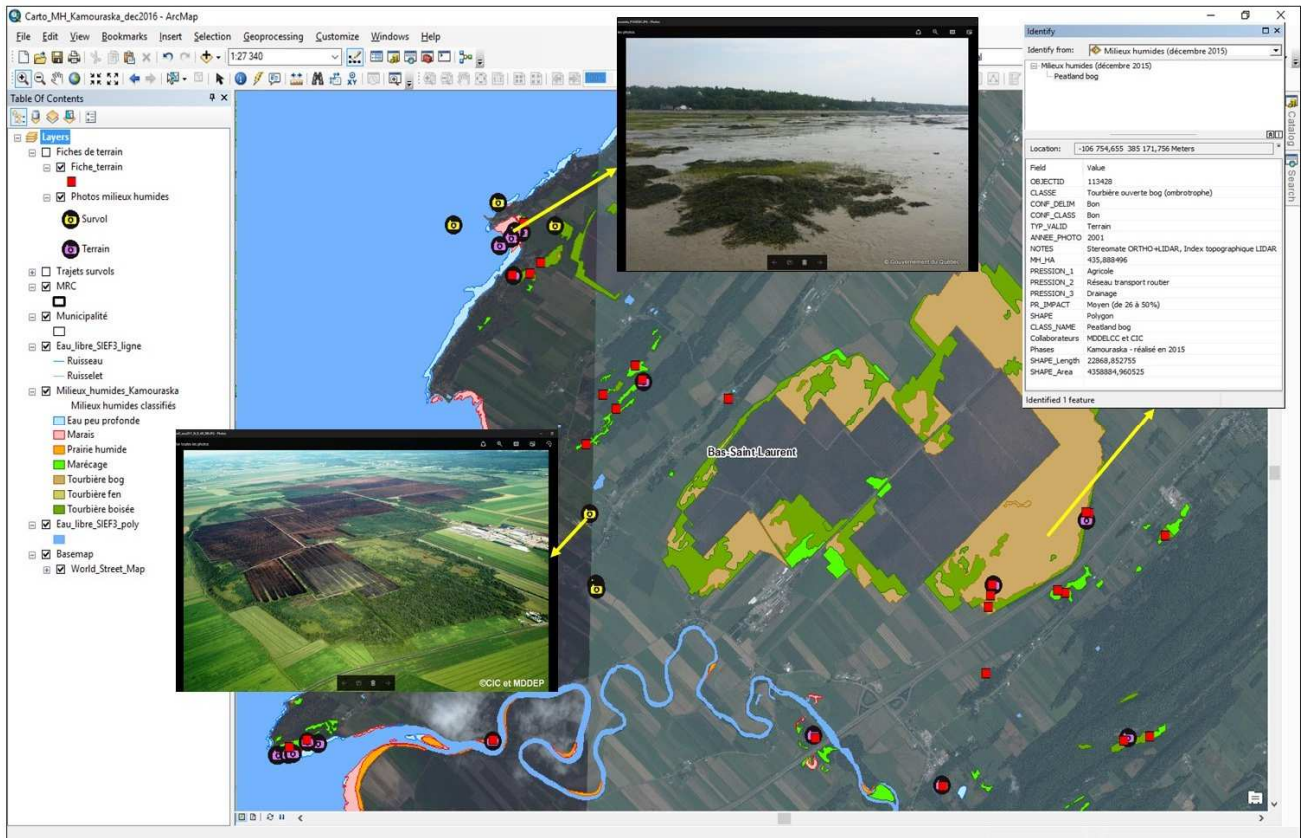


Figure 12. Aperçu de l'application géomatique ESRI ArcMap.

## 4. LIMITATIONS DES DONNÉES

Malgré 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 vise pas à détecter des milieux humides couvrant moins de 0,5 ha. Il est donc probable que certains milieux humides n'aient pas été détectés. En effet, il est possible que, selon les données disponibles, les indices permettant d'identifier les milieux humides par photo-interprétation n'aient pas été suffisamment perceptibles pour permettre leur détection. La résolution, l'émulsion (noir et blanc ou couleur, infrarouge), l'échelle et la date (année et saison) de prise des photographies aériennes des modèles photogrammétriques 3D utilisés peuvent influencer la précision de la photo-interprétation.

