

Projet d'acquisition de connaissance sur les eaux souterraines en Chaudière-Appalaches

MILIEUX HUMIDES DE LA ZONE DU CHÊNE

Marc-André Bourgault (UQAM)

Marie Larocque (UQAM)

Stéphanie Pellerin (IRBV)

Marie-Hélène Graveline (UQAM)

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

Département des sciences de la Terre et de l'atmosphère

31 mars 2015

TABLE DES MATIÈRES

1	Introduction	1
2	Milieux humides de la zone du Chêne	2
3	Travaux réalisés en 2013 et 2014	6
3.1	Travaux de doctorat.....	6
3.2	Caractérisation des fonctions hydriques et biologiques des complexes tourbeux.....	9
3.3	Système d'évaluation des terres humides de l'Ontario (OWES)	10
3.4	Méthode de caractérisation fonctionnelle et écosystémique (WESP)	13
3.4.1	Milieux humides distincts.....	13
3.4.2	Complexes tourbeux.....	14
3.5	Contextes hydrogéomorphologiques des complexes tourbeux	15
4	Perspectives	18
5	Références	19

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Milieux humides de la zone du Chêne (cartographie des milieux humides extraite de CIC, 2012)	3
Figure 2. Proportions des classes de milieux humides sur la zone du Chêne	4
Figure 3. Zones instrumentées à l'aide de piézomètres et emplacement des mesures de niveau statique réalisées à l'intérieur (points noirs) et à l'extérieur du complexe tourbeux (points bleus).....	7
Figure 4. Pointage OWES pour la fonction biologique des complexes tourbeux étudiés sur la zone du Chêne	12
Figure 5. Pointage WESP pour la fonction amélioration de la qualité de l'eau	14
Figure 6. Pointage WESP pour la fonction capacité d'emmagasinement des eaux pluviales	15

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Statistiques sur les milieux humides de la zone du Chêne	4
Tableau 2. Critères biologiques et hydrologiques pour la caractérisation fonctionnelle OWES et WESP des complexes tourbeux	11
Tableau 3. Contexte hydrostratigraphique des complexes tourbeux étudiés sur la zone du Chêne	17

1 Introduction

Dans le cadre du projet de caractérisation de la ressource en eau souterraine de la région Chaudière-Appalaches, financé par le Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques par le Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines, l'INRS-ETE a mandaté l'UQAM pour étudier les effets des milieux humides sur l'écoulement de l'eau souterraine sur le territoire couvert par la zone de gestion intégrée de l'eau du bassin versant de la rivière du Chêne.

À l'UQAM, ce travail est réalisé dans le cadre du projet de doctorat en sciences de la Terre et de l'atmosphère de Marc-André Bourgault. L'objectif de cette thèse est de comprendre le rôle que jouent les complexes tourbeux sur l'hydrogéologie régionale de la vallée du Saint-Laurent, tout en développant des outils permettant aux différents acteurs (ministères, agences de conservation, consultants en environnement et organismes de bassins versants) d'intégrer les complexes tourbeux dans les évaluations environnementales, les plans de gestion intégrée des bassins versants et les plans de conservation. La zone du Chêne est l'une des régions étudiées dans la thèse et présente un intérêt particulier en raison de la grande superficie de milieux humides présents sur son territoire. Les autres régions sont le Centre-du-Québec et la Montérégie.

Ce rapport présente 1) l'état des connaissances sur les milieux humides de la zone du Chêne, 2) la méthodologie des travaux de terrain mis en œuvre pendant les étés 2013 et 2014, et 3) les résultats des travaux de caractérisation des fonctions hydrologiques et biologiques des milieux humides de la zone du Chêne.

Les résultats présentés dans ce rapport sont préliminaires et partiels, et seront mis à jour dans le doctorat réalisé par Marc-André Bourgault. Ces résultats doivent donc être considérés à titre indicatif seulement de la capacité des approches testées à caractériser les milieux humides et des fonctions hydrologiques de ceux-ci. Ils ne doivent pas être utilisés à des fins de prise de décision.

2 Milieux humides de la zone du Chêne

La zone de gestion intégrée de la rivière du Chêne couvre une superficie de 1178,5 km² (**Figure 1**) et intègre plusieurs bassins versants dont les principaux sont ceux des rivières du Chêne, Beaudet et Aulneuse. Cette surface se trouve à 90,8 % dans la région de Chaudière-Appalaches et à 9,2 % dans la région du Centre-du-Québec. La zone est caractérisée par une forte présence de milieux humides. En effet, ceux-ci couvrent une superficie de 244,7 km², soit environ 20 % du territoire. Par conséquent, il est important de comprendre leur rôle pour assurer une gestion intégrée de la zone de gestion intégrée de l'eau de la rivière du Chêne.

Conformément au *Système de classification des terres humides du Canada* (GTNTH, 1997), aussi utilisé par CIC (2006) et par la MRC de Lotbinière dans sa cartographie des milieux humides (Falardeau et al., 2009), sept grandes classes de milieux humides peuvent être identifiées sur la zone du Chêne à partir des données cartographiques provenant de la MRC de Lotbinière : les tourbières boisées, les tourbières ombrotrophes (bogs), les tourbières minérotrophes (fens), les marécages, les marais, les eaux peu profondes et les prairies humides. Les milieux humides se trouvent principalement dans trois secteurs bien distincts, le secteur aval localisé dans les Basses-Terres du Saint-Laurent, le secteur intermédiaire localisé près de l'autoroute 20 et le secteur amont situé principalement dans les Appalaches. Le secteur aval est caractérisée par un assemblage de tourbières ombrotrophes, boisées et de marécages (**Figure 1** ; complexe tourbeux-7-9-10-11-14), le secteur intermédiaire par un assemblage de marécages et de tourbières boisées (**Figure 1** ; complexe tourbeux-13). La zone amont est quant à elle caractérisée par un assemblage de tourbières ombrotrophes, de tourbières boisées, de tourbières minérotrophes et de marécages (**Figure 1** ; voir complexe-1-2-3-4-5-6-8-12-15-16-17).

