

Prévention et lutte contre le myriophylle à épis

Guide d'accompagnement – 2023



Référence à citer

Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs du Québec (2023). *Prévention et lutte contre le myriophylle à épis – Guide d'accompagnement*, Québec, 52 p.

Cette publication a été réalisée par la Direction de la protection des espèces et des milieux naturels de la Direction générale de la conservation de la biodiversité du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). Elle a été produite par la Direction des communications du MELCCFP.

Renseignements

Téléphone : 418 521-3830
1 800 561-1616 (sans frais)

Formulaire : www.environnement.gouv.qc.ca/formulaires/renseignements.asp

Internet : www.environnement.gouv.qc.ca

Photo de couverture : MELCCFP

Dépôt légal – 2023
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
ISBN 978-2-550-94931-2 (PDF)

Tous droits réservés pour tous les pays.
© Gouvernement du Québec, 2023

Coordination

Marie-Eve Tousignant, Direction de la protection des espèces et des milieux naturels (DPEMN), MELCCFP

Rédaction

Claude Lavoie, Centre de recherche en aménagement et développement, Université Laval (version originale)

Marie-Eve Tousignant, DPEMN, MELCCFP

Recherche documentaire

Elisabeth Groeneveld et Claude Lavoie, Centre de recherche en aménagement et développement, Université Laval

Comité-conseil – Révision scientifique

Francis Bourret, Service des territoires fauniques et des habitats, Direction de la conservation des habitats, des affaires législatives et des territoires fauniques, MELCCFP

Esther Déom, Action Lac Waterloo

Pierre-Étienne Drolet, Comité du bassin versant de la rivière du Lièvre

Vincent Gagné, Fyto

Jean-François Martel, RAPPEL – Coop de solidarité en protection de l'eau

Marie-Eve Tousignant, DPEMN, MELCCFP

Amélie Vaillancourt-Lacas, Municipalité La Minerve

Nous tenons à remercier les personnes suivantes pour leur aide et leurs commentaires pour l'élaboration du guide :

Yann Arlen-Pouliot, Sabrina Courant, Frédérick Létourneau et Véronique Thibault, DPEMN, MELCCFP

Lucie Baillon et Nathalie Lafontaine, Direction de l'aménagement et du milieu hydrique, Direction générale des politiques de l'eau, MELCCFP

Joanie Beauchemin et Catherine Léveillé, Direction régionale de l'analyse et de l'expertise de l'Estrie, MELCCFP

Sophie Benoit, Direction de la connaissance écologique, MELCCFP

Virginie Bolduc et Jean-Daniel Trottier, Pôle d'expertise des secteurs hydrique et naturel, Direction générale de l'analyse et de l'expertise régionales, MELCCFP

Sébastien Bourget et Manon Ouellet, Direction de la qualité des milieux aquatiques, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement, MELCCFP

Manon Desjardins et Isabelle Faucher, Division des pesticides, Direction des matières dangereuses et des pesticides, MELCCFP

Serge Drolet et Gabrielle Robert, Ville de Granby

Annick Drouin et Martin Laporte, Direction de la faune aquatique, MELCCFP

Raphaël Dubé, Fondation de la faune du Québec

Samuelle Durocher et Anne-Sophie Monat, Conseil régional en environnement des Laurentides

Marie-Andrée Fallu, Groupe de recherche interuniversitaire en limnologie

Henri Fournier, Diane Brien et Lucie Laliberté, Fédération québécoise de défense des lacs et cours d'eau

Marie-Josée Goulet, Direction de la gestion de la faune Estrie-Montréal-Montérégie-Laval, MELCCFP

Yves Grafteaux, Organisme de bassin versant du Témiscamingue, Regroupement des organismes de bassins versants du Québec

Jean-Frédéric Guay, Direction adjointe de la conservation des milieux humides, DPEMN, MELCCFP

Jérémy Isabelle et Philippe Pelletier, RAPPEL – Coop de solidarité en protection de l'eau

Méline Lalonde, Direction de la gestion de la faune de Lanaudière et des Laurentides, MELCCFP

Anabelle Martini, Union des municipalités du Québec

Résumé

Le myriophylle à épis est une plante aquatique originaire de l'Asie présente au Québec depuis au moins 1958. Il est aujourd'hui recensé dans plus de 200 lacs et rivières de la province. Le myriophylle à épis peut créer des herbiers très denses et atteindre la surface de l'eau grâce à ses longues tiges, lesquelles se fragmentent abondamment durant la saison estivale. Lorsque les fragments de tiges sont transportés par le courant ou les embarcations vers de nouveaux secteurs et de nouveaux plans d'eau, ils peuvent s'enraciner et former de nouveaux herbiers. Il s'agit du principal mode de propagation du myriophylle à épis. On connaît mal ses effets sur l'environnement, mais sa présence dans un plan d'eau peut notamment appauvrir la diversité de plantes aquatiques. Le myriophylle à épis peut aussi nuire à la pratique d'activités et, dans le cas d'infestations sévères, engendrer une dépréciation de la valeur des propriétés riveraines. Afin de limiter les impacts de cette plante exotique envahissante, il faut avant tout éviter qu'elle ne s'introduise dans de nouveaux plans d'eau. Procéder à l'inspection et au nettoyage des embarcations est le meilleur moyen d'y arriver. La sensibilisation des riverains et des utilisateurs de plans d'eau à cette pratique est donc très importante. Une stratégie de prévention implique également une surveillance afin de repérer de façon hâtive l'établissement du myriophylle à épis. Plus la détection de cette plante est rapide, plus les chances sont élevées qu'une intervention soit efficace et se fasse à moindre coût. Si le myriophylle à épis est peu abondant dans un plan d'eau, une lutte efficace peut être envisagée et doit être amorcée dans les meilleurs délais. Dans le cas contraire, c'est-à-dire si l'invasion est déjà bien avancée, il faut bien évaluer la pertinence d'intervenir et établir des objectifs réalistes. Il s'agit d'une entreprise complexe et coûteuse, aux résultats incertains. La lutte doit être soigneusement planifiée sur le long terme et un appui professionnel est recommandé. Le choix des herbiers à traiter et des méthodes de lutte à utiliser doit être étudié avec soin. Les méthodes de lutte recommandées contre le myriophylle à épis sont essentiellement la lutte mécanique par arrachage manuel et la lutte physique par bâchage, avec toile de fibre de verre ou toile de jute biodégradable. La lutte contre le myriophylle à épis ne doit pas être plus préjudiciable à la santé du plan d'eau et aux autres organismes qui y vivent que ce qu'engendre la présence de cette plante. Il faut tenir compte des lois et des règlements en vigueur; l'obtention d'autorisations est bien souvent nécessaire avant la réalisation d'une intervention.