De plus, l'utilisation de données LIDAR dans l'analyse de la région étudiée diffère des projets de cartographie détaillée précédents. Elle peut induire des différences sur la délimitation précise des entités puisque que celles-ci ne sont pas identifiées selon les mêmes éléments, à l'exception de la micro topographie. Cette méthode est évolutive et sera affinée au gré de la disponibilité de ce type de données d'imagerie.

Il est aussi important de souligner que l'analyse par photo-interprétation ne fait pas l'objet systématique d'un inventaire sur le terrain, Il n'est pas justifié d'effectuer une vérification systématique de tous les sites sur le terrain. 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, et ce, à une certaine période de l'année (fin printemps ou été). La délimitation du milieu humide et l'homogénéité de la classe qui lui est attribuée ne sont donc pas systématiquement validées.

Enfin, bien que la précision des données d'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 interpersonnelles d'interprétation sont possibles et nécessitent de prévoir une validation sur le terrain dans tout cas de projet de développement. Enfin, ces données n'ont donc pas de valeur légale et leur exactitude ne peut être garantie.

## 5. UTILISATION DE DONNÉES LIDAR

L'exercice de cartographie présenté a permis de tester une nouvelle approche basée sur la technologie de levé laser aéroporté (r). Les résultats du terrain devaient permettre d'associer les conditions observées au terrain avec les valeurs numériques de l'indice topographique d'écoulement et de pouvoir affiner la légende de l'indice en fonction des valeurs cibles.

De manière générale, l'utilisation de données LIDAR dans l'analyse cartographique a correctement pallié l'absence de photographies aériennes sur le territoire visé, permettant une photo-interprétation de qualité, comparable à celle des projets précédents. Quant à l'utilisation de données LIDAR combinée à la méthode actuelle de photointerprétation avec des photographies aériennes numériques

adéquates, cela présenter un bon potentiel pour raffiner les cartographies. Des analyses statistiques pourraient par ailleurs être menées afin d'améliorer le modèle généré.

Il serait intéressant de poursuivre les exercices statistiques entamés afin de pouvoir déterminer les liens précis entre l'indice topographique d'écoulement, la présence et la délimitation d'un milieu humide. La possibilité d'automatiser la production d'une couche cartographique des milieux humides pourrait même être explorée. Dans l'état actuel des connaissances, et malgré les avancées dans ce type d'analyse automatisé, la photointerprétation demeure la façon la plus adéquate de cartographier les milieux humides d'un territoire.

## **6. UTILITÉ DE LA CARTOGRAPHIE**

La cartographie détaillée des milieux humides du territoire d'étude du territoire de la MRC de Kamouraska (partie des basses-terres du Saint-Laurent) et les outils conçus dans le cadre de ce projet sont des atouts considérables pour les intervenants concernés par l'aménagement du territoire, tels les Villes / 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 règlements et 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 écosystèmes humides présents sur le territoire, cette cartographie offre la possibilité d'identifier les milieux humides nécessitant une protection accrue ou encore des travaux de restauration. En effet, de multiples analyses spatiales peuvent être réalisées à partir des données fournies par cette cartographie, permettant ainsi d'élaborer des stratégies de conservation et de développement intégrées. De plus, il est maintenant possible d'amorcer un suivi de l'état des milieux humides et ainsi, de mieux documenter les pertes de milieux humides.

À court terme, la cartographie détaillée des milieux humides peut répondre aux besoins immédiats, des intervenants régionaux pour la planification du territoire, notamment dans le traitement des demandes d'autorisations du MDDELCC, qui tient compte du contexte territorial, et dans l'élaboration de plans régionaux des milieux humides et hydriques et des plans de conservation. Également, la cartographie détaillée représente un atout pour les villes. À l'échelle locale, elle peut être d'un important soutien pour les municipalités dans l'élaboration de leurs règlements municipaux en fournissant une première localisation des milieux humides sur leur territoire. De plus, les MRC et les OBV 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 occupations du 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 de ces milieux. Cette information est nécessaire pour évaluer l'efficacité des interventions et pour préciser les besoins de ressources en conservation.

Enfin, cette cartographie constitue un produit cartographique qui peut être utilisé pour sensibiliser le public à l'importance de protéger les milieux humides dans leur région. Les propriétaires privés bénéficient aussi de cette cartographie en étant mieux informés quant à la présence potentielle de milieux humides sur leurs terres.