Sur le territoire, les tourbières boisées couvrent 11,3 % de la zone du Chêne, suivi des marécages (4,3 %) et des tourbières ombrotrophes (3,1 %) (**Tableau 1**). Dans des proportions moindres, les eaux peu profondes couvrent seulement 1,3 % de la zone, les marais 0,6 % et les tourbières minérotrophes et les prairies humides moins de 0,1 % (**Figure 2**).

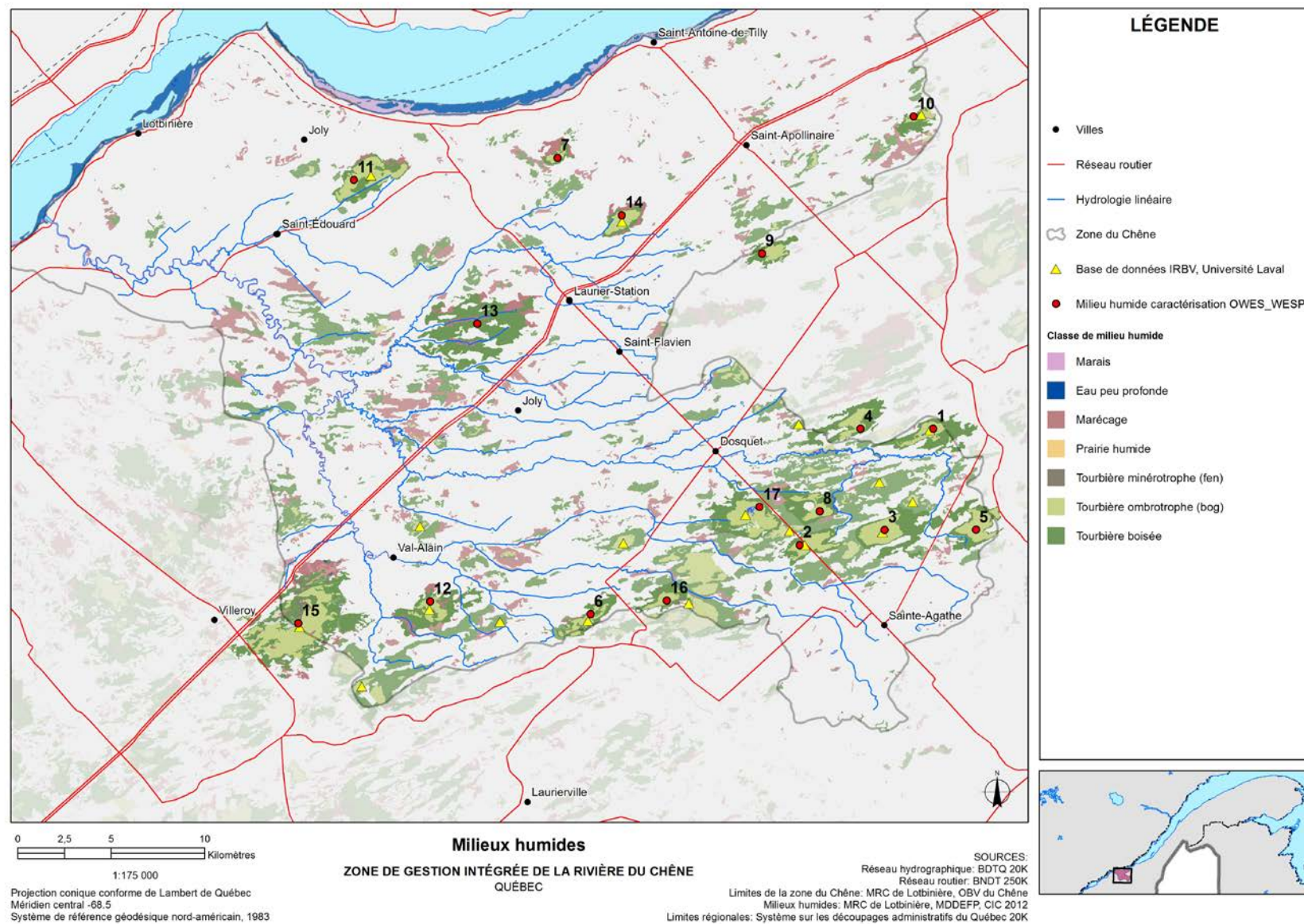


Figure 1. Milieux humides de la zone du Chêne (cartographie des milieux humides extraite de CIC, 2012)

Tableau 1. Statistiques sur les milieux humides de la zone du Chêne

Classes de milieux humides	Superficie	Proportion de la zone du Chêne
	km ²	%
Marais	7,1	0,6
Eau peu profonde	15,2	1,3
Marécage	51,0	4,3
Prairie humide	0,1	< 0,1
Tourbière minérotrophe (fen)	0,9	< 0,1
Tourbière ombrotrophe (bog)	37,1	3,1
Tourbière boisée	133,3	11,3
TOTAL	244,7	20,8