Table des matières

Résumé	iv
Table des matières	v
Liste des tableaux	vii
Liste des figures	vii
Liste des encadrés	viii
Avant-propos	ix
1 Biologie et impacts du myriophylle à épis	1
1.1 Qu'est-ce que le myriophylle à épis?	1
1.2 À quoi ressemble-t-il?	1
1.3 Comment le distinguer des autres plantes?	2
1.4 Quel est son habitat?	3
1.5 Où se trouve-t-il au Québec?	5
1.6 Comment se propage-t-il?	6
Au sein d'un même lac : reproduction sexuée	6
Au sein d'un même lac : propagation végétative	6
D'un lac à un autre : naturellement	7
D'un lac à un autre : accidentellement	7
1.7 Quels sont ses impacts?	7
Sur l'eau	8
Sur la flore	8
Sur la faune	8
Sur les loisirs	9
Sur la valeur des propriétés	9
2 Prévenir l'introduction du myriophylle à épis	10
2.1 Prévenir coûte beaucoup moins cher que guérir	10
2.2 Quel est le risque d'introduction, puis d'envahissement?	10
2.3 Comment prévenir l'introduction?	11
Par l'information et la sensibilisation	11
Par l'inspection et le nettoyage des embarcations	13

Par la surveillance pour une détection précoce	15
3 Lutter contre une invasion de myriophylle à épis	16
3.1 Intervenir rapidement...	16
3.2 ...ou planifier minutieusement	16
Ne rien faire est une avenue	17
Une bonne stratégie de lutte	18
3.3 Quelle méthode de lutte choisir?	22
L'arrachage : fastidieux, mais efficace	22
Le bâchage : coûteux, mais permet de gagner du temps	24
Le bâchage avec toile de fibre de verre : une technologie éprouvée	25
Le bâchage avec toile de jute : pour les herbiers de grandes dimensions	28
Le faucardage : une solution pour préserver certains usages	31
L'herbicide : option limitée	33
Les méthodes non éprouvées	35
3.4 Aide à la décision	38
4 Réglementation en matière de lutte contre le myriophylle à épis	40
4.1 Loi sur la qualité de l'environnement	40
Contrôle manuel et bâchage	41
Gestion des résidus	41
Utilisation de pesticides	41
4.2 Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune	42
Règlement sur les habitats fauniques	42
5 Autres plantes aquatiques exotiques envahissantes	44
Notes et références bibliographiques	45

Liste des tableaux

Tableau 1. Synthèse des principales méthodes de lutte contre le myriophylle à épis __ 35

Liste des figures

Figure 1. Inflorescence du myriophylle à épis _____	2
Figure 2. Le myriophylle à épis et les principales espèces similaires _____	4
Figure 3. Répartition géographique des mentions de myriophylle à épis au Québec recensées depuis 1958 _____	5
Figure 4. Principaux éléments d'une stratégie de prévention _____	12
Figure 5. Effort d'arrachage et biomasse de myriophylle à épis retirée chaque année du lac Upper Saranac, à New York, aux États-Unis _____	24
Figure 6. Évolution des herbiers de myriophylle à épis au lac des Abénaquis de 2014 à 2021 _____	28
Figure 7. Évolution des herbiers de myriophylle à épis au lac O'Malley de 2010 à 2022 _____	31
Figure 8. Arbre décisionnel pour la lutte contre le myriophylle à épis en contexte législatif québécois _____	39

Liste des encadrés

UN MYRIOPHYLLE HYBRIDE _____	3
LES SEMENCES CONTRIBUENT-ELLES À LA PROPAGATION? _____	6
FRAGMENTATION NATURELLE OU D'ORIGINE HUMAINE? _____	7
UNE INFLUENCE SUR LA QUALITÉ DE L'EAU? _____	8
UNE NUISANCE POUR LA PÊCHE SPORTIVE? _____	9
EFFICACE, LE NETTOYAGE? _____	14
DÉTECTION DU MYRIOPHYLLE PAR L'ADN ENVIRONNEMENTAL _____	15
POURQUOI LE MYRIOPHYLLE À ÉPIS DÉCLINE-T-IL TOUT À COUP? _____	17
LUTTE INTENSIVE, MAIS AUSSI LUTTE DE MAINTENANCE _____	22
LOI ET RÈGLEMENTS EN MATIÈRE DE PLONGÉE _____	23
LES LACS GEORGE ET UPPER SARANAC : DES EXPÉRIENCES D'ARRACHAGE COLOSSALES _____	24
UN SEUIL POUR BÂCHER LES HERBIERS? _____	25
DOIT-ON NETTOYER SOUS L'EAU LES BARRIÈRES BENTHIQUES? _____	26
LE LAC DES ABÉNAQUIS : UNE EXPÉRIENCE DE BÂCHAGE UNIQUE EN AMÉRIQUE DU NORD _____	28
LE PROBLÈME DU LEST DES TOILES DE JUTE _____	30
LE LAC O'MALLEY : LE JUTE, JUSQU'AU BOUT _____	31
QUE FAIRE DE TOUTE CETTE BIOMASSE? _____	32
LE LAC BOIVIN : FAUCARDAGE MUNICIPAL _____	33

Avant-propos

Beaucoup d'associations de propriétaires riverains et de municipalités ont entrepris ces dernières années des campagnes pour lutter contre le myriophylle à épis. L'expertise en matière de lutte s'est peu à peu développée dans l'entreprise privée et dans des organisations à but non lucratif. Quelques initiatives ont connu un certain succès, mais elles ont souvent fonctionné par essais et erreurs, sans aucun protocole de suivi permettant d'évaluer adéquatement l'efficacité des procédures.