## **7. CONCLUSION**

La cartographie détaillée des milieux humides de la MRC de Kamouraska, mettant à profit des données LIDAR et un indice topographique de saturation des sols, a permis de compléter la cartographie des milieux humides détaillée pour la rive sud du Fleuve St-Laurent. 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 2014, en plus de l'intégration de données LIDAR, a permis de détecter des milieux humides aussi petits que 0,5 ha avec une bonne fiabilité. Ainsi, bien que la méthodologie diffère de celle employée pour les projets de cartographie détaillée précédents, elle permet d'obtenir un résultat aussi précis que ces derniers. De plus, cette méthode novatrice pourrait être davantage explorée afin d'en raffiner les résultats et éventuelle de permettre de pallier le manque de données d'imagerie aérienne de qualité à l'extérieur des basses-terres du Saint-Laurent et de la Plaine du Lac-St-Jean. Par la suite, lors de la diffusion d'un projet d'imagerie aérienne pour la région, une mise à jour pourrait être effectuée afin de rendre le produit totalement similaire à la cartographie détaillée des autres territoires habités du sud du Québec.

À mesure que la cartographie détaillée des milieux humides couvrant les zones habitées du sud du Québec est bonifiée, les responsables de la gestion du territoire disposent d'une meilleure couverture provinciale tenant compte des milieux humides. Dans l'ensemble, la démarche de cartographie détaillée vise à fournir les outils permettant de travailler en amont du développement afin d'éviter ou de concilier au mieux les fréquents conflits d'usage qui peuvent exister entre le développement et la conservation.

## 8. BIBLIOGRAPHIE ET RÉFÉRENCES

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

Beven, K.J., Kirkby, M. J. (1979). "A physically based, variable contributing area model of basin hydrology". Hydrological Science Bulletin. 24: 43–69.

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

Lê, S., Josse, J. & Husson, F. (2008). FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. Journal of Statistical Software. 25(1). pp. 1-18.

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

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

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 p. [http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rives/Guide\\_plan.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rives/Guide_plan.pdf)

Inventaire canadien des terres humides (ICTH) / Canada Wetland Inventory (CWI). 2015. *Geobase National Hydro Network Data Model – Wetlands, version 7, alpha edition*, Natural Resources Canada, CWI Technical Committee.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC). 2015. Identification et délimitation des milieux humides du Québec méridional. 108 p.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC). 2014. Les provinces naturelles du Cadre écologique de référence. [http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/cadre-ecologique/rapports/Provinces\\_Internet\\_16-12-2014.pdf](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/cadre-ecologique/rapports/Provinces_Internet_16-12-2014.pdf)

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. 2016. *Milieux humides potentiels du Québec*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction de l'expertise en biodiversité.

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune. 2015. *Le Système d'information écoforestière* (SIEF). <ftp://ftp.mrn.gouv.qc.ca/Public/Bibliointer/Mono/2013/01/0819137.pdf>

Robitaille, R. et J-P. Saucier, 1998. *Paysages régionaux du Québec méridional*. Les publications du Québec, Québec. 213 p.

David Tarboton, TauDEM Version 5, Utah State University. 2015 <http://hydrology.usu.edu/taudem/taudem5/>

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

## ANNEXE 1. Définitions et classification des milieux humides

### Définition d'un milieu humide

L'expression « milieu humide » couvre un large spectre d'écosystèmes tels que les étangs, les marais, les marécages et les tourbières. Plus spécifiquement, la définition adoptée par le MDDELCC s'appuie sur trois éléments clés évoqués par Tiner (1999), soit : 1) l'hydrologie, par le degré d'inondation ou de saturation du substrat, 2) la végétation, par la présence d'hydrophytes, et 3) les sols, par leur nature et leur développement. La définition de milieu humide s'énonce ainsi : les milieux humides regroupent les écosystèmes au sol saturé d'eau ou inondé pendant une période suffisamment longue pour influencer la nature du sol 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.).