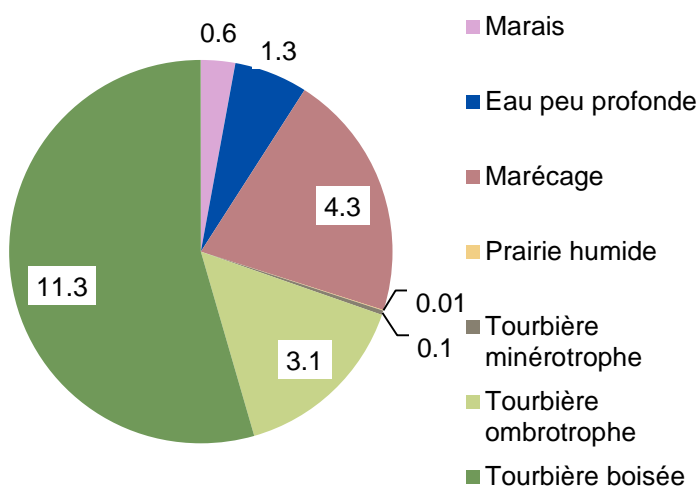


Figure 2. Proportions des classes de milieux humides sur la zone du Chêne

La MRC de Lotbinière abrite 25 % des tourbières ombrotrophes de la région de Chaudière-Appalaches dont certaines ont été identifiées comme ayant un intérêt pour la conservation (MRC de Lotbinière, 2005). En effet, selon le Plan régional de conservation des milieux humides de Chaudière-Appalaches de CIC (2006), près du quart de la superficie des tourbières de la région possède une faune et une flore particulière. La MRC de Lotbinière en partenariat avec l'OBV du Chêne a d'ailleurs entrepris une démarche visant l'inventaire et la caractérisation physique et floristique des milieux humides de la zone du Chêne

(Boucher, 2012). Cependant, cet inventaire ne considère pas le niveau de perturbation des milieux humides caractérisés.

L'état des milieux humides, en termes de pressions anthropiques et d'étendues perturbées, est actuellement peu connu à l'échelle de la zone du Chêne. Cependant, selon différents travaux identifiés par Pellerin et Poulin (2013), les superficies perturbées de milieux humides des Basses-Terres du Saint-Laurent seraient très importantes. Par ailleurs, la MRC de Lotbinière est considérée comme l'une de celles ayant subi le plus de perturbations et les activités agricoles et sylvicoles y seraient les principales sources de pression (Pellerin et Poulin, 2013).

Or, malgré l'importance des perturbations, aucun milieu humide de la zone ne détient actuellement un statut de protection officiel. En effet, il semble que seuls certains usages (agriculture et/ou déboisement) soient règlementés à l'intérieur ou en bordure de certaines grandes tourbières ombrotrophes (bog) situées en zone agroforestière dans le cadre du schéma d'aménagement (Cournoyer, communication personnelle, 12 mars 2014). Par manque d'informations sur les milieux humides de la zone, aucun plan de gestion et de protection n'est prévu à ce jour.

3 Travaux réalisés en 2013 et 2014

3.1 Travaux de doctorat

Les travaux de terrain réalisés dans le cadre du projet de doctorat de Marc-André Bourgault ont pour objectif de comprendre les fonctions hydrogéologiques des complexes tourbeux de la vallée du Saint-Laurent et de développer des indicateurs de ces fonctions qui permettront aux différents acteurs (ministères, agences de conservation, consultants en environnement et organismes de bassins versants) d'intégrer les complexes tourbeux dans les évaluations environnementales, les plans de gestion intégrée des bassins versants et les plans de conservation. Les objectifs spécifiques de la thèse sont les suivants:

1. Évaluer les variations spatiales des propriétés hydrodynamiques des tourbières comme facteur explicatif des variations des niveaux d'eau intra- et inter-complexe tourbeux;
2. Évaluer l'influence des contextes hydrogéomorphologiques sur les échanges aquifère-tourbière, les variations spatio-temporelles de l'emmagasinement et les hydropériodes de sept complexes tourbeux de la vallée du Saint-Laurent ;
3. Développer des indicateurs topographiques permettant de différencier les fonctions hydrogéologiques des complexes tourbeux.

Sept complexes tourbeux ont été sélectionnés dans les régions de la Montérégie (2), du Centre-du-Québec (3) et dans la région de Chaudière-Appalaches (2). Les deux complexes tourbeux situés dans Chaudière-Appalaches se trouvent sur la zone de gestion intégrée de l'eau du Chêne, ce sont des tourbières de Villeroy et d'Issoudun. Dans chaque complexe tourbeux, six zones ont été instrumentées et caractérisées (**Figure 3**). Quatre zones sont identifiées dans chaque tourbière (secteurs amont, intermédiaire et aval de l'écoulement qui a lieu au sein de la tourbière, et zone de décharge de l'aquifère dans la tourbière) et deux zones sont situées à l'extérieur de la tourbière (secteurs de recharge de l'aquifère par la tourbière et secteur où a lieu l'infiltration qui maintient les niveaux de nappe alimentant la tourbière).

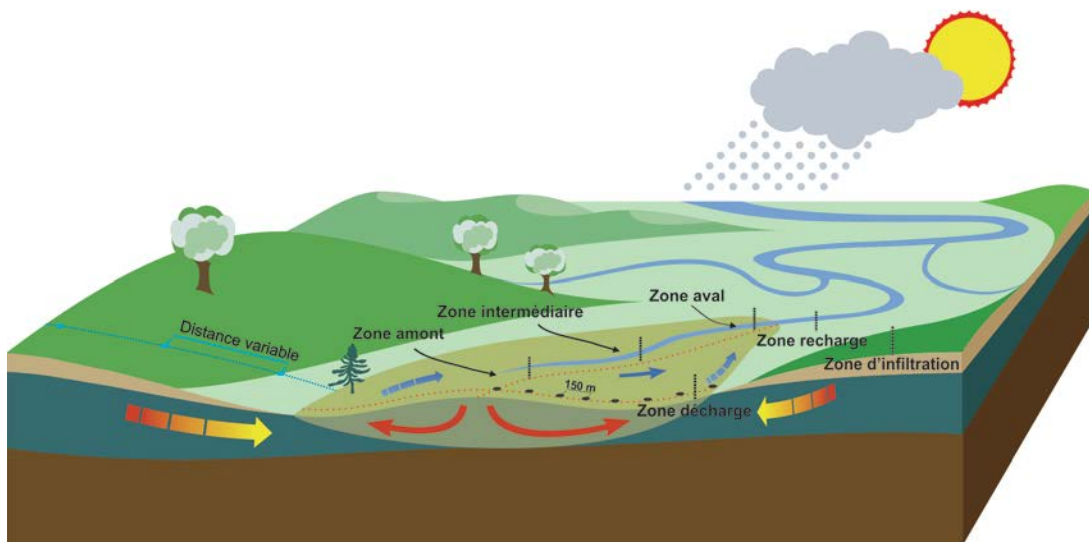


Figure 3. Zones instrumentées à l'aide de piézomètres et emplacement des mesures de niveau statique réalisées à l'intérieur (points noirs) et à l'extérieur du complexe tourbeux (points bleus)