Les connaissances sur la biologie du myriophylle à épis et sur les méthodes de lutte ont beaucoup progressé depuis une décennie, au Québec comme ailleurs en Amérique du Nord. L'information qui est diffusée sur les sites Internet n'est malheureusement pas très à jour et véhicule souvent des propos erronés quant aux impacts du myriophylle à épis et à l'efficacité des différentes solutions au problème des invasions. On promet souvent des miracles... qui ne se produisent jamais, ou du moins qui ne sont pas durables. Il est néanmoins possible de se prémunir contre une invasion. Dans le cas du myriophylle à épis, tout comme pour les autres espèces exotiques envahissantes, il faut retenir que mieux vaut prévenir que guérir.

Le présent guide énonce les stratégies les plus efficaces en matière de prévention et de lutte contre le myriophylle à épis en contextes réglementaires canadien et québécois. Il est fondé sur les avancées scientifiques les plus récentes et dûment documentées ainsi que sur l'expérience pratique d'experts de la lutte opérationnelle. Le guide est conçu de manière à répondre, avec un langage clair et vulgarisé, aux différentes questions que l'on se pose en présence du myriophylle à épis. Il est destiné 1) aux citoyens et citoyennes membres d'associations de riverains qui désirent s'investir dans la prévention et la lutte, 2) aux gestionnaires municipaux qui prennent des initiatives ou à qui l'on demande d'appuyer des projets, 3) aux organismes responsables de la protection de l'environnement et aux entreprises qui mettront en œuvre ces projets, 4) aux professionnels qui doivent évaluer le bien-fondé des propositions de lutte afin de mieux les encadrer. C'est donc un guide d'accompagnement pour la prise de décisions. Ce n'est pas un guide technique qui fournit tous les détails opérationnels d'une lutte efficace – il existe d'autres outils et services professionnels en cette matière auxquels on pourra se référer.

Sauf indication contraire, le guide présente l'information à jour en date d'avril 2023.

1 Biologie et impacts du myriophylle à épis

1.1 Qu'est-ce que le myriophylle à épis?

Le myriophylle à épis (Eurasian Watermilfoil; *Myriophyllum spicatum*) est une plante vasculaire herbacée vivace de la famille des Haloragacées. Ce n'est donc pas une algue. Il s'agit d'une espèce exotique envahissante en Amérique du Nord. Le myriophylle à épis a été introduit aux États-Unis dans les années 1940 à partir de l'Asie (Chine, Corée du Sud), probablement comme plante d'aquarium. Il est de nos jours présent dans tous les États américains au sud du Canada, de même qu'en Colombie-Britannique, en Ontario, au Québec et au Nouveau-Brunswick. Sa présence sur le territoire québécois est connue depuis au moins 1958. Le myriophylle à épis colonise généralement les zones peu profondes des étangs, des lacs et des rivières où il peut former des herbiers très denses de plusieurs dizaines ou centaines de mètres carrés.



Herbier dense de myriophylle à épis (photographie : MELCCFP)

1.2 À quoi ressemble-t-il?

Un plant de myriophylle à épis est toujours enraciné dans les sédiments, quoique peu profondément. Ses **tiges** (longueur : jusqu'à 6 m) sont ramifiées. Elles se dressent à partir du sol jusqu'à ce qu'elles atteignent la surface de l'eau où elles poursuivent leur croissance en flottant. Les **feuilles** se répartissent généralement par groupes de quatre le long des tiges. Elles sont vertes et ont la forme d'une plume (18 à 32 mm sur 10 à 20 mm), qui compte chacune de 12 à 18 paires de segments (parfois de 10 à 24 paires). L'extrémité des feuilles est souvent tronquée, formant une ligne droite. Les **fleurs** sont très petites (< 1 mm) et blanches, verdâtres ou pourpres. Elles sont rassemblées en racèmes (grappes ou « épis ») qui émergent jusqu'à 15 cm au-dessus de la surface de l'eau (figure 1). La floraison du myriophylle à épis peut s'étendre de juin à octobre. Les **fruits** sont petits et globuleux¹.

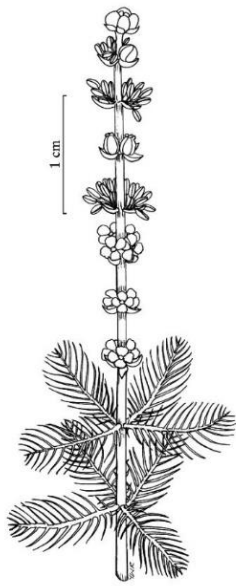


Figure 1. Inflorescence du myriophylle à épis

À gauche : Inflorescence et feuilles de myriophylle à épis (illustration : courtoisie Flora of North America Association, vol. 10, Yevonn Wilson-Ramsey). À droite : Inflorescences de myriophylle à épis émergeant de l'eau le 15 septembre 2022, dans la région de Québec. (Photographie : Charlotte Bergeron).

1.3 Comment le distinguer des autres plantes?

On trouve neuf espèces de myriophylle dans l'Est canadien. Le **nombre élevé de paires de segments (généralement de 12 à 18 et aussi appelées folioles) chez le myriophylle à épis** est un assez bon critère pour identifier cette espèce (figure 2). Les myriophylles nord-américains (indigènes) les plus communs au Québec ont généralement moins de paires de segments. C'est notamment le cas du myriophylle à fleurs alternes (*M. alterniflorum* : de 3 à 8 paires), du myriophylle de Sibérie (*M. sibiricum* : de 3 à 9 paires, parfois jusqu'à 12) et du myriophylle verticillé (*M. verticillatum* : de 6 à 11 paires, parfois plus). Contrairement aux autres espèces de myriophylle, la distance moyenne entre les verticilles du myriophylle à épis est supérieure à un centimètre. Lorsqu'elles sont sorties hors de l'eau, les feuilles du myriophylle à épis sont flasques et ont l'apparence de plumes mouillées. Celles du myriophylle de Sibérie, espèce fréquemment observée dans les lacs, sont au contraire fermes et demeurent rigides, même hors de l'eau.

