

2016

# Évaluation des herbiers du lac Massawippi

*Ensemble pour la santé du lac*



## Équipe de travail

---

Coordination :

Michèle Gérin  
*Directrice générale*

Louis-Joseph Blais  
*Biologiste*

Terrain :

Christophe Anderson  
*Étudiant en techniques de bioécologie*

Kevin Cloutier  
*Biologiste*

Rédaction :

Louis-Joseph Blais  
*Biologiste*

Christophe Anderson  
*Étudiant en techniques de bioécologie*

Kevin Cloutier  
*Biologiste*

---

## Table des matières

---

<b>Résumé</b> .....	iv
<b>Introduction</b> .....	1
Conséquences de la prolifération des herbiers aquatiques.....	1
Envahissement du plan d'eau par une espèce exotique envahissante; le myriophylle à épis (mettre photos) ..	3
Le cas du lac Massawippi .....	4
<b>Localisation du site d'étude</b> .....	5
<b>Matériel et méthode</b> .....	7
<b>Résultats</b> .....	8
Superficie des herbiers.....	8
Composition et abondance spécifique .....	11
<b>Discussion</b> .....	19
Localisation et composition des herbiers.....	19
Localisation et évolution dans la surface occupée par les herbiers .....	19
Composition général des herbiers aquatiques.....	19
Évolution géographique de la composition des herbiers aquatiques .....	20
L'invasion du lac Massawippi par le myriophylle à épi .....	20
Mesures de prévention et de contrôle .....	21
Volet amélioration des connaissances .....	21
Limitation de la propagation.....	22
Mesures pour éviter l'arrivée de nouvelles espèces envahissantes.....	23
<b>Conclusion</b> .....	24
<b>Références</b> .....	25
<b>Annexes</b> .....	26

## Liste des tableaux

---

Tableau 1. Explication des différents choix de densités des herbiers en fonction du nombre de tiges par mètre carré .....	8
Tableau 2. Superficie et proportion occupées par les herbiers aquatiques des différentes baies du lac Massawippi en été 2015.....	9
Tableau 3. Liste des espèces recensés au lac Massawippi à l'été 2015 .....	11
Tableau 4. Détails des espèces dominantes dans les placettes inventoriées des herbiers du Lac Massawippi en 2015 .....	15
Tableau 5. Détails des espèces codominantes du lac Massawippi en 2015 .....	15
Tableau 6. Représentation des espèces en dominance dans les placettes mono-spécifiques .....	16

Tableau 7. Représentation de la densité de tiges dans les placettes dominées par le myriophylle à épi.....	17
--	----

## Liste des figures

Figure 1: Situation géographique et localisation des différents emplacements de référence du Lac Massawippi	6
Figure 2. Exemple des transects aléatoires (APEL 2013).....	7
Figure 3. Aires des herbiers du Lac Massawippi en 2015 .....	10
Figure 4. Recouvrement moyen des espèces retrouvé au lac Massawippi.....	13
Figure 5. Recouvrement du myriophylle à épi au lac Massawippi en 2015 .....	14
Figure 6. Répartition de la densité des tiges des placettes dominées par le myriophylle à épi au lac Massawippi en 2015.....	18

## Liste des annexes

Annexe A. Espèces recensées par le RAPPEL en 2005 (RAPPEL, 2006) .....	26
Annexe B. Changements dans la répartition des espèces exotiques envahissantes de la Pointe Turner et la baie Bacon .....	27
Annexe C. Localisation et recouvrement du myriophylle à épi en 2005 (RAPPEL, 2006).....	28

## Résumé

---

À l'été 2015, Bleu Massawippi a mené une étude portant sur les herbiers aquatiques au lac Massawippi afin d'évaluer la superficie des herbiers aquatiques et le niveau d'envahissement de deux espèces exotiques envahissantes présentes dans le lac, soit le myriophylle à épi et le potamot crispé. Cet inventaire fait suite à celui mené par le RAPPEL en 2005. Cependant, la méthode d'échantillonnage et de traitement des données utilisées dans le présent projet diffère quelque peu de celles utilisées par le RAPPEL (2005). Ces modifications permettront d'apporter une dimension spatiale aux résultats.

Au cours de l'inventaire de 2015, ce sont 741 placettes d'échantillonnage qui ont été inventoriées. La superficie en herbiers aquatiques en 2015 est estimée à 1,1 km<sup>2</sup>, ce qui représente 5,9 % de la superficie du lac. Le pourcentage de placettes dominées par le myriophylle à épi est passé de 33,6 % à 38,2 % entre 2005 et 2015 contrairement au potamot crispé dont la dominance des placettes est passée de 5,8 % à 0,8 %. De plus, le myriophylle à épi est maintenant présent dans toutes les baies du lac avec un degré d'abondance variant selon les secteurs.

Les données sur la répartition spatiale et l'abondance du myriophylle à épi montrent clairement sa dominance sur les herbiers aquatiques du lac et l'état avancé de son envahissement. Le degré d'envahissement de cette espèce dans le lac Massawippi et les faibles avancées en matière de contrôle ne permettent pas d'envisager l'éradication selon des efforts et des coûts réalistes tout en limitant les impacts sur l'écosystème. L'approche recommandée relative au myriophylle à épi serait plutôt d'améliorer davantage nos connaissances sur les habitats envahis et de limiter la propagation de l'espèce en plus de contrer l'arrivée de nouvelles espèces exotiques envahissantes.

## Introduction

---

La présence d'herbiers aquatiques est un phénomène naturel dont le degré d'abondance est inhérent à la géomorphologie du lac et de son bassin versant. Les macrophytes<sup>1</sup> occupent des fonctions primordiales dans la santé du lac comme la filtration de l'eau, la captation des nutriments et fournissent un habitat (abri, reproduction et nourriture) pour la faune aquatique. De plus, certaines plantes aquatiques stabilisent les sédiments des rives et du littoral grâce à leur système racinaire.

Cependant, les processus de vieillissement accélérés des lacs causent une augmentation de leur abondance dont les conséquences sont discutées plus en détail ci-dessous. Le phénomène de vieillissement des lacs se nomme l'eutrophisation et se produit naturellement sur une très longue période géologique. Par contre, le développement humain près des plans d'eau accélère ce phénomène et peut avoir de graves conséquences sur l'écosystème lacustre et sur les usages du lac. L'eutrophisation accélérée d'un plan d'eau est causée par une trop grande richesse en éléments nutritifs, principalement le phosphore, l'azote et le carbone. Ces nutriments se retrouvent notamment dans les engrais utilisés en agriculture, mais aussi dans les fertilisants à pelouse et installations septiques non conformes. L'épandage de ces engrais cause inexorablement des excédents qui ne sont pas assimilés par la végétation terrestre. Lors de pluie, les nutriments excédentaires sont lessivés par les eaux de surface pour ensuite aboutir dans les tributaires du lac qui se déversent dans ce dernier. L'abondance de phosphore résultant des activités humaines contribue particulièrement à la prolifération des herbiers aquatiques et des algues puisque sa disponibilité est limitée en conditions naturelles. Ainsi, l'abondance des plantes aquatiques est considérée comme un indicateur biologique de la qualité de l'eau, car leur densité et leur diversité sont relatives en fonction du niveau trophique<sup>2</sup> du lac.