L'instrumentation et la caractérisation *in situ* des sites est similaire dans les sept complexes tourbeux:

- Des mesures de profondeur des dépôts organiques à chaque 100 m;
- L'identification de la nature des dépôts meubles sous-jacents aux dépôts tourbeux à chaque 100 m;
- La mesure de niveaux statiques a été réalisée sur deux transects à chaque 100 m à l'intérieur et à des distances variables en périphérie du complexe tourbeux ;
- L'installation de piézomètres instrumentés de sondes Solinst permettant la mesure en continu des niveaux d'eau (secteurs amont, intermédiaire, aval, de décharge, de recharge et infiltration);
- L'installation d'un pluviomètre à bascule et d'un baromètre;
- L'échantillonnage de trois carottes de tourbes de 1 m à l'aide d'un BoxCorer (secteurs amont, intermédiaire, aval dans chaque complexe tourbeux) pour des analyses de densité, de conductivité hydraulique et de concentration en matière organique.

Les échantillons et les données recueillies ont permis de réaliser les travaux suivants :

- Des mesures de conductivités hydrauliques en laboratoire sur les dépôts tourbeux à l'aide de la méthode des cubes (travaux réalisés à l'UQAM);
- Des mesures de densité des dépôts tourbeux à l'aide d'un banc d'analyse «Multi Sensor Core Logger (MSCL)», un instrumenté géophysique encore jamais utilisé sur des carottes de tourbes (travaux réalisés à l'UQAR);
- Des mesures de concentration de carbone et de la densité à l'aide d'une méthode par séchage et de perte au feu (travaux réalisés au GEOTOP);
- Des essais de perméabilité *in situ* dans les dépôts organiques dans tous les piézomètres installés dans les différentes sections de chaque complexe tourbeux;
- Le développement d'un programme permettant de calculer la porosité effective de la tourbe à l'aide des variations de niveaux d'eau et des précipitations.

Les données récoltées pendant les travaux de terrain, de laboratoire et d'analyse numérique réalisés dans le cadre du doctorat de Marc-André Bourgault sont présentement en traitement et ne seront pas présentées dans ce rapport. L'analyse préliminaire des données a fait l'objet de deux communications orales et deux affiches :

- 1) Premier auteur d'une présentation éclair présentée au colloque organisé par le Centre de la Science de la Biodiversité du Québec (CSBQ) à l'Université McGill, Montréal, Québec, Canada, 10 au 12 décembre, 2014;
- 2) Premier auteur d'une présentation orale au Fall meeting de l'American Geophysical Union à San Francisco, Californie, États-Unis, du 15 au 19 décembre 2014;
- 3) Premier auteur d'une présentation orale au colloque des étudiants du GÉOTOP, base de plein air Jouvence, Québec, Canada, du 13 au 15 février 2015;
- 4) Deuxième auteur du poster réalisé par Marjolaine Roux, étudiante au baccalauréat en sciences de la Terre et de l'atmosphère au colloque des étudiants du GÉOTOP, base de plein air Jouvence, Québec, Canada, du 13 au 15 février 2015

Un article scientifique portant sur le développement d'une nouvelle méthode d'analyse des propriétés hydrodynamiques des dépôts tourbeux à l'aide d'un banc d'analyse «Multi Sensor Core Logger (MSCL) sera soumis au journal scientifique *Geophysical Research Letters* au cours de l'été 2015. Finalement, un résumé scientifique a été soumis et accepté pour une présentation orale lors du prochain congrès de l'ACFAS 2015 dans le cadre du colloque annuel du RQES.

3.2 Caractérisation des fonctions hydriques et biologiques des complexes tourbeux

Des travaux de terrain ont été réalisés pour évaluer les fonctions hydriques et biologiques des complexes tourbeux à l'échelle régionale en utilisant deux méthodes de caractérisation couramment utilisée au Canada et aux États-Unis. Les objectifs spécifiques de la démarche sont les suivants:

1. Se familiariser avec la méthode de caractérisation fonctionnelle ontarienne (Ontario Wetland Evaluation System - OWES; Ontario Ministry of Natural Resources, 2013) et avec la méthode Wetland Ecosystem Service Protocole - WESP; Adamus, 2011).
2. Caractériser les fonctions biologiques et hydriques des complexes tourbeux de la zone du Chêne afin de répondre au manque d'information concernant les milieux humides de cette région dans une perspective de protection;

Au total, 17 complexes tourbeux (**Figure 1**) comprenant des tourbières ombrotrophes, des tourbières minérotrophes, des tourbières boisées et des marécages ont été visités et caractérisés à l'aide des méthodes OWES et WESP sur la zone du Chêne (le travail a été réalisé également dans le Centre-du-Québec sur sept complexes tourbeux supplémentaires). Plus spécifiquement, un total de 16 tourbières ombrotrophes, 17 tourbières boisées, quatre fens et trois marécages ont été caractérisés sur la zone du Chêne.