### 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*<sup>2</sup>, 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;
- 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 aux notions du guide d'identification et délimitation des milieux humides du Québec méridional (MDDELCC, 2015)

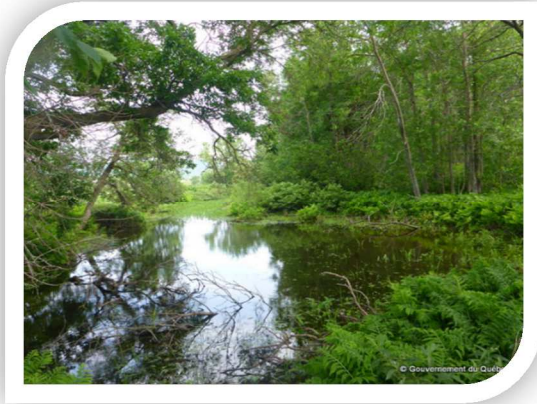
---

<sup>2</sup> Pour les autres sections du rapport, le terme « classe » englobe également les sous-classes de milieux humides.



- être compatible aux normes établies dans le système de classification des milieux humides élaboré par le comité technique de l'Inventaire canadien des terres humides (ICTH, 2010).

**Eau peu profonde** – Milieu humide dont le niveau d'eau en étiage est inférieur à deux mètres et comprenant les étangs isolés, de même que la bordure des zones fluviales, riveraines et lacustres. Ces zones font la transition entre les milieux humides normalement saturés d'eau de manière saisonnière et les zones d'eau plus profonde. Il y a présence de plantes aquatiques flottantes ou submergées, ainsi que des plantes émergentes dont le couvert<sup>2</sup> 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) couvrant<sup>3</sup> 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,



<sup>3</sup> 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.



est inondé de façon permanente, semi-permanente ou temporaire. Généralement sur un sol minéral, organique (tourbe limnique) ou une mixture organo-minérale.

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



**Marécage** – Milieu humide souvent riverain, qui est inondé de manière saisonnière, lors des crues, ou caractérisé par une nappe phréatique élevée. On trouve également des marécages isolés qui sont humides de par leur situation topographique, ou alimentés par des résurgences de la nappe phréatique. Ces milieux sont dominés par une végétation ligneuse, arbustive et arborescente, dont le couvert<sup>4</sup> est supérieur à 25 % de la superficie totale. Le sol minéral présente un mauvais drainage, ainsi que des signes caractéristiques d'oxydation (mouchetures).



<sup>4</sup> 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.

**Tourbière** – Milieu humide où la production de matière organique (peu importe la composition des restes végétaux) a prévalu sur sa décomposition. Il en résulte une accumulation naturelle de tourbe qui constitue un sol organique<sup>5</sup>. La tourbière possède un sol mal drainé et la nappe phréatique est au même niveau ou près de la surface du sol. On reconnaît deux grands types de tourbières, ombrotrophe (bog) et minérotrophe (fen), selon leur source d'alimentation en eau. Les sols sont constitués essentiellement de matière organique plus ou moins décomposée atteignant au moins 30 cm d'épaisseur.

**Tourbière ombrotrophe (bog)** – Milieu humide ouvert<sup>6</sup> 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.



**Tourbière minérotrophe (fen)** – Milieu humide généralement ouvert<sup>5</sup> 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.



<sup>5</sup> Comme défini dans le *Système canadien de classification des sols* (Agriculture et Agroalimentaire Canada, 1998).

<sup>6</sup> Dont le couvert de la végétation arborescente de plus de 4 m fait moins de 25 % de la superficie totale.

**Tourbière boisée (sous-classe de tourbière)** – Tourbière se distinguant par une végétation arborescente (hauteur supérieure à 4 m) dont le couvert 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.





## 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 présentent 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 observée 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 marquée
38	DIM_MOUCH_MAR	Dimension des mouchetures marquées
39	NAPPE	Profondeur de la nappe phréatique (cm)
40	DÉPOT	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 général sur le milieu

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

CONSERV	Potentiel pour des activités de conservation
CODE	DESCRIPTION
PRO	Protection
RES	Restauration
NIC	Nichoirs
EDU	Éducation / sensibilisation
POI	Poisson (accès du poisson via cours d'eau)
AUC	Aucune
AUT	Autre - précisez dans COMMENT

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

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

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

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

TYPEMO	Type de tourbe
CODE	DESCRIPTION
F	Fibrique
M	Mésique
H	Humique
L	Litière
AUC	Aucune

DÉPOT	Dépôt de surface
CODE	DESCRIPTION
A	Argile
T	Sable et Gravier
O	Organique
L	Limon
R	Roc et Blocs