## Conséquences de la prolifération des herbiers aquatiques

---

<sup>1</sup> Macrophyte : Végétation aquatique macroscopique, comprends les plantes aquatiques et les algues macroscopiques (Wetzel 2001).

<sup>2</sup> Niveau trophique : Classification d'un lac selon son stade dans le processus d'eutrophisation

L'augmentation de l'abondance d'herbiers aquatiques a plusieurs effets sur la physico-chimie, la communauté biotique<sup>3</sup> et les activités humaines sur le plan d'eau. Les effets possibles sur le milieu sont nombreux et les processus peuvent être complexes. Ainsi, ils seront expliqués brièvement. La prolifération des herbiers aquatiques engendre des modifications des paramètres physiques tels que l'atténuation de la lumière, l'augmentation de la température de l'eau, le ralentissement de l'écoulement de l'eau et la modification du substrat. Conséquemment, la modification de ces paramètres aura des effets sur la compétition interspécifique, la richesse spécifique<sup>4</sup>, le métabolisme des organismes, le niveau de l'eau, le type de substrat benthique et la reproduction de certaines espèces de poissons (Peltre et *coll.* 2002).

L'impact le plus important au niveau de la chimie du lac est la modification du cycle journalier de l'oxygène dissout. Une forte présence d'organismes photosynthétiques cause une augmentation de l'oxygène libérée dans l'eau lors de la journée, mais augmente la consommation d'oxygène durant la nuit. Cette modification de l'amplitude de l'oxygène dissout a des conséquences importantes sur la faune aquatique qui dépend de la présence de cet élément (Peltre et *coll.* 2002).

Plusieurs groupes de la communauté aquatique sont affectés par l'augmentation de l'abondance des plantes aquatiques tels les bactéries, le périphyton<sup>5</sup>, le plancton, les invertébrés benthiques et les poissons (Peltre et *coll.* 2002). L'augmentation de l'abondance des herbiers aquatiques peut avoir aussi bien des effets positifs que négatifs sur les populations de la communauté aquatique. Dans tous les cas, la prolifération des herbiers aquatiques cause des perturbations du réseau trophique<sup>6</sup> qui affectent l'intégrité biologique et écologique du lac.

Une augmentation de l'abondance de macrophytes dans un plan d'eau amène plusieurs conséquences directes et indirectes aux usagers de l'eau. Ce phénomène peut gêner directement certains usages récréatifs d'un plan d'eau et par conséquent avoir des répercussions économiques pour la région. La navigation, la pêche et la baignade sont des activités récréatives pouvant être

---

<sup>3</sup> Communauté biotique : Ensemble des organismes vivants appartenant à plusieurs espèces.

<sup>4</sup> Spécifique : Le terme « spécifique » réfère à l'adjectif d'« espèce » ainsi on parle de richesse en espèce ce qui correspond au nombre d'espèce composants le milieu.

<sup>5</sup> Périphyton : Communauté de microorganismes qui croît sur un substrat (Wetzel 2001)

<sup>6</sup> Réseau trophique : Ensemble de chaînes alimentaires reliées entre elles dans un écosystème par lequel l'énergie et la matière sont transférées.

affectées par les herbiers aquatiques envahissants (Lavoie 2010). Conséquemment, la prolifération des macrophytes peut entraîner une dévaluation économique des propriétés riveraines (Lavoie 2010).

### Envahissement du plan d'eau par une espèce exotique envahissante: le myriophylle à épis

Depuis quelques années, la présence du myriophylle à épi a été confirmée dans plusieurs lacs au Québec. Cette plante est originaire de l'Eurasie et de l'Afrique du Nord et a été introduite en Amérique du Nord aux alentours de 1940 dans la région de Washington D.C. (Arsenault et Légaré 2000).

Le myriophylle à épi est une plante submergée qui peut croître à une profondeur variant de 1 à 10 mètres selon le degré de pénétration de lumière dans l'eau. La température de l'eau optimale pour la croissance est située entre 30°C et 35 °C et la croissance débute au printemps lorsque la température atteint 15 °C. On retrouve habituellement cette plante dans les lacs au niveau trophique moyen et élevé, mais peut aussi bien être présente dans les plans d'eau plus pauvres en nutriments (Auger, 2006). Cette plante est très invasive dû au nombre peu élevé, voir une absence de prédateurs, ainsi que par sa capacité de reproduction très efficace. En fait, celle-ci peut se reproduire de quatre façons différentes; par la production de graine, par la formation de bulbille (détachement d'un bourgeon modifié capable de former un nouveau plant), par drageonnement (émergence de nouvelles tiges par les racines) et par la fragmentation de la tige (Arsenault et Légaré 2000). Cette dernière est l'aspect le plus problématique puisque la présence des bateaux à moteur profite à la prolifération de l'espèce par la coupe des tiges par les hélices et augmente ainsi sa capacité de dispersion et d'implantation.

La prolifération du myriophylle à épi entraîne des conséquences similaires à celles observées par la prolifération des herbiers aquatiques indigènes (voir ci-haut). De plus, en envahissant le plan d'eau, le myriophylle diminue la diversité et l'abondance des macrophytes indigènes affectant ainsi la diversité et l'abondance de la faune invertébrée. En d'autres termes, la baisse considérable de la diversité végétale, résultante de l'envahissement par le myriophylle à épi, cause l'appauvrissement de la faune invertébrée et éventuellement la baisse de la qualité de la pêche



(Arsenault et Légaré 2000). Enfin, en raison de son caractère très envahissant, le myriophylle à épi porte atteinte aux utilisateurs du plan d'eau aux mêmes égards que les macrophytes en général, mais en accentue les effets négatifs.

## Le cas du lac Massawippi

Les caractéristiques géomorphologiques et anthropiques du lac Massawippi et de son bassin versant sont des facteurs favorables à l'eutrophisation de ce lac et donc, à la prolifération des herbiers aquatiques. En fait, le lac a été catégorisé comme mésotrophe<sup>7</sup> en 2006 et ce résultat s'explique par les apports élevés en sédiments, la présence de plantes aquatiques caractéristiques de ce stade trophique et les résultats des tests sur la qualité de l'eau (RAPPEL 2006).

Un inventaire des herbiers aquatiques au lac Massawippi a été réalisé en 2005 par le RAPPEL et a confirmé la présence de deux espèces aquatiques exotiques envahissantes, soient le myriophylle à épi et le potamot crispé. Cet inventaire a permis de localiser les zones peuplées de macrophytes et de noter leur densité et leur composition en espèce sans toutefois permettre d'évaluer leur superficie.

La caractérisation des herbiers aquatique à l'été 2015 a permis de mettre à jour la répartition, la densité et la composition spécifique des herbiers aquatiques en plus d'utiliser une méthodologie permettant d'évaluer leur superficie avec une précision raisonnable. Ainsi, l'évolution des paramètres des herbiers aquatiques pourra être suivie dans les années à venir avec une attention particulière au myriophylle à épi et au potamot crispé, mais aussi aux autres espèces exotiques envahissantes susceptibles de s'introduire dans le lac. Cette étude sera un outil de gestion permettant de prendre des décisions éclairées basées sur des données quantitatives des herbiers aquatiques.