Afin d'évaluer les fonctions biologiques et hydriques des complexes tourbeux, chaque type de milieu humide a été visité. Les visites comprenaient, de façon systématique, l'identification des espèces végétales, la mesure des niveaux statiques, l'identification du substratum et des mesures de profondeur de dépôts organiques. L'identification des espèces végétales s'est faite avec la participation de Salomé Pasquet, agente de recherche supervisée par Stéphanie Pellerin, botaniste et chercheuse à l'Institut de recherche en biologie végétale (IRBV). De plus, le formulaire de 128 questions de la méthode WESP a été rempli pour chaque type de milieux humides. Ce formulaire comprend 47 questions complétées préalablement aux travaux de terrain et 81 questions complétées *in situ*. Les questions préalables ont été complétées à l'aide d'images Landsat (GoogleMap) en utilisant la cartographie des réseaux hydrographiques et des milieux humides de la zone du Chêne. La caractérisation fonctionnelle réalisée à l'aide des méthodes WESP et OWES nécessitait entre trois et cinq heures de travail par complexe tourbeux, sans compter les temps

associés au déplacement. Les travaux de terrain se sont échelonnés sur quatre semaines plus le temps requis pour l'analyse des résultats.

Les informations cartographiques nécessaires pour caractériser les fonctions des complexes tourbeux à l'aide des méthodes OWES et WESP sont les suivantes :

- Modèle d'élévation terrain à haute résolution provenant des relevés LiDAR de la région de Lotbinière;
- Carte des réseaux hydrographiques (1/20 000) de la Base de données topographique du Québec (BDTQ)
- Carte des dépôts meubles provenant des travaux de l'INRS dans le cadre du PACES Lotbinière;
- Photos aériennes haute résolution;
- Cartographie des types de milieux humides (CIC, 2012).

3.3 Système d'évaluation des terres humides de l'Ontario (OWES)

La méthode OWES est une méthode de caractérisation fonctionnelle couramment utilisée en Ontario qui permet de protéger les terres humides d'importance en vertu de la Loi sur l'aménagement du territoire. Basée sur un ensemble de critères climatiques, géographiques, hydrogéologiques et biologiques (**Tableau 2**), cette méthode a été utilisée ici uniquement pour caractériser la fonction biologique des complexes tourbeux de la zone du Chêne. Ce travail de caractérisation a permis de hiérarchiser les complexes tourbeux en ordre d'importance en regard de leur fonction biologique à l'aide d'un système de pointage pouvant varier de 45 à 250 points. Dans la méthode OWES, un complexe tourbeux ayant une fonction biologique dépassant un score de 200 est considéré comme un milieu humide important au niveau provincial.

La méthode OWES permet aussi de caractériser les fonctions hydrologiques et sociales en plus d'inclure des composantes spéciales reliées à la présence d'espèce menacée et la rareté du milieu à l'échelle des bassins versants.

Tableau 2. Critères biologiques et hydrologiques pour la caractérisation fonctionnelle OWES et WESP des complexes tourbeux

Critères biologiques (OWES)	Critères hydrologiques (WESP)
Degré-jours de croissance/type de sol	Type de milieux humides
Type de milieux humides	Microtopographie
Contexte hydrogéomorphologique	Présence de l'eau de surface
Nombre de types de MH/complexe	Hydropériode
Communauté végétale	Connectivité avec les rivières
Diversité des habitats périphériques	Complexité de la connexion tourbière-rivière
Proximité d'autres tourbières	Type de végétation
Interspersion	Type de sol
Aire	Échange aquifère-tourbière

Le pointage des complexes tourbeux pour la fonction biologique obtenu sur la zone du Chêne varie entre 124 points et 171 points (**Figure 4**). Le pointage minimum a été calculé à partir d'un milieu humide théorique ayant une superficie inférieure à 0.5 ha, une communauté végétale et une interspersion minimale alors que le pointage maximal a été calculé en maximisant les résultats de chacun des critères tenant compte de la diversité des milieux humides de la zone du Chêne. En calculant l'écart type ($\sigma = 19$ points) des pointages obtenus de l'ensemble des complexes tourbeux localisés dans la vallée du Saint-Laurent qui ont été caractérisés à l'aide de la méthode OWES ($n = 33$), le score associé avec la fonction biologique des complexes tourbeux est significatif à ± 9 points avec intervalle de confiance à 99%. Deux catégories se distinguent, soit les complexes tourbeux localisés en amont à l'exception des complexes tourbeux 12-15-16-17 et les complexes tourbeux localisés à la fois en zone intermédiaire et en zone aval (**Figure 3**).

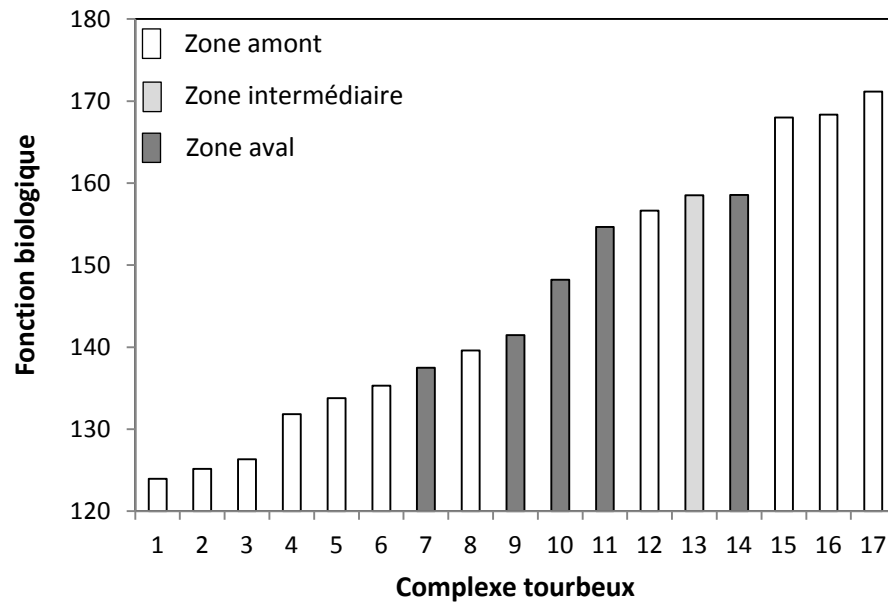


Figure 4. Pointage OWES pour la fonction biologique des complexes tourbeux étudiés sur la zone du Chêne

Les complexes tourbeux 17 (171 points), 16 (168 points), et 15 (168 points) obtiennent les scores les plus élevés. Ces complexes tourbeux ont une superficie supérieure à 900 ha, une forme complexe, une forte diversité végétale, aux minimum trois types de milieu humide et chacun une particularité qui les distinguent. Le complexe tourbeux 17 est formé d'un assemblage de mare un phénomène très rare dans la vallée du Saint-Laurent alors que les complexes tourbeux 15 et 16 comprennent quatre milieux humides (bog, fen, tourbière boisée et marécage) au sein du même complexe.