DRAIN	Classe de drainage du sol
CODE	DESCRIPTION
1	Drainage excessif
2	Drainage bon
3	Drainage modéré
4	Drainage imparfait
5	Drainage mauvais
6	Drainage très mauvais
31	Drainage modéré avec seepage
41	Drainage imparfait avec seepage
51	Drainage mauvais avec seepage
61	Drainage très mauvais avec seepage

ESP_ENVA	Espèce envahissante
CODE	DESCRIPTION
ROS	Roseau commun (Phragmites communis)
CHA	Chataigne d'eau (Trapa natans)
SAL	Salicaire pourpre (Lythrum salicaria)
BUT	Butome à ombrelle (Butomus umbellatus)
HYD	Hydrocharide grenouillette (Hydrocharis morsus ranae)
MYR	Myriophylle à épi (Myriophyllum spicatum)
REN	Renoué Japonaise (Polygonum cuspidatum)
BEC	Berce du Caucase (Heracleum mantegazzianum)
NEP	Neprun Bourdaine (Rhamnus frangula)
PHA	Phalaris roseau (Phalaris arundinacea)
AUC	Aucun
AUT	Autre - précisez dans COMMENT

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

ID	Code	Longueur	Type	Description du champ
1	CLASSE	2	Caractère	Code des classes de milieu humide identifié par les travaux de photo-interprétation (7 classes).
2	CLASSE_NOM	50	Caractère	Nom en de la classe de milieu humide identifié par les travaux de photo-interprétation (7 classes).
3	NIV_CONF_D	16	Caractère	Niveau de confiance par rapport à la présence du milieu humide ainsi que sa délimitation (bon, moyen, faible).
4	NIV_CONF_C	16	Caractère	Niveau de confiance quant à la classe de milieux humides attribuée au polygone (bon, moyen, faible).
5	TYP_VALID	16	Caractère	Type de validation effectué sur le polygone (terrain, survol, non validé).
6	SOURCE_DOCUM	30	Caractère	Source de documents ou données géographiques ayant contribué aux travaux de photo-interprétation.
7	ANNEE_DOCUM	4	Date	Année de diffusion de la documentation utilisée.
8	SOURCE_PHOTO	30	Caractère	Source et type de photographies aériennes utilisées pour la photo-interprétation (ex : modèle stéréoscopique, printemps)
9	ANNEE_PHOTO	4	Date	Années des photographies aériennes utilisées pour la photo-interprétation.
10	NOTES	150	Caractère	Remarques ajoutées lors de la photo-interprétation ou suite à la validation terrain, jugées pertinentes prendre en considération.
11	PROJET	50	Caractère	Référence à la phase de réalisation des travaux d'inventaire du projet de cartographie détaillée des milieux humides.
12	MH_HA	2 décimales	Numérique	Superficie du milieu humide en hectares.
13	PRESSION_1	50	Caractère	Type de pression anthropique observée sur les orthophotos les plus récentes (pression dominante).
14	PRESSION_2	50	Caractère	Type de pression anthropique observée sur les orthophotos les plus récentes (pression secondaire).
15	PRESSION_3	50	Caractère	Type de pression anthropique observée sur les orthophotos les plus récentes (pression tertiaire).
16	PR_IMPACT	10	Caractère	Ampleur ou impact des pressions anthropiques observées (aucune, faible, moyen, fort).
17	PR_NOTE	100	Caractère	Notes sur les pressions anthropiques observées (ex : sentiers VTT, cannebergières).
18	NM_CREATEUR	10	Caractère	Initiales et organisation du photo-interprète qui a identifié le polygone milieu humide.
19	DA_CREATEUR	8	Date	Date de création du polygone milieu humide (année/mois/jour).
20	NM_EDITEUR	10	Caractère	Initiales et organisation du photo-interprète qui a modifié le polygone milieu humide.
21	DA_MODIF	8	Date	Dernière date de modification à la délimitation ou la classification du polygone (année/mois/jour).
22	GLOBAL_ID	30	GLOBAL ID	Identifiant unique du polygone milieu humide.



**ANNEXE 4. Exemples de photos obliques de Canards illimité Canada et du Ministère de la sécurité publique du Québec, ainsi que de photos terrain des milieux humides pour le territoire de Kamouraska**





Ce projet a été réalisé grâce à la collaboration suivante :

**Développement durable,  
Environnement et Lutte  
contre les changements  
climatiques**

**Québec** 



**Canards Illimités Canada**  
La conservation des milieux humides