---

<sup>7</sup> Mésotrophe correspond à un niveau d'eutrophisation moyen

## Localisation du site d'étude

---

Le lac Massawippi est situé dans la partie méridionale du Québec dans la région touristique des Cantons-de-l'Est, il se trouve à une vingtaine de kilomètres de la frontière avec les États-Unis (Figure 1). D'une superficie de 18,7 km<sup>2</sup> et d'une longueur de 14,5 km, ce lac est particulièrement long et peu large. Sa bathymétrie en fait un lac prisé pour la plongée et la pêche. Des fosses de 86 mètres de profondeur se trouvent au milieu du lac et sa profondeur moyenne est de 39 mètres. Cinq municipalités bordent le lac, toutes faisant partie de la MRC de Memphrémagog. Ayer's Cliff occupe la pointe sud du lac, l'ouest est entièrement bordé par la municipalité de Sainte-Catherine-de-Hatley. Au nord on retrouve North Hatley, au nord-est Canton-de-Hatley et à l'est Hatley. La saison touristique estivale augmente l'affluence de gens sur le lac et ses environs. Cela est notamment attribuable à la présence de chalets tout autour du lac, de nombreux campings de grande envergure se trouvant directement sur la rive, ainsi qu'une panoplie d'activités nautiques qu'il est possible d'exercer.

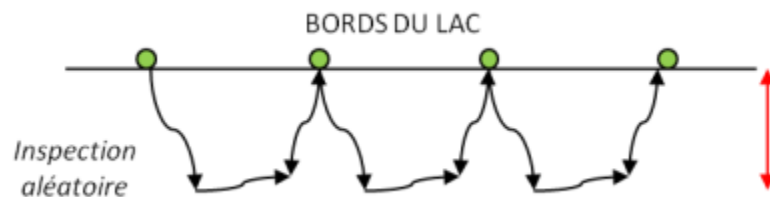
Le bassin versant comprend deux MRC, soit celle de Memphrémagog et celle de Coaticook. Les villes de Magog, Coaticook et Stanstead sont les plus importantes dans le bassin et sont principalement des villes avec une industrie agricole bien développée. Le bassin couvre une superficie de 620 km<sup>2</sup>, dont 90 km<sup>2</sup> sont dans l'état du Vermont. Son bassin versant inclut de nombreux ruisseaux et rivières dont le principal tributaire est la rivière Tomifobia qui se jette dans le lac au sud-est, à la pointe Turner. Le bassin versant de ce tributaire est de 430 km<sup>2</sup>. En aval, au nord du lac, l'émissaire est la rivière Massawippi, qui se jette elle-même dans la rivière Saint-François plus loin. Le débit de cette rivière est contrôlé par un barrage et, par conséquent, le niveau d'eau du lac est contrôlé.



## Matériel et méthode

L'évaluation des herbiers a été effectuée après le 15 juillet 2015 lorsque les plantes aquatiques sont généralement bien développées. De plus, les échantillonnages ont été effectués dans les journées ensoleillées et peu venteuses afin de faciliter la détection des plantes aquatiques submergées.

L'échantillonnage a été accompli en kayak, ce qui permet de traverser les herbiers sans problème, facilite l'identification et empêche d'arracher les plants et de les répandre dans le lac. La méthode d'évaluation consiste à parcourir de manière aléatoire toutes les rives jusqu'à environ 3 mètres de profondeur (Figure 2).



**Figure 2. Exemple des transects aléatoires (APEL 2013)<sup>8</sup>**

Ce protocole s'effectuait facilement à deux personnes, une personne qui contrôlait le kayak et un autre qui identifiait les plantes. Lorsqu'un herbier était rencontré, un point d'échantillonnage était pris au début et à la fin afin de délimiter la superficie des herbiers. De plus, des points d'échantillonnage aléatoires étaient faits à l'intérieur des limites des herbiers. À chacun des points d'échantillonnage qui consiste à un quadrat de un mètre carré, la composition et le recouvrement spécifique étaient notés. De plus, la densité des tiges (toutes espèces confondues) était évaluée qualitativement (très faible, faible moyen, fort et très fort) (Tableau 1).

<sup>8</sup> APEL (2013) Diagnose du lac Clément – 2012, Association pour la protection de l'environnement du lac Saint-Charles et des Marais du Nord, Québec, 73 pages plus annexes.

**Tableau 1. Explication des différents choix de densités des herbiers en fonction du nombre de tiges par mètre carré**

Catégorie	Nb.Tiges (m <sup>2</sup> )
Très faible	5 à 10
Faible	11 à 15
Moyenne	16 à 20
Forte	21 à 25
Très forte	26+

## Résultats

### Superficie des herbiers

Un des objectifs de l'inventaire des herbiers aquatiques du lac Massawippi consistait à localiser et évaluer la taille des herbiers. Ainsi, les résultats ont permis de conclure que près de 1,049 km<sup>2</sup> de la surface du Lac Massawippi était couverte de végétation aquatique à divers degrés (Figure 3). Cette superficie représente 5,61% des 18,7 km<sup>2</sup> du lac Massawippi (Tableau 2). On note une présence accrue des herbiers aquatiques dans le littoral est et vis-à-vis les villes d'Ayer's Cliff et North Hatley (Annexes B et C). La baie Bacon est la plus touchée par la présence des herbiers et représente à elle seule 20,25 % de la superficie occupée par ceux-ci. La deuxième baie avec le plus de recouvrement est la baie Murry avec 0.142 km<sup>2</sup> (13,54%).

Le côté ouest du lac est nettement moins touché, de la pointe Blueberry à la baie Baltimore aucun herbier important n'a été noté, seulement de petits endroits isolés. Ceci s'explique en partie par l'augmentation rapide de la profondeur du lac dans ces secteurs. Au contraire, le littoral est est moins profond sur une distance de la rive plus élevée et la présence d'herbiers y est beaucoup plus marquée.

Il est important de noter que le recouvrement évalué dans les environs de l'exutoire du lac à North Hatley n'a pas pu être déterminé avec précision. Cela s'explique par la turbidité ainsi que le niveau élevé de l'eau qui n'ont pas permis de réaliser un inventaire précis. Aussi, les herbiers de la rivière



Massawippi au niveau de North Hatley ont été inventoriés, mais exclus de l'analyse compte tenu de leur localisation à l'extérieur du lac.

**Tableau 2. Superficie et proportion occupées par les herbiers aquatiques des différentes baies du lac Massawippi en été 2015**

Localisation	Surface (km <sup>2</sup> )	Proportion du lac (%)	Proportion des herbiers (%)
Anse Ripplecove	0,002	0,01%	0,19%
Baie Bacon	0,212	1,14%	20,25%
Baie Baltimore	0,009	0,05%	0,82%
Butternut Flat	0,013	0,07%	1,23%
Baie Cross	0,037	0,20%	3,56%
Cross-McConnell	0,028	0,15%	2,64%
Hatley	0,122	0,65%	11,61%
Baie Kate	0,005	0,03%	0,49%
Baie McConnell	0,045	0,24%	4,29%
Baie Morse	0,059	0,32%	5,64%
Baie Murry	0,142	0,76%	13,54%
North Hatley	0,090	0,48%	8,56%
Baie Perkins	0,013	0,07%	1,28%
Pointe Abott	0,003	0,02%	0,30%
Pointe Blueberry	0,001	0,01%	0,12%
Pointe Murry	0,032	0,17%	3,05%
Pointe Sunset	0,008	0,04%	0,76%
Pointe Turner	0,033	0,18%	3,14%
Baie Ronde	0,030	0,16%	2,91%
Secteur N-O	0,038	0,20%	3,59%
Baie Slack	0,018	0,10%	1,70%
Baie Turner	0,056	0,30%	5,35%
Baie Woodland	0,052	0,28%	4,98%
Total	1,049	5,61%	100,00%