Il est important de souligner que les critères hydrologiques de la fonction hydrologique ne permettent pas de refléter de manière réaliste les variations des fonctions hydrologiques et hydrogéologiques des complexes tourbeux, certains critères considérés comme trop subjectifs.

3.4 Méthode de caractérisation fonctionnelle et écosystémique (WESP)

La méthode de caractérisation fonctionnelle et écosystémique des milieux humides est une méthode scientifique de terrain permettant de caractériser rapidement tous les types de milieux humides. Cette méthode, qui est présentement utilisée aux États-Unis (Oregon, Alaska) (Adamus, 2011; Adamus, 2013a) et au Canada (Alberta) (Adamus, 2013b) et en processus d'adaptation pour les provinces maritimes du Canada (Nouveau-Brunswick, Nouvelle-Écosse, Terre-Neuve) (Adamus, 2013c), est basée sur des critères géographiques, hydrologiques et hydrogéologiques qui sont observables sur le terrain (**Tableau 2**). Dans la zone du Chêne, cette méthode a été utilisée pour caractériser deux fonctions hydriques soit 1) la capacité des milieux humides à améliorer la qualité des eaux de surface et 2) la capacité des milieux humides à emmagasiner des eaux pluviales. L'application de la méthode a permis de hiérarchiser les complexes tourbeux en ordre d'importance en regard de leur fonction hydrologique à l'aide d'un système de pointage pouvant varier entre 0 et 10.

3.4.1 Milieux humides distincts

Les pointages attribués pour l'amélioration de la qualité de l'eau (rétention des nitrates, rétention des sédiments) varient entre 6 et 10. Les marécages, les tourbières ombrotrophes et les tourbières boisées ont obtenu un score élevé, entre 9 et 10. Pour les marécages, ce score est attribuable à deux caractéristiques: 1) les marécages se forment dans des zones où la microtopographie est accidentée et 2) l'ensemble des dépressions sont isolés les uns des autres. L'eau surface est donc forcée à s'infiltrer dans le sol ce qui change les conditions d'oxydoréduction (Reddy et DeLaune, 2008). Pour les tourbières ombrotrophes et boisées, les niveaux de nappe sont toujours très proches de la surface, ce qui limite la dissolution de l'oxygène dans les dépôts organiques et favorise des conditions réductrices très proches de la surface. Les tourbières minérotrophes obtiennent un score plus faible (6.7) que les autres milieux humides puisqu'elles sont des zones où l'eau circule rapidement et où les variations d'eau interannuelles sont faibles comparativement aux marécages et aux autres tourbières. Le pointage de l'ensemble des milieux humides pour la fonction d'emmagasinement des eaux pluviales varie entre 0.5 et 4.5. Les tourbières ombrotrophes et boisées obtiennent toutes les deux un score de 0.5 alors que les tourbières minérotrophes et les marécages obtiennent un score de 3.3 et de 4.5 respectivement. Selon la méthode WESP, la capacité des tourbières ombrotrophes, des

tourbières boisées et des tourbières minérotrophes sont limitées comparativement aux marécages puisqu'ils sont constamment saturés en eau ce qui favorise un écoulement superficiel rapide.

3.4.2 Complexes tourbeux

Le pointage des fonctions hydriques a été calculé sur les 17 complexes tourbeux de la zone du Chêne en pondérant la moyenne des scores obtenus préalablement avec l'aire de chaque type de milieux humides rencontré dans le complexe tourbeux. Les pointages pour l'amélioration de la qualité de l'eau (**Figure 5**) et la capacité d'emmagasinement des eaux pluviales (**Figure 6**) varient entre 8.9 et 9.5 et entre 0.5 et 2.3 respectivement. Avec une variation considérée comme significative à 0,5, les variations de pointage des différents complexes tourbeux ne sont pas significatives pour la fonction d'emmagasinement des eaux pluviales et peu significatives pour la fonction amélioration de la qualité de l'eau. Toutefois, le complexe tourbeux 7 se distingue clairement des autres ce qui est attribuable au fort pourcentage (45%) qu'occupe le marécage par rapport à la superficie totale.