Au Québec, le myriophylle à épis est parfois confondu avec la cornifle nageante (*Ceratophyllum demersum*), une espèce aquatique indigène assez commune. Comme son nom l'indique, la cornifle nageante ne s'enracine pas et ses feuilles sont réunies par groupes de 3 à 11, ce qui lui donne une allure robuste, un peu comme une brosse à bouteille. Ses feuilles n'ont pas une forme de plume, elles sont plutôt divisées en fourches et portent de petites épines sur la marge. Les utriculaires (*Utricularia* spp.) possèdent des feuilles subdivisées de façon irrégulière rappelant des racines ou les branches d'un arbre. Des utricules (petits réceptacles leur permettant d'attraper des invertébrés) peuvent être présents. L'élodée du Canada (*Elodea canadensis*), une autre espèce aquatique indigène très répandue, ressemble également au myriophylle à épis, mais ses feuilles sont entières, donc pas subdivisées en segments, et sont disposées en groupes de trois. Ses fleurs ne s'érigent pas au-dessus de la surface de l'eau.

UN MYRIOPHYLLE HYBRIDE

Le myriophylle à épis forme un hybride avec le myriophylle de Sibérie. Il est difficile d'identifier cet hybride avec certitude sans outils de génétique moléculaire, étant donné que sa morphologie chevauche celle de ses « parents ». Ses feuilles comportent généralement de 10 à 14 paires de segments, mais ce n'est pas un critère d'identification très fiable. L'hybride est présent en Ontario et au Québec, dans la région des Laurentides. Il est aussi, sinon plus envahissant que le myriophylle à épis, et on le gère donc de la même manière².

Pour en savoir plus :

- [Fiche d'identification du myriophylle à épis](#) – Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs du Québec (MELCCFP)
- [Clé d'identification des plantes aquatiques exotiques envahissantes et des plantes indigènes similaires](#) – MELCCFP
- [Vidéo sur l'identification du myriophylle à épis](#) – Conseil régional de l'environnement des Laurentides

1.4 Quel est son habitat?

Le myriophylle à épis pousse surtout, mais pas exclusivement, dans les eaux mésotrophes et eutrophes assez riches en éléments nutritifs, claires ou turbides et au pH de préférence basique (> 7). Il peut également croître dans des eaux saumâtres puisqu'il tolère le sel. Il s'ancre généralement entre 1 et 4 m de profondeur, le plus souvent dans des sédiments minéraux fins contenant un peu de matière organique. On l'observe dans des lacs et des étangs, naturels comme artificiels, ainsi que dans des marais, des chenaux et les baies aux eaux calmes des rivières et du fleuve.