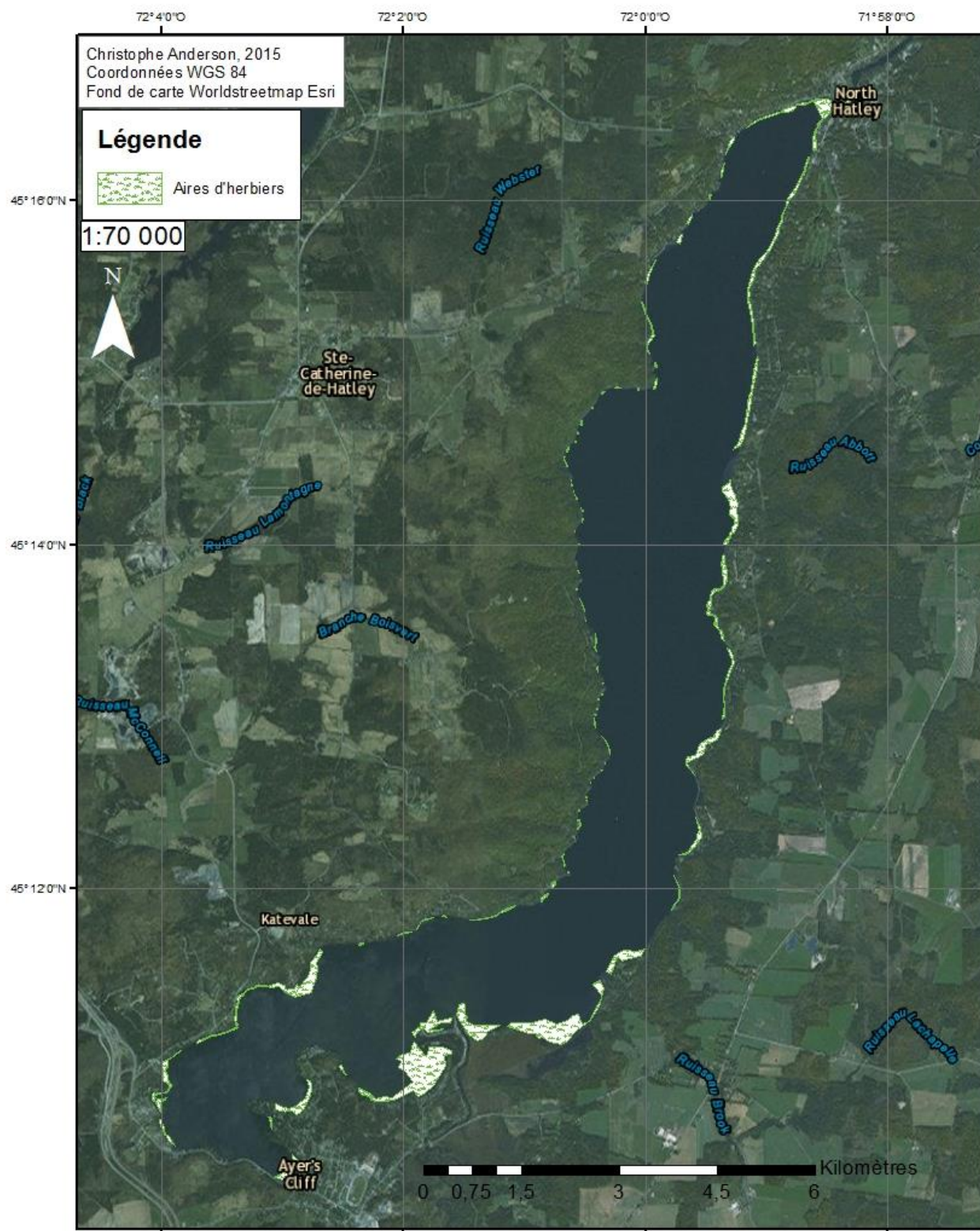


Figure 3. Aires des herbiers du lac Massawippi en 2015

## Composition et abondance spécifique

Les travaux de l'été 2015 ont été faits sur 741 quadrats couvrant les différentes baies du lac Massawippi. Ce sont 20 différentes espèces qui ont été identifiées (Tableau 3). La composition en espèce est semblable à la liste établie par le RAPPEL en 2005 (Annexe A). Certaines nouvelles espèces ont tout de même été notées, dont la brasénie de Schreber, la sagittaire à larges feuilles ainsi qu'une présence de scirpe sp. Ces trois espèces n'ont toutefois pas été aperçues en grande quantité. De plus, quatre espèces présentes en 2005 n'ont pas été identifiées lors du suivi de 2015, soit le myriophylle grêle, le myriophylle à feuilles alternes, le potamot feuillé et le potamot à long pédoncule. Compte tenu de la portée du travail et des difficultés à l'identification, les algues *Chara* et *Nitella* ont été regroupées.

Tableau 3. Liste des espèces recensées au lac Massawippi à l'été 2015

Nom commun	Nom latin
Brasénie de Schreber	<i>Brasenia schreberi</i>
Algues ( <i>Chara</i> sp. ou <i>Nitella</i> sp.)	<i>Chara</i> sp. et <i>Nitella</i> sp.
Élodée de Nuttall	<i>Elodea nuttallii</i>
Élodée du Canada	<i>Elodea canadensis</i>
Grand nénuphar jaune	<i>Nuphar variegata</i>
Hétéranthère litigieuse	<i>Heteranthera dubia</i>
Myriophylle à épi	<i>Myriophyllum spicatum</i>
Naïade flexible	<i>Najas flexilis</i>
Potamot à larges feuilles	<i>Potamogeton amplifolius</i>
Potamot crispé	<i>Potamogeton crispus</i>
Potamot de l'Illinois	<i>Potamogeton illinoensis</i>
Potamot de Richardson	<i>Potamogeton richardsonii</i>
Potamot flottant	<i>Potamogeton natans</i>
Potamot gramineoïde	<i>Potamogeton gramineus</i>
Potamot nain	<i>Potamogeton pusillus</i>
Potamot perfolié	<i>Potamogeton perfoliatus</i>