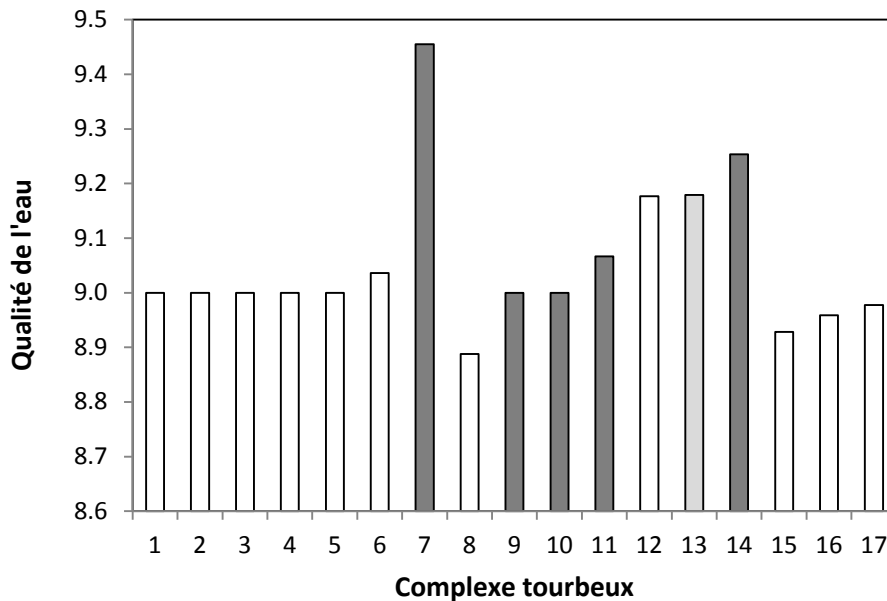


Figure 5. Pointage WESP pour la fonction amélioration de la qualité de l'eau

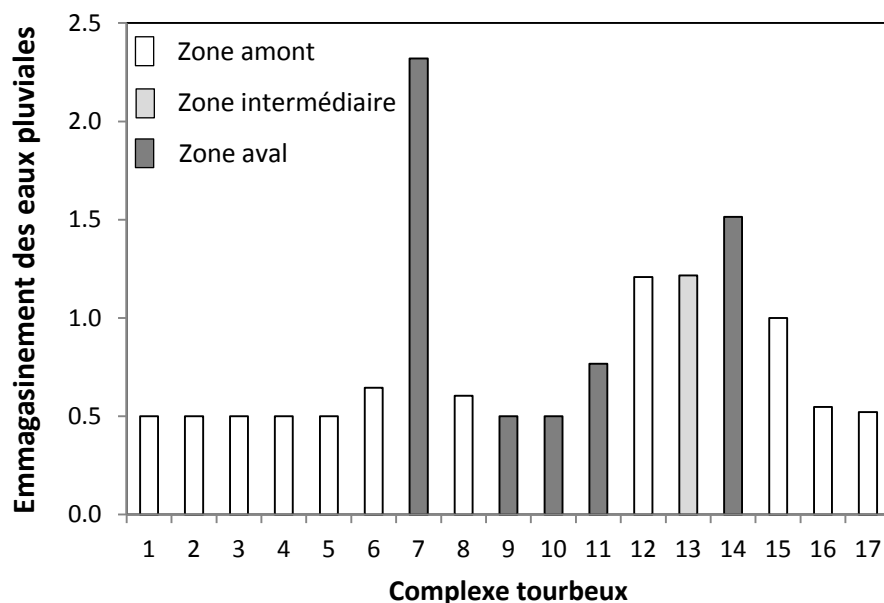


Figure 6. Pointage WESP pour la fonction capacité d’emmagasinement des eaux pluviales

La méthode WESP apparaît donc comme une bonne méthode pour distinguer les fonctions hydriques des différents types de milieux humides, mais ne permet pas de caractérisation complètement les fonctions hydrogéologiques des complexes tourbeux de la zone du Chêne. Une modification de ces méthodes et une attention particulière au contexte hydrogéologique serait nécessaires pour mieux intégrer ces fonctions.

3.5 Contextes hydrogéomorphologiques des complexes tourbeux

Selon les données recueillies sur le terrain et la compilation de données provenant d’une base de données construite par les chercheuses Stéphanie Pellerin (IRBV) et Monique Poulin (Université Laval), l’épaisseur des dépôts tourbeux de la zone du Chêne varie entre 30 et 610 cm avec une moyenne de 252 cm. Les complexes tourbeux les plus profonds sont localisés dans la zone amont et la zone aval du bassin versant (**Tableau 3**). Les complexes tourbeux localisés dans la zone intermédiaire sont de très faibles épaisseurs avec une moyenne d’épaisseur inférieure à 100 cm.

L’analyse de la nature du substratum indique que les complexes tourbeux se sont développés sur des silts argileux, des silts, des sables fins à moyens et des dépôts de till ayant généralement une matrice très fine. Les complexes tourbeux déposés sur des silts

argileux et des dépôts de till sont classés comme ayant un faible potentiel d'interaction avec les aquifères alors que les complexes tourbeux déposés sur des sables fins à moyen sont classés comme des complexes tourbeux ayant un fort potentiel d'interaction avec les aquifères. Par ailleurs, les tourbières déposées uniquement sur des silts sont classées comme des complexes tourbeux ayant un potentiel d'interaction intermédiaires (**Tableau 3**).

De façon générale, les complexes tourbeux occupent cinq types de fonctions hydrogéologiques. Par exemple, ils peuvent recharger les aquifères (R), être alimentés par les aquifères (A), participer aux débits de rivières (DR), maintenir les débits de base des rivières (DB) et/ou maintenir les niveaux d'eau des aquifères qui alimentent les rivières de la zone du chêne (MA).

Les complexes tourbeux (1-3-4-5-6-8-9-12-15-16-17) localisés en zone amont et intermédiaire de la zone du Chêne occupent une grande superficie du territoire et sont déposés sur des sédiments ayant un fort potentiel aquifère. En ce sens, ils jouent une fonction indirecte de maintien des niveaux des aquifères. De plus, deux de ces complexes tourbeux sont directement connectés à la rivière, (8-17), et contribuent sans doute au maintien des débits de base de la rivière du Chêne. Sur l'ensemble des complexes tourbeux, seulement deux complexes tourbeux sont alimentés par les eaux souterraines, comme en témoigne la présence de fens juxtaposés aux zones ombrotrophes des complexes tourbeux (15-16).