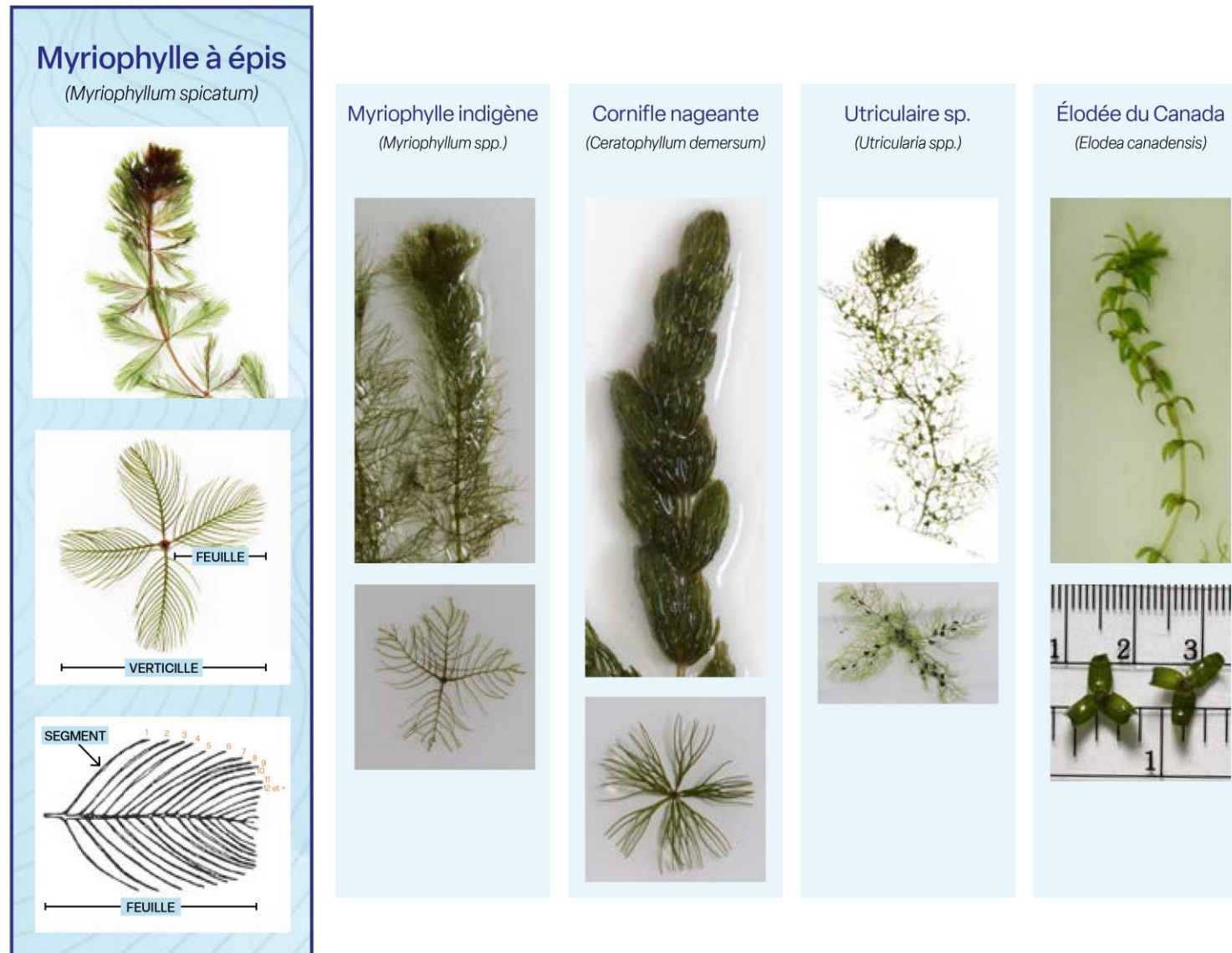


Figure 2. Le myriophylle à épis et les principales espèces similaires

1.5 Où se trouve-t-il au Québec?

La compilation d'avril 2023 du MELCCFP³ fait état de 184 lacs et 22 cours d'eau au Québec où il y a présence du myriophylle à épis (figure 3). Les régions les plus envahies sont celles de l'Estrie, des Laurentides et de l'Outaouais, c'est-à-dire là où les lacs avec villégiature sont nombreux et où la navigation de plaisance est plus intensive. Toutes les régions du Québec méridional, sauf la Gaspésie et le Saguenay–Lac-Saint-Jean, comptent au moins un plan d'eau dans lequel est présent le myriophylle à épis. La plante est toutefois beaucoup moins commune à l'est de la région de la Capitale-Nationale, sur la rive nord du fleuve Saint-Laurent et à l'est de l'Estrie, sur la rive sud.

Le myriophylle à épis a d'abord été observé au lac Saint-Pierre, dans le fleuve Saint-Laurent, en 1958. La plante s'est cantonnée au fleuve jusqu'à la fin des années 1960. Ce n'est que dans la décennie suivante qu'elle a été aperçue loin du fleuve, dans les lacs et les rivières de l'Estrie et de l'Outaouais (dès 1971) et des Laurentides (dès 1979). Le myriophylle à épis a surtout proliféré à partir de la décennie 1990, probablement une conséquence de la popularité grandissante des lacs pour la villégiature. La plante a été détectée une première fois en Abitibi en 2001 et au Bas-Saint-Laurent et en Côte-Nord en 2016⁴.

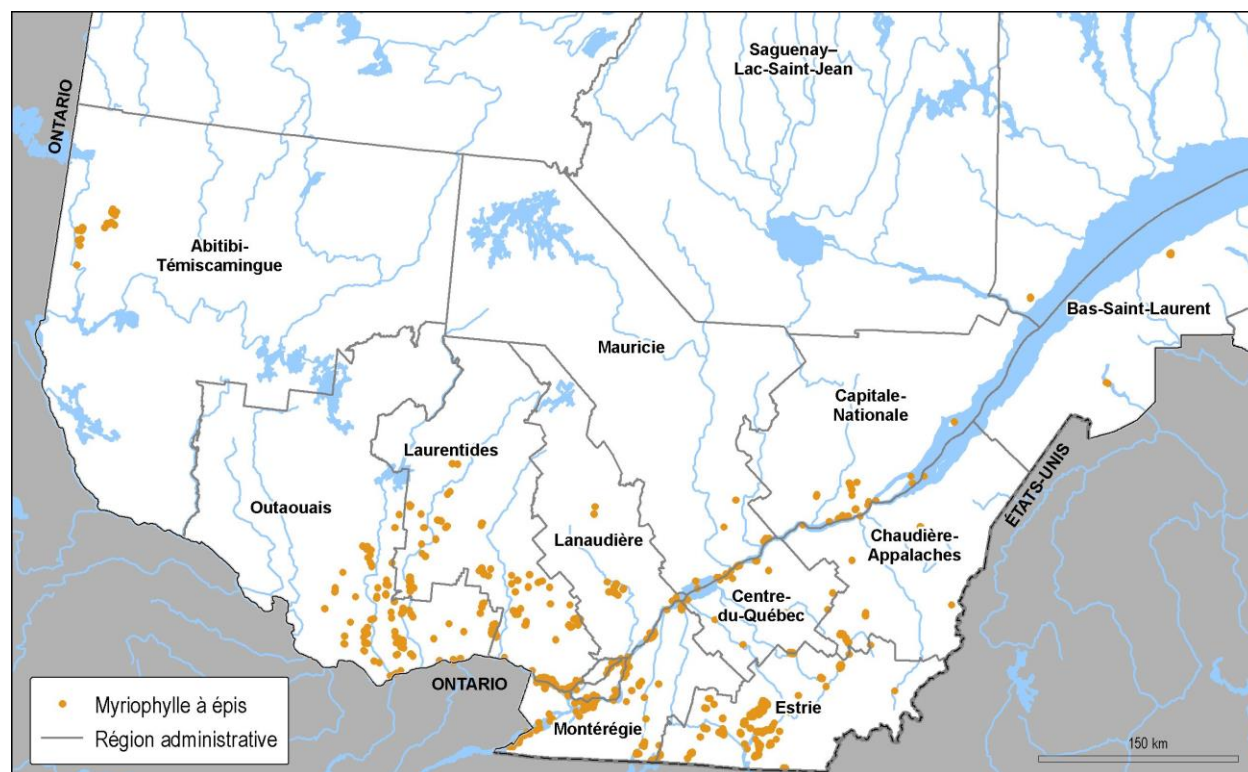


Figure 3. Répartition géographique des mentions de myriophylle à épis au Québec recensées depuis 1958

Compilation du MELCCFP (avril 2023) à partir des travaux de recensement de Jacob-Racine et Lavoie (2018)

1.6 Comment se propage-t-il?

Au sein d'un même lac : reproduction sexuée

Les fleurs du myriophylle à épis sont pollinisées grâce au vent. Une population peut produire une grande quantité de graines en un seul été, soit des millions par hectare d'herbier. Les fruits qui les contiennent, lorsqu'ils se détachent du plant, flottent quelques heures. Les graines peuvent survivre hors de l'eau plus de neuf mois. En théorie, les graines qui se déposeront en eau peu profonde (< 50 cm) germeront pour la plupart. À plus grande profondeur, très peu de graines germeront, faute de lumière.

LES SEMENCES CONTRIBUENT-ELLES À LA PROPAGATION?

On connaît fort peu de choses sur les semences de myriophylle à épis. Elles n'ont pas la réputation de propager la plante. Dans les faits, on ignore dans quelle mesure la reproduction sexuée contribue à la propagation, car les données concernant les semences sont issues de tests effectués en laboratoire. La plupart des chercheurs estiment que la contribution de la reproduction sexuée n'est pas très importante, notamment parce que la diversité génétique du myriophylle à épis dans un lac est très faible, avec un seul génotype. C'est là un indice que la plante se multiplie de manière clonale grâce à ses racines et aux fragments de ses tiges. Néanmoins, comme le myriophylle à épis forme un hybride avec le myriophylle de Sibérie, son pollen et ses ovules sont assurément fertiles⁵.

Au sein d'un même lac : propagation végétative

Les tiges de myriophylle à épis se fragmentent naturellement à partir de la mi-juillet, jusqu'en octobre. Les fragments peuvent aussi être créés par le passage d'une embarcation dans un herbier, particulièrement si l'embarcation est équipée d'un moteur à hélice. Les fragments flottent à la surface ou entre deux eaux, ce qui leur permet de se propager sur une certaine distance. S'ils demeurent dans l'eau et qu'ils se déposent sur un substrat favorable à leur enracinement, ils peuvent donner naissance à un nouvel herbier. C'est probablement surtout le cas des fragments qui ont développé des racines avant même leur séparation du plant mère, soit environ un fragment sur trois ou quatre. Les herbiers de myriophylle à épis s'étendent également de proche en proche à la surface des sédiments grâce à la croissance des racines qui génèrent à intervalles réguliers de nouvelles tiges. Cela contribue aussi à densifier localement le nombre de tiges. Au Québec, la densité peut atteindre de 80 à 130 tiges au mètre carré, mais on a déjà observé aux États-Unis des densités de 300 à 500 tiges au mètre carré dans le cas d'infestations sévères⁶.



Fragment de tige de myriophylle à épis, avec racines déjà formées, sur le point de se détacher de son plant mère (photographie : Vincent Gagné)

FRAGMENTATION NATURELLE OU D'ORIGINE HUMAINE?

Des bouées sont parfois installées autour des herbiers de myriophylle à épis pour avertir les plaisanciers de leur présence et, surtout, pour éviter que les embarcations ne fragmentent les tiges en y circulant. Ces bouées sont efficaces comme outils de sensibilisation, mais ne contribuent probablement pas à réduire de beaucoup la fragmentation. En effet, un vaste herbier dense de myriophylle à épis génère naturellement des fragments par milliers, de sorte que la contribution des embarcations à la fragmentation est sans doute marginale. Néanmoins, l'évitement des herbiers par les embarcations diminue le risque de transport de fragments vers un nouveau secteur ou un nouveau plan d'eau⁷.

D'un lac à un autre : naturellement

Les semences et les fragments de tiges de myriophylle à épis se disséminent le long d'un cours d'eau grâce au courant. Lorsqu'ils flottent dans un lac, ils sont aussi poussés par le vent. Est-ce à dire qu'ils peuvent voyager d'un lac à un autre via un ruisseau ou une rivière? C'est fort probable, mais cela n'a jamais été démontré. Il n'existe par ailleurs aucune preuve que la sauvagine (bernaches, canards, oies) puisse transporter d'un plan d'eau à un autre des fragments de tige ou des semences.

D'un lac à un autre : accidentellement

Même si cela n'a pas encore été formellement démontré, tout indique que les embarcations de plaisance sont les principales responsables de la dissémination du myriophylle à épis d'un plan d'eau à un autre. Des fragments de tiges peuvent s'accrocher à une embarcation ou à sa remorque au moment où elle est retirée de l'eau. Si ces équipements sont remis à l'eau dans un autre plan d'eau, les fragments peuvent se détacher, s'enraciner, puis générer une nouvelle colonie.

Les indices qui appuient cette hypothèse sont les suivants⁸ :

- Les fragments de tiges survivent de 3 à 18 heures hors de l'eau, et jusqu'à 48 heures s'ils forment un agglomérat humide, par exemple s'ils sont enroulés autour d'une hélice de moteur hors-bord.
- La présence du myriophylle à épis dans un lac est la plupart du temps détectée une première fois près d'une rampe de mise à l'eau pour embarcations ou dans une marina.
- Certains modèles statistiques montrent qu'un lac avec rampe de mise à l'eau publique a de 20 à 30 fois plus de chances d'avoir du myriophylle à épis qu'un plan d'eau qui n'en possède pas.
- Une vaste étude effectuée au Minnesota, aux États-Unis, a montré qu'un lac est connecté, par l'entremise du mouvement des embarcations et grâce au réseau routier, à 267 autres lacs en moyenne lors de chaque saison de navigation. Un lac qui contient au moins une espèce envahissante animale ou végétale est pour sa part connecté à 1 406 autres lacs, probablement parce que ce lac est généralement de plus grandes dimensions. Plus le lac est grand, plus il est visité par les plaisanciers et les pêcheurs sportifs, qui seront alors nombreux à se déplacer vers d'autres lacs avec des envahisseurs accrochés à leurs bateaux. Il n'existe pas de données de ce type pour le Québec, mais il est probable que la situation dans la province soit comparable à celle du Minnesota. Cet État possède de nombreux lacs et son climat est similaire à celui du Québec.

Les embarcations à moteur, par leurs dimensions et à cause de leurs remorques, sont les plus susceptibles de propager le myriophylle à épis. L'inspection et le nettoyage des embarcations sont donc des gestes importants à poser (voir la [section sur ce sujet](#) à la p. 13). Des observations anecdotiques suggèrent que les hydravions pourraient transporter des fragments de tiges, mais on ne sait pas si ce moyen de transport a déjà été à l'origine d'une introduction de myriophylle à épis, au Québec ou ailleurs en Amérique du Nord.

1.7 Quels sont ses impacts?

Les impacts du myriophylle à épis sont relativement peu étudiés. Certains effets fréquemment mentionnés n'ont jamais été démontrés de façon rigoureuse et demeurent à l'état d'hypothèses.