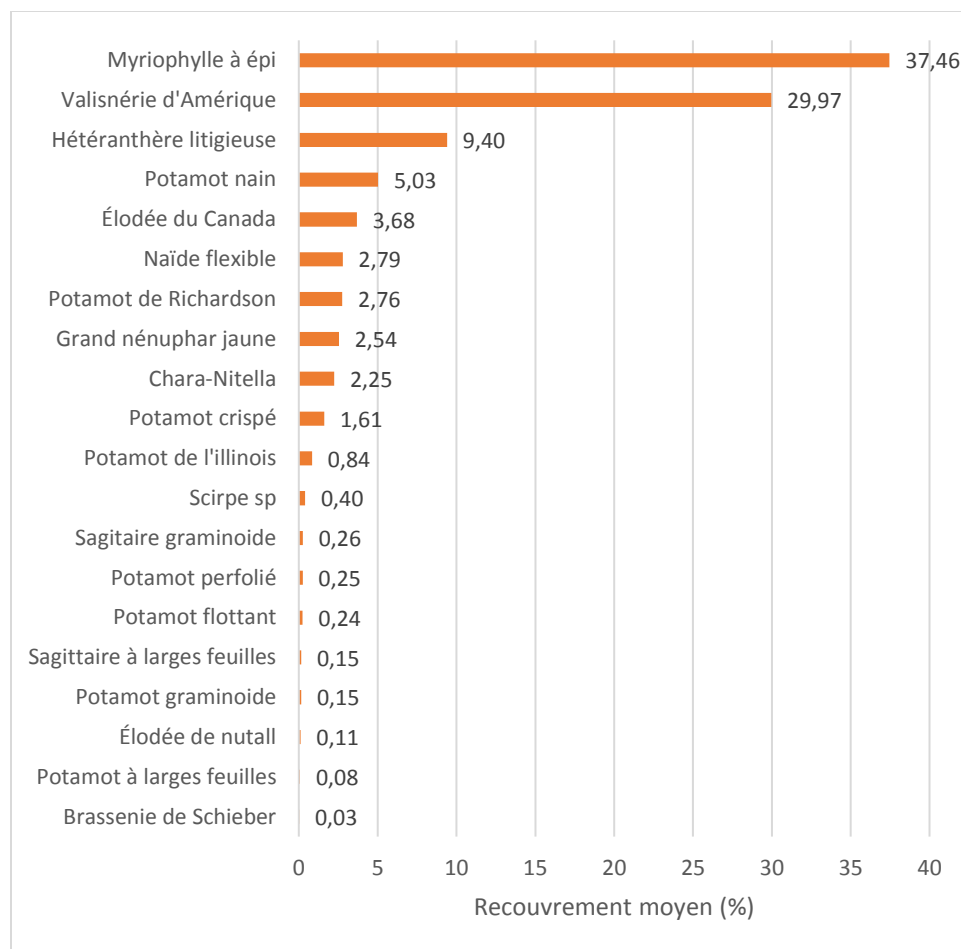
Sagittaire graminéoïde	<i>Sagittaria gramineus</i>
Sagittaire à larges feuilles	<i>Sagittaria latifolia</i>
Scirpe sp.	<i>Scirpus sp.</i>
Vallisnérie d'Amérique	<i>Vallisneria americana</i>

Le calcul du recouvrement moyen spécifique des herbiers<sup>9</sup> à l'intérieur des quadrats montre la dominance du myriophylle à épi (37,46 %) et de la vallisnérie d'Amérique (29,97 %) tandis que 10 espèces ont un recouvrement moyen de moins de 1% (Figure 4). Le recouvrement moyen du potamot crispé est de 1,61 % (Figure 4). Le myriophylle à épi a un recouvrement de plus de 50% dans 283 des 741 placettes et occupe toutes les zones du lac avec un degré de recouvrement variable (Figure 5). Le myriophylle à épi et la vallisnérie d'Amérique sont les deux espèces à l'occurrence de dominance les plus élevées (respectivement 38,19 % et 33,74%) (Tableau 4). En outre, seulement 0,81% des placettes sont dominées par le potamot crispé.

Pour ce qui est de la codominance, 24,83% des placettes ne possédaient aucune espèce codominante, c'est à dire que ces placettes étaient dominées que par une seule espèce (Tableau 5). De ces placettes mono-spécifiques, la moitié de celle-ci sont dominées par le myriophylle à épi (52,17%) et près du cinquième par la vallisnérie d'Amérique (19,57%) (Tableau 6).

---

<sup>9</sup> Le recouvrement moyen spécifique des herbiers : Moyenne du pourcentage de recouvrement d'une espèce donnée de la surface occupée par les macrophytes pour l'ensemble des placettes inventoriées.



**Figure 4. Recouvrement moyen des espèces retrouvé au lac Massawippi**



**Tableau 4. Détails des espèces dominantes dans les placettes inventoriées des herbiers du lac Massawippi en 2015**

<b>Espèce</b>	<b>Nombre de placettes</b>	<b>Fréquence relative</b>
Myriophylle à épi	283	38,19%
Vallisnérie d'Amérique	250	33,74%
Hétéranthère litigieuse	61	8,23%
Potamot nain	44	5,94%
Grand nénuphar jaune	21	2,83%
Élodée du Canada	19	2,56%
Potamot de Richardson	19	2,56%
Naïade flexible	15	2,02%
Algue du genre <i>Chara</i>	13	1,75%
Potamot crispé	6	0,81%
Scirpe sp.	3	0,40%
Potamot de l'Illinois	2	0,27%
Potamot flottant	2	0,27%
Potamot à larges feuilles	1	0,13%
Potamot graminioïde	1	0,13%
Sagittaire à larges feuilles	1	0,13%

**Tableau 5. Détails des espèces codominantes du lac Massawippi en 2015**

<b>Espèce</b>	<b>Nombre de placettes</b>	<b>Fréquence relative</b>
Aucune	184	24,83%
Myriophylle à épi	172	23,21%
Vallisnérie d'Amérique	152	20,51%
Hétéranthère litigieuse	76	10,26%
Élodée du Canada	41	5,53%

Naïade flexible	28	3,78%
Potamot crispé	24	3,24%
Algue du genre <i>Chara</i>	19	2,56%
Potamot de Richardson	16	2,16%
Potamot de l'Illinois	11	1,48%
Potamot perfolié	7	0,94%
Sagittaire graminioïde	4	0,54%
Potamot nain	3	0,40%
Brasénie de Schreber	1	0,13%
Grand nénuphar jaune	1	0,13%
Potamot flottant	1	0,13%
Potamot graminioïde	1	0,13%

Tableau 6. Représentation des espèces en dominance dans les placettes mono-spécifiques

Espèce	Nombre de placettes	Fréquence relative
Myriophylle à épi	96	52,17%
Valisnérie d'Amérique	36	19,57%
Potamot nain	14	7,61%
Hétéranthère litigieuse	13	7,07%
Grand nénuphar jaune	11	5,98%
Chara-Nitella	5	2,72%
Potamot de Richardson	3	1,63%
Scirpe sp	3	1,63%
Naïde flexible	1	0,54%
Potamot de l'illinois	1	0,54%
Sagittaire à larges feuilles	1	0,54%
Total	184	100,00%

La densité des tiges permet de valider la forte présence du myriophylle dans plusieurs secteurs du lac Massawippi. Dans la plupart des placettes dominées par le myriophylle à épi, la densité des tiges est de moyenne à forte (Tableau 7). Les densités élevées de myriophylle à épi sont rencontrées dans la plupart des secteurs du lac, mais l'abondance de ces placettes densément colonisées est variable selon les secteurs (Figure 6). Il est à noter que l'exutoire du lac n'a pas pu être évalué de façon précise à cause des conditions environnementales lors de l'inventaire.