Par ailleurs, quatre complexes tourbeux sont juxtaposés à des sables oxydés d'origine éolienne (2-10-12-15). Les sables éoliens sont des zones où les complexes tourbeux rechargent l'aquifère. Un des complexes tourbeux (13), localisé dans la zone intermédiaire s'est formé sur des sables fins à moyen formant une pente se dirigeant vers la rivière Huron et participant à son débit. Enfin, trois complexes tourbeux sont localisés dans la zone aval (7-11-14). Ils se sont sans doute formés dans des cuvettes sur des sédiments n'ayant aucun potentiel aquifère, ce qui favorise une dynamique d'accumulation et d'écoulement rapide contribuant davantage à l'eau de surface.

Tableau 3. Contexte hydrostratigraphique des complexes tourbeux étudiés sur la zone du Chêne

Sites	X (UTM 19)	Y (UTM 19)	Épaisseur max (cm)	Substratum	Niveau statique (cm)	Type milieu humide	potentiel interaction	fonction hydrogéologique	Localisation
1	317327	5150054	550	silt	12	1,2	intermédiaire	R, MA	1
2	309099	5159748	215	silt et sable oxydé	22	1,2	fort	R	1
3	314589	5144634	318	sable fin	19	1,2	fort	R, MA	1
4	313362	5150620	220	sable fin	12	1,2	fort	R, MA	1
5	319679	5144733	570	sable fin	17	1,2	fort	R, MA	1
6	298877	5140301	288	sable fin	55	1,2	fort	R, MA	1
7	297706	5164980	520	silt argileux	35	1,2, 4	faible	DR	3
8	311395	5145814	325	sable fin	40	1,2, 3*	fort	R, MA, DB	1
9	310379	5143824	480	silt	50	1,2	intermédiaire	R, MA	3
10	316649	5166686	122	silt et sable oxydé	45	1,2	fort	R	3
11	286801	5164028	420	till matrice fine	50	1,2, 4	faible	DR	3
12	290511	5141311	223	silt et sable oxydé	30	1,2,4	fort	R, MA	1
13	292832	5156512	30	sable fin à moyen	5	2, 4	fort	DR	2
14	301074	5161688	454	till avec matrice fine	15	1,2, 4	faible	DR	3
15	283230	5139738	491	silt et sable oxydé	45	1,2, 3	fort	R, MA, A	1
16	303084	5141283	200	silt et sable	77	1,2,3	fort	R, MA, A, DB	1
17	307402	5145707	610	sable fin à moyen	28	1,2, 3*	fort	R, MA, DB	1

* Type de milieux humide : 1=bog, 2=tourbière boisée, 3=tourbière minérotrophe

* Potentiel d'interaction : R=recharge, MA=maintien des niveaux, DR=contribution aux rivières, A=alimenté par l'aquifère, DB=maintien des débits de base

*** Localisation (sur la zone du Chêne) : 1 = amont, 2 = intermédiaire, 3 = aval

4 Perspectives

Il est important de rappeler ici que les résultats présentés dans ce rapport doivent être considérés à titre indicatif seulement de la capacité des approches testées à caractériser les milieux humides et des fonctions hydrologiques de ceux-ci. Ces résultats ne doivent pas être utilisés à des fins de prise de décision.

Au cours de l'année 2015 et 2016, l'ensemble des données récoltées sera analysé. Ces analyses permettront d'approfondir les connaissances sur les fonctions hydriques des complexes tourbeux de la région de la zone du Chêne. Des travaux complémentaires seront réalisés pour adapter une méthode de caractérisation fonctionnelle s'inspirant de la méthode OWES pour la caractérisation des fonctions biologiques et de la méthode WESP pour la caractérisation des fonctions hydriques des différents milieux humides. Un travail important sera requis pour arrimer les fonctions hydrogéologiques des complexes tourbeux, les données hydrogéologiques disponibles suite aux travaux de terrain réalisés dans le cadre des projets PACES, de même que les travaux de terrain sur les milieux humides réalisés dans la thèse de Marc-André Bourgault.

5 Références

Adamus, P. 2013a. Manual for Wetland Ecosystem Services Protocol for Southeast Alaska (WESPAK-SE) Prepared for Southeast Alaska Land Trust and US Fish & Wildlife Service, Juneau, AK. 146 p.

Adamus, P. 2013b. Wetland Ecosystem Services Protocol for Southern Alberta (WESPAB). Prepared for Alberta Environment and Sustainable Resource Development, Government of Alberta, Edmonton, AB. 34 p.

Adamus, P. 2013c. Wetland Ecosystem Services Protocol (WESP) workshop for Nova Scotia Environment, August 13-15, Halifax, Nova Scotia, 65 p.

Adamus, P. 2011. Manual for the Wetland Ecosystem Services Protocol for the United States (WESPUS), Adamus Resource Assessment Inc, 57 p.

Boucher, P. 2012. Réalisation d'un outil d'identification des milieux humides de la zone du Chêne (Québec) – Rapport de stage. Organisme de Bassins Versants de la zone du Chêne, 52 p.

Canards illimités Canada (CIC). 2006. Plan régional de conservation des milieux humides et de leurs terres hautes adjacentes de la région administrative de la Chaudière-Appalaches, 90 p.

Falardeau I., C. Villeneuve et L. Cournoyer. 2009. Plan de gestion des milieux humides de la MRC de Lotbinière – Rapport méthodologique de la cartographie de base des milieux humides du territoire de la MRC et du bassin versant de la rivière du Chêne, 40 p.

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. Centre de recherche sur les terres humides, Université de Waterloo. Waterloo. Ontario. 68 p.

MRC de Lotbinière. 2005. Schéma d'aménagement et de développement révisé de la MRC de Lotbinière-SADR2- 22 février 2005. Tomes I, II & III. 244 p.

Ontario Ministry of Natural Resources. 2013. Ontario Wetland Evaluation System-Southern Manual, 3rd Edition Version 3.2, 284 p.

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 final. Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, 104 p.

Reddy, R.K. et R.D. DeLaune. 2008 Biogeochemistry of Wetlands. CRC Press, 800 p.