Sur l'eau

Grâce à ses racines, le myriophylle à épis puise dans les sédiments l'essentiel de l'azote et du phosphore dont il a besoin pour sa croissance. Dans les eaux eutrophes, il absorbe également avec ses tiges et ses feuilles les éléments nutritifs dissous. L'azote et le phosphore incorporés dans les tissus durant l'été sont relargués dans l'eau au cours de l'automne lorsque la plante se décompose⁹. De plus, comme chez toutes les plantes, le myriophylle à épis produit de l'oxygène durant la saison chaude. Ses tiges supportent aussi des algues qui produisent elles-mêmes de l'oxygène. L'eau peut donc se voir enrichie en oxygène dissous en présence de myriophylle à épis, en particulier près de la surface où les feuilles sont plus abondantes. Lorsque les herbiers se dégradent à l'automne, c'est l'inverse, puisque les bactéries qui effectuent le travail de décomposition consomment de l'oxygène. Si une grande quantité de tissus de myriophylle à épis se dépose à un endroit, l'eau peut, en profondeur, devenir moins bien oxygénée¹⁰. Enfin, il a été démontré à de multiples reprises en laboratoire que le myriophylle à épis libère, en se décomposant, des phénols et des acides gras toxiques pour les cyanobactéries. Il est toutefois improbable qu'en nature, la concentration de ces substances soit suffisante pour avoir un effet létal sur les cyanobactéries¹¹.

UNE INFLUENCE SUR LA QUALITÉ DE L'EAU?

Il faut être prudent avant de conclure que le myriophylle à épis est préjudiciable à la qualité de l'eau puisque les études sur le sujet sont relativement peu nombreuses et, dans la plupart des cas, assez anciennes. Il est difficile de distinguer l'effet de l'invasif des autres facteurs qui influent sur la qualité de l'eau d'un lac. Les effets du myriophylle à épis sont probablement plus importants dans les lacs de petites dimensions. Dans les lacs de grandes dimensions, de tels effets, s'ils existent, seraient locaux, c'est-à-dire qu'ils se feraient surtout sentir à l'emplacement même des herbiers, pourvu que ces derniers soient à la fois vastes et denses. Il n'est pas non plus certain que le myriophylle à épis dégrade la qualité d'un réservoir d'eau destinée à la consommation humaine. En fait, les plantes aquatiques sont souvent utilisées pour assainir les eaux usées, notamment dans les marais filtrants¹².

Sur la flore

Le myriophylle à épis occupe l'habitat de plusieurs plantes herbacées nord-américaines qui accomplissent leur cycle de vie sous la surface de l'eau. Il contribue donc à appauvrir la diversité végétale des plans d'eau. On observe d'ailleurs souvent, après l'élimination d'un herbier de myriophylle à épis, l'établissement rapide de certaines plantes, en particulier le potamogeton de Robbins (*Potamogeton robbinsii*)¹³. Les plantes indigènes peuvent parfois continuer de dominer les herbiers en place même si des plants de myriophylle à épis s'y installent. Il est aussi possible que le myriophylle à épis colonise des sites dépourvus de plantes et crée donc de nouveaux herbiers.

Sur la faune

De manière générale, on observe moins d'invertébrés sur le myriophylle à épis que sur les autres plantes aquatiques indigènes, mais cela peut varier beaucoup d'un site à un autre et selon le moment de l'année. Certaines espèces de poissons, en particulier de petite taille, profitent des herbiers de myriophylle à épis pour y trouver refuge, alors que d'autres les évitent, mais les connaissances sur le sujet sont très fragmentaires. Quelques invertébrés broutent le myriophylle à épis, malgré la haute teneur en phénol de ses tissus, mais la plante ne semble pas faire partie de la diète des poissons brouteurs nord-américains¹⁴.

Il est possible que l'effet du myriophylle à épis sur la faune aquatique diffère selon le système écologique dans lequel il s'insère. Dans un plan d'eau eutrophe ou mésotrophe où la végétation aquatique est naturellement présente, voire abondante, plusieurs espèces de poissons sont adaptées à ce milieu et peuvent donc s'habituer sans trop de difficultés à un changement dans la composition des herbiers. Dans un plan d'eau oligotrophe où il n'y a pas ou que peu de végétation aquatique, le développement d'herbiers de myriophylle à épis peut transformer la zone littorale et avoir un impact plus considérable sur l'écosystème, en favorisant certaines espèces de poissons au détriment d'autres, particulièrement celles qui se reproduisent sur un substrat minéral nu.

UNE NUISANCE POUR LA PÊCHE SPORTIVE?

On sait très peu de choses sur les effets du myriophylle à épis sur les poissons prisés des pêcheurs sportifs. Les impacts rapportés sont le plus souvent spéculatifs et concernent d'autres plantes aquatiques aux effets présumément comparables. Les herbiers de myriophylle à épis pourraient être bénéfiques pour certaines espèces de poissons en fournissant un habitat et un refuge contre les prédateurs. Ils pourraient en revanche être nuisibles à d'autres espèces s'ils colmatent leurs frayères ou s'ils font obstacle aux poissons carnivores en chasse. Enfin, pêcher à la ligne dans un herbier de myriophylle à épis n'est pas particulièrement agréable. De plus amples recherches sont nécessaires avant de pouvoir évaluer avec justesse le risque que représente une invasion de myriophylle à épis pour les poissons. Dans l'état actuel des connaissances, la présence de poissons sportifs dans un lac ne justifie pas à elle seule une intervention de lutte contre le myriophylle à épis, car les inconvénients de la lutte (perturbation de l'habitat) pourraient surpasser ses éventuels bénéfices.

Sur les loisirs

Les herbiers très denses de myriophylle à épis constituent une nuisance pour la navigation de plaisance lorsque les tiges parviennent à la surface. La mobilité des petites embarcations est réduite. Il est ardu de pagayer dans un herbier et les tiges de la plante peuvent s'enrouler autour des hélices de moteurs hors-bord. Nager dans un herbier est une expérience fort peu agréable, mais contrairement à la croyance répandue, on ne rapporte aucune noyade de baigneurs empêtrés dans des tiges (que de vagues soupçons), pas plus d'ailleurs que de cas dûment documentés de dermatites, du moins dans la littérature scientifique médicale.