**Tableau 7. Représentation de la densité de tiges dans les placettes dominées par le myriophylle à épi.**

<b>Classes de densité</b>	<b>Fréquence relative</b>
Très Faible	1,32%
Faible	11,45%
Moyenne	35,02%
Forte	41,63%
Très forte	10,57%



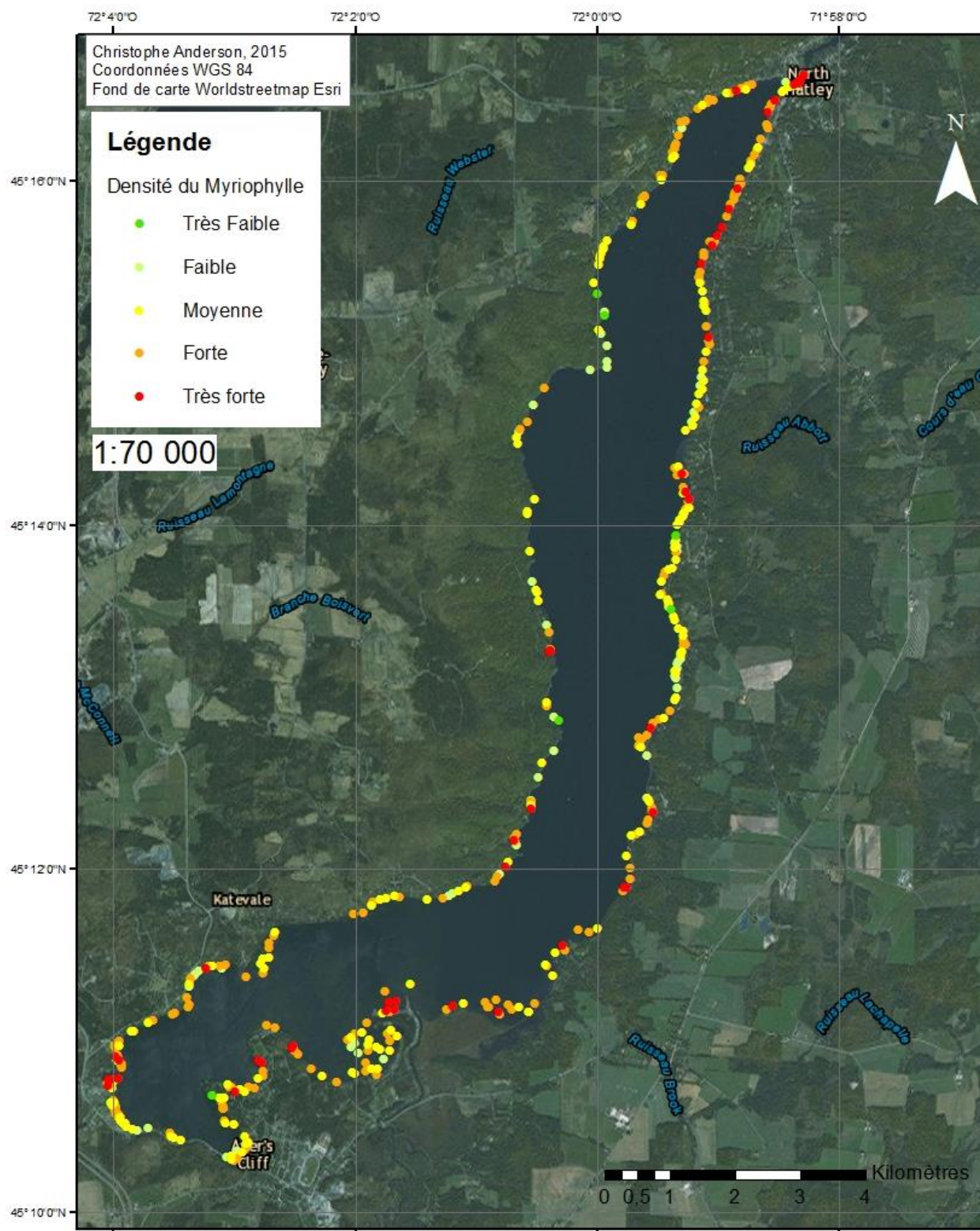


Figure 6. Répartition de la densité des tiges des placettes dominées par le myriophylle à épi au lac Massawippi en 2015

## Discussion

---

### Localisation et composition des herbiers

Étant donné les différences entre la forme des données collectées par le RAPPEL en 2005 et celles de Bleu Massawippi en 2015, il est difficile de tirer des conclusions précises sur l'évolution de la localisation et de la composition des herbiers aquatiques. Ainsi, des indicateurs de changements temporels pourraient être mieux exposés lors d'inventaires subséquents utilisant une méthodologie similaire à 2015.

#### Localisation et évolution dans la surface occupée par les herbiers

L'évolution de la surface occupée par les herbiers aquatiques n'a pu être évaluée dû à l'absence de données comparatives. De plus, il est difficile de comparer la localisation des herbiers avec les données du RAPPEL de 2006 dû aux différences des données collectées et la forme de celles-ci. En fait, la présentation de la carte de la répartition des herbiers produite par le RAPPEL en 2006 ne permet pas une comparaison précise. Cependant, certains changements semblent être survenus dans la localisation et l'étendue des herbiers. Ainsi, on remarque que dans la partie est de la baie Bacon, il y a une présence notable de plantes aquatiques contrairement à 2005 où il y avait une faible abondance (Annexe B). De plus, le même phénomène serait observé dans l'anse Ripplecove et la baie Cross.

#### Composition générale des herbiers aquatiques

La composition de la flore aquatique du lac Massawippi semble restée assez stable de 2005 à 2015 dans la mesure où les deux mêmes espèces sont les plus dominantes. Cependant, plusieurs petits changements semblent être survenus dans la composition et l'abondance des espèces. Néanmoins, la diversité en macrophytes du lac Massawippi témoigne de la richesse en habitats divers de ce lac. Il est primordial de vérifier, lors d'inventaire subséquents, l'intégralité de cette diversité en macrophytes, car celle-ci témoigne de l'équilibre de l'écosystème (Peltre et *coll.* 2002).

La présence du potamot crispé semble avoir diminué entre 2005 et 2015. En fait, le pourcentage de placettes dominées par cette espèce est passé de 5,8 % à 0,8 % et de 7,2 % à 3,2 % pour la codominance (Annexe A). Bien que l'espèce ne semble pas avoir régressé en termes de dominance



des placettes, il est important de suivre la présence de cette espèce envahissante dans les années à venir. Cette diminution en abondance du potamot crispé est peut-être le résultat de l'augmentation en abondance du myriophylle à épi qui tendrait à diminuer l'abondance du potamot par l'exclusion compétitive de celle-ci. En fait, on remarque dans le secteur de l'embouchure de la rivière Tomifobia que le recouvrement du myriophylle à épi a passablement augmenté de 2005 à 2015 tandis que la présence du potamot a diminué, il a même disparu de certaines zones (Annexe B).

### Évolution géographique de la composition des herbiers aquatiques

L'évolution de la composition spécifique des herbiers est difficile à analyser dû aux différentes méthodologies utilisées en 2005 et 2015. Cependant, il est notable que l'abondance de placettes dominées par les espèces de potamots autres que le potamot crispé semble avoir diminué considérablement dans certaines zones du lac. En fait, la cartographie fournie par le RAPPEL concernant les herbiers en 2005 montre plusieurs zones au niveau des baies Kate et Perkins dominées par les autres potamots qui ne le sont pas en 2015. Aucune tendance n'est remarquée pour les autres groupements d'espèces. Des conclusions plus claires au sujet de l'évolution de la composition des herbiers ne pourront être effectuées qu'avec un inventaire subséquent ayant une méthodologie similaire à l'inventaire de 2015.

### L'invasion du lac Massawippi par le myriophylle à épi

La compilation des différents paramètres observés lors de l'inventaire des herbiers à l'été 2015 démontre l'omniprésence du myriophylle à épi dans la plupart des herbiers du lac, et ce, en recouvrement et densité variables. Ce constat est préoccupant d'autant plus que le nombre de placettes où le myriophylle est dominant est en progression. Entre 2005 et 2015, le pourcentage des sites inventoriés dominés par le myriophylle est passé de 33,6 % à 38,2 % et de 22,7 à 23,2 pour la codominance (Annexe A). Cependant, peu d'affirmations peuvent être formellement confirmées au niveau de l'évolution de la répartition spatiale du myriophylle à épi dû aux différences dans la forme des données de 2005 et 2015. On remarque néanmoins que la présence de cette espèce semble s'être accrue dans le secteur de la baie Bacon et la zone située entre la pointe Rugg et la pointe Noire (Annexes B et C).

## Mesures de prévention et de contrôle

Les données sur la répartition spatiale et l'abondance du myriophylle montrent clairement sa dominance sur les herbiers aquatiques du lac et l'état avancé de la situation. La superficie du lac envahie et les avancées dans le contrôle de l'espèce ne permettent pas d'envisager l'éradication et même un contrôle significatif de l'envahissement du lac par cette espèce selon des efforts et des coûts réalistes tout en limitant les impacts sur l'écosystème. L'approche recommandée (ou préconisée) relative au myriophylle à épi serait plutôt d'améliorer davantage nos connaissances sur les habitats envahis et de limiter la propagation de l'espèce.

## Volet amélioration des connaissances

Afin d'orienter convenablement nos actions et le suivi de l'évolution de l'envahissement du myriophylle à épi, il serait important de délimiter les zones colonisables et les potentiels foyers de propagation.

La délimitation des zones potentiellement colonisables permettra de définir le degré d'envahissement de façon plus précise à savoir si tout l'habitat potentiellement disponible par le myriophylle est envahi. Des paramètres comme la profondeur de l'eau et la zone photique<sup>10</sup> pourraient être définis grâce à l'analyse des données existantes par l'utilisation d'un système d'information géographique. De plus, les paramètres biotiques relatifs à l'espèce en question, tel le substrat, pourraient être définis lors d'une campagne d'échantillonnage. Celle-ci pourrait très bien être effectuée en concomitance avec d'autres projets sur le lac.

La définition des foyers potentiels de propagation permettrait de situer nos actions afin de contrôler la population de myriophylle à épi. Bien que les techniques de contrôle actuelles ne permettent pas d'atteindre des résultats probants, dans le cas du lac Massawippi, il serait important de définir les foyers de propagation afin de pouvoir cibler les secteurs prioritaires advenant l'apparition d'une technique de contrôle plus efficace. Les données sur la densité prélevées cette année permettront de localiser ces zones, mais des paramètres tels que la fréquence de passage en bateau et la localisation par rapport au courant permettraient de catégoriser les zones en importance. La

---

<sup>10</sup> Zone photique : Zone de surface où la lumière permet la croissance des organismes photosynthétiques.

fréquence de passage en bateau et la position dans le courant affectent la propagation du myriophylle respectivement par le fractionnement des tiges et par la facilitation du transport des structures végétatives dans le lac.

### Limitation de la propagation

Certaines actions pourraient permettre de limiter la propagation du myriophylle à épi. Dans un contexte où son éradication est quasi-impossible, limiter sa propagation pourrait, du moins, réduire ses impacts sur la communauté aquatique ainsi que sur les usagers du lacs.

La pose de jute dans les foyers de propagation pourrait être la façon la plus efficace de ralentir l'envahissement du lac. Cependant, cette solution, même ciblée dans certaines zones, requiert des moyens financiers et de la main d'œuvre importants avec des résultats potentiels encore peu sûrs. Ainsi, les résultats des expérimentations sur d'autres plans d'eau tel que le lac Lovering sont nécessaires avant d'entreprendre un projet de cette envergure.

La communication auprès du public sur les zones envahies pourrait permettre d'éviter le passage des embarcations dans les zones touchées par le myriophylle à épi. Cela permettrait de limiter le fractionnement des tiges et même la contamination d'autres plans d'eau par la conscientisation de l'importance du nettoyage des embarcations lors de déplacement entre lacs. L'information au public pourrait très bien se faire par la mise en ligne d'une carte interactive sur la localisation des herbiers aquatiques ainsi que la distribution d'une carte aux usagers du lac.

La limitation des nutriments provenant du bassin versant du lac Massawippi pourrait aussi contribuer à limiter la propagation du myriophylle. Diverses actions telles que la réfection des fossés, le respect de la bande riveraine, l'utilisation des cultures de couvertures<sup>11</sup> et l'épandage adéquat des engrais agricoles devraient engendrer une limitation de l'extension et de la croissance des macrophytes. Cependant, ce facteur est secondaire dans le cas présent dû à la disponibilité en nutriments à même le lac.

---

<sup>11</sup> Cultures de couvertures : Culture au champ permettant de couvrir celui-ci pour lutter contre l'érosion, les mauvaises herbes et pour améliorer la structure du sol.

### Mesures pour éviter l'arrivée de nouvelles espèces envahissantes

La présence du myriophylle à épi apporte des conséquences négatives sur la communauté aquatique, mais aussi pour les usagers du lac et donc, il serait nécessaire de trouver des solutions concrètes pour éviter l'entrée dans le lac d'autres espèces envahissantes. On dénote selon le Conseil régional de l'environnement des Laurentides six espèces de macrophytes envahissantes au Québec et sept autres pouvant se retrouver dans nos plans d'eau dans l'avenir (CRE Laurentides 2015).

Les stations de lavage sont une méthode permettant d'empêcher l'introduction, la propagation d'espèces exotiques et envahissantes ou, du moins, d'en diminuer grandement les risques associés au vecteur principal que sont les embarcations de plaisance (CRRNT 2013). Ainsi, la sensibilisation du public au lavage des embarcations lors de déplacements inter-lacs est primordiale, mais pour contrer efficacement l'arrivée de ces espèces envahissantes, la mise en place d'une station de lavage obligatoire resterait la solution la plus effective.

## Conclusion

---

L'inventaire de 2015 a permis de localiser et de définir la composition des herbiers aquatiques du lac Massawippi tout en accordant une attention particulière au myriophylle à épi. Le suivi de la situation est primordial et la méthode choisie devra permettre la comparaison efficace des données avec celles prises en 2015.

Pour ce qui est de la situation du lac Massawippi face au myriophylle à épi, la superficie du lac et le degré d'envahissement de ce dernier ne permettent pas une solution d'éradication à court terme. Cependant, les informations acquises lors de cet inventaire permettront une meilleure prise de décision quant aux actions à entreprendre. Ainsi, les efforts devront être mis en place afin de limiter sa propagation en attendant l'accès à des techniques d'éradication convenables pour le cas du lac Massawippi. De plus, le constat par rapport au myriophylle permet une meilleure compréhension des plantes exotiques et envahissantes, et favorise ainsi la mise en place de structure limitante voir circonscrivant l'entrée d'une nouvelle espèce dans le lac. Il est important de se responsabiliser à l'effet de la présence d'espèces envahissantes dans le lac et d'adopter des mesures permettant d'éviter la contamination de plans d'eau voisins. Ainsi, la communication auprès du public, mais aussi la concentration de la circulation nautique vers une station de lavage obligatoire sont des actions qui pourraient permettre concrètement la limitation de la propagation du myriophylle à épi et des autres espèces exotiques et envahissantes.