Sur la valeur des propriétés

On a démontré, dans quelques régions de villégiature américaines, que le myriophylle à épis peut influencer à la baisse la valeur des propriétés riveraines lorsqu'il est particulièrement abondant dans un lac. Cette baisse se chiffre à environ 13 % en moyenne. L'effet négatif du myriophylle à épis se fait surtout sentir lorsque l'acheteur observe, en balayant du regard, un herbier couvrant plus de 40 % de la superficie de la zone riveraine, à proximité immédiate du terrain à vendre. Le marché des résidences secondaires est toutefois tributaire de plusieurs facteurs, et le myriophylle à épis n'est pas forcément le principal. Certains lacs avec myriophylle à épis sont aux prises avec de nombreux autres problèmes. L'abondance du myriophylle à épis est parfois la conséquence la plus visible du mauvais état de santé de ces lacs. Si la valeur des propriétés est à la baisse, il n'est pas sûr que ce soit seulement à cause de la présence du myriophylle à épis¹⁵.

2 Prévenir l'introduction du myriophylle à épis

2.1 Prévenir coûte beaucoup moins cher que guérir

Une fois que le myriophylle à épis est introduit dans un plan d'eau, il est extrêmement difficile, pour ne pas dire impossible, de s'en débarrasser. Pourtant, on lutte contre cet envahisseur aux États-Unis depuis plus de 50 ans, la plupart du temps avec des herbicides puissants, ce qui est permis dans ce pays contrairement au Canada où la plupart des produits utilisés sont frappés d'une interdiction d'utilisation. À ce jour, il n'existe qu'un seul exemple d'éradication en Amérique du Nord, au lac Walsh, un plan d'eau d'une superficie de 30 ha situé dans l'État de Washington. Pour éliminer un petit herbier de myriophylle à épis de 0,25 ha, il a fallu investir en plongées d'arrachage plus de 150 000 dollars américains sur une période de 10 ans¹⁶. On comprend donc qu'il est de loin préférable d'investir dans des mesures visant à prévenir l'introduction de l'envahisseur dans un plan d'eau que dans une lutte a posteriori, ne serait-ce que pour éviter de subir les effets indésirables de la plante.

2.2 Quel est le risque d'introduction, puis d'envahissement?

Le risque d'introduction du myriophylle à épis suivi du développement d'un envahissement n'est pas partout égal. Certains plans d'eau sont beaucoup plus à risque que d'autres. Découvrir du myriophylle à épis dans un lac n'est pas une bonne nouvelle, mais il ne faut pas automatiquement conclure qu'une invasion en règle est inévitable. Plusieurs modèles statistiques ont été élaborés ces dernières années pour évaluer le risque¹⁷. Ils tentent d'expliquer pourquoi l'on observe du myriophylle à épis dans des lacs, alors que d'autres sont épargnés, du moins jusqu'à maintenant. La plupart de ces modèles n'expliquent pas l'abondance du myriophylle à épis, seulement sa présence. Règle générale, ils ne sont pas très performants pour deux raisons :

- Le myriophylle à épis a une **large amplitude écologique**, c'est-à-dire qu'il s'adapte assez bien à une foule de conditions écologiques. À moins d'être très acide ou salé, ou d'être situé dans une région boréale très froide, comme dans le Nord-du-Québec ou sur la Basse-Côte-Nord, aucun plan d'eau du Québec n'est à l'abri d'une invasion.
- Une introduction de myriophylle à épis est largement attribuable aux déplacements des embarcations nautiques d'un plan d'eau à un autre. Il n'est pas possible de connaître précisément ou de prédire ces déplacements.

On peut tout de même cerner certains facteurs de risque associés à la présence du myriophylle à épis. Un plan d'eau est d'autant plus à risque qu'il cumule plusieurs de ces facteurs – les gestionnaires de ce plan d'eau et les riverains doivent alors redoubler de prudence. Un lac est plus à risque dans les situations suivantes :

- Il est situé près d'un autre plan d'eau qui contient déjà du myriophylle à épis.
- Il figure parmi les lacs les plus vastes dans la région où il se trouve, et il est donc susceptible d'attirer un plus grand nombre de villégiateurs et de plaisanciers avec embarcations que les lacs plus petits.
- Il est facile d'accès (routes) et situé près d'un grand centre urbain, ce qui encourage sa fréquentation et augmente le nombre de visiteurs.
- Il possède une rampe de mise à l'eau publique pour embarcations nautiques.

Certaines caractéristiques physicochimiques sont propices à la prolifération du myriophylle à épis une fois qu'il est introduit dans un plan d'eau. Un lac est plus à risque d'être fortement envahi dans les situations suivantes :

- Il est peu profond.
- Le pH de son eau est basique (alcalin) plutôt qu'acide.
- Son eau a une concentration en calcium et en sodium de plus de 2,5 mg/l et plus de 1 mg/l respectivement.

Les apports excessifs en nutriments comme le phosphore et l'azote favorisent la prolifération de la plupart des espèces de plantes aquatiques. Le myriophylle à épis peut également bénéficier de cet enrichissement.

2.3 Comment prévenir l'introduction?

Une stratégie de prévention, qui vise à éviter l'introduction du myriophylle à épis et d'autres espèces aquatiques envahissantes dans un plan d'eau ou à empêcher la propagation vers d'autres plans d'eau, est l'élément fondamental à déployer avant tout autre chose. Elle s'articule autour de quelques actions à mettre en œuvre en continu par les organismes et les gestionnaires de plans d'eau, mais ultimement, tous les usagers ont un rôle à jouer (figure 4).

Par l'information et la sensibilisation

Même si le myriophylle à épis a beaucoup fait parler de lui ces dernières années dans les médias, il demeure méconnu de bien des propriétaires riverains et utilisateurs de plans d'eau. Au Québec, plusieurs organisations ont mené des campagnes d'information sur le myriophylle à épis auprès du public. Elles avaient pour objectifs de faire connaître la plante et d'inviter les amateurs de sports nautiques à nettoyer leurs embarcations avant de visiter un autre plan d'eau. Il est difficile d'évaluer les répercussions de ces campagnes, mais, chose certaine, le nettoyage des embarcations n'est pas encore un automatisme. Il faut donc poursuivre et renforcer ces campagnes année après année, d'autant que le contingent des élus, des villégiateurs et des plaisanciers se renouvelle constamment.

Quelques outils d'information :

- [Vidéo d'information sur le myriophylle à épis](#) – MELCCFP
- [Courte vidéo d'animation sur le myriophylle à épis au Québec](#) – MELCCFP