## Références

---

- Arsenault, S. et Légaré S. 2000. L'envahissement de nos lacs par une espèce exotique : Le cas du Myriophylle à épi (*Myriophyllum spicatum*). Le naturaliste canadien. 124(1) : 39-43.
- Auger, I. 2006. Évaluation du risque de l'introduction du myriophylle à épis sur l'offre de pêche et la biodiversité des eaux à touladi. Revue de la littérature. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche sur la Faune, Québec. 88 p.
- Conférence régionale des élus de l'Abitibi-Témiscamingue (CRRNT). 2013. Contrôle des espèces aquatiques envahissantes par des stations de lavage de bateau. [En ligne]
- Conseil régional de l'environnement des Laurentides. 2015. Le myriophylle à épi dans les Laurentides - État de la situation et outils. 42 p.
- Lavoie, M. 2010. L'utilisation du charançon pour le contrôle biologique du myriophylle à épi. Université du Québec à Montréal. 75 p.
- Peltre, M.C., A. Dutartre, J. Barbe, J. Haury, S. Muller et M. Ollivier. 2002. Les proliférations aquatiques en France : Caractère biologiques et écologiques des principales espèces et milieux propices. II. Impact sur les écosystèmes et intérêt pour le contrôle des proliférations. Bull. Fr. Pêche Piscic. 366 (365): 259-280
- Regroupement des associations pour la protection de l'environnement des lacs et des cours d'eau de l'Estrie et du haut bassin versant de la rivière Saint-François (Rappel). 2006. Diagnostic environnemental global du bassin versant du lac Massawippi. 144p.
- Wetzel, R. G. 2001. Limnology: Lake and River Ecosystems. Elsevier, Boston, 1006 p.

## Annexes

### Annexe A. Espèces recensées par le RAPPEL en 2005 (RAPPEL, 2006)

Tableau 7 : Dominance des espèces de plantes aquatiques (1, 2 et 3 m confondus), 2005

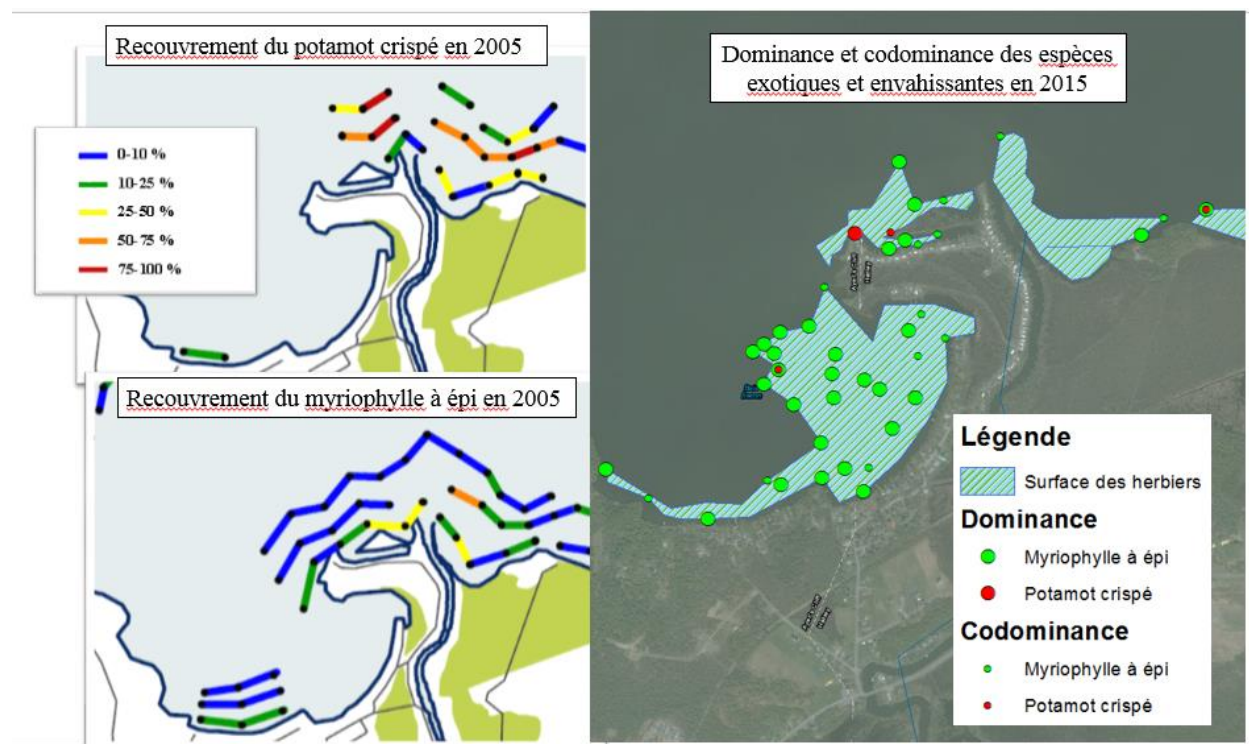
Espèces	% de transect				Niveau trophique	Espèce dominante en 1977
	Dom. 1	Dom.2	Dom.3	Total		
Myriophylle à épi	33,6	22,7	10,0	66,2	M / E	
Vallisnerie américaine	29,0	27,4	14,6	71,0	M / E	
Algues <i>Chara</i> et <i>Nitella</i>	10,5	4,5	8,1	23,1	M / E	
Potamot à longs pédoncules, de Richardson ou perfolié	10,2	10,4	9,5	30,2	ND	X
Potamot crispé	5,8	7,2	8,7	21,6	E	
Hétéranthère litigieuse	1,3	3,8	6,2	11,3	M / E	
Naias souple	1,3	2,0	2,5	5,8	M / E	X
Élodée du Canada	0,7	2,6	3,5	6,8	M / E	
Potamot graminioïde	0,3	0,4	0,9	1,6	M	
Potamots feuillé et nain	0,3	0,1	0,3	0,7	M / E	X
Myriophylle à fleurs alternes	0,3	0,0	0,6	0,9	O / M	
Sagittaire graminioïde	0,1	0,4	0,4	1,0	O	
Élodée de Nuttall	0,1	0,3	0,6	1,0	ND	
Nénuphar sp.	0,1	0,3	0,0	0,4	ND	X
Potamot de l'Illinois	0	0,4	1,4	1,9	ND	
Potamot à larges feuilles	0	0,3	0	0,3	M / E	X
Myriophylle grêle	0	0,1	0	0,1	O	
Nymphaea sp.	0	0	0,1	0,1	M / E	
Potamot flottant	0	0	0,1	0,1	ND	
Aucune macrophyte	6,2	17,0	32,6	55,8	-	

Légende : O = Oligotrophe M = mésotrophe E = eutrophe ND = non déterminé

Source niveau trophique : Meunier, 1980; Fleubec, 1987.

Source espèces dominantes en 1977 : MRN, 1978

**Annexe B. Changements dans la répartition des espèces exotiques envahissantes de la Pointe Turner et la baie Bacon**





Annexe C. Localisation et recouvrement du myriophylle à épi en 2005 (RAPPEL, 2006)

Figure 12 : Distribution du myriophylle à épi (*Myriophyllum spicatum*) dans la zone littorale étudiée en 2005 (1, 2 et 3 m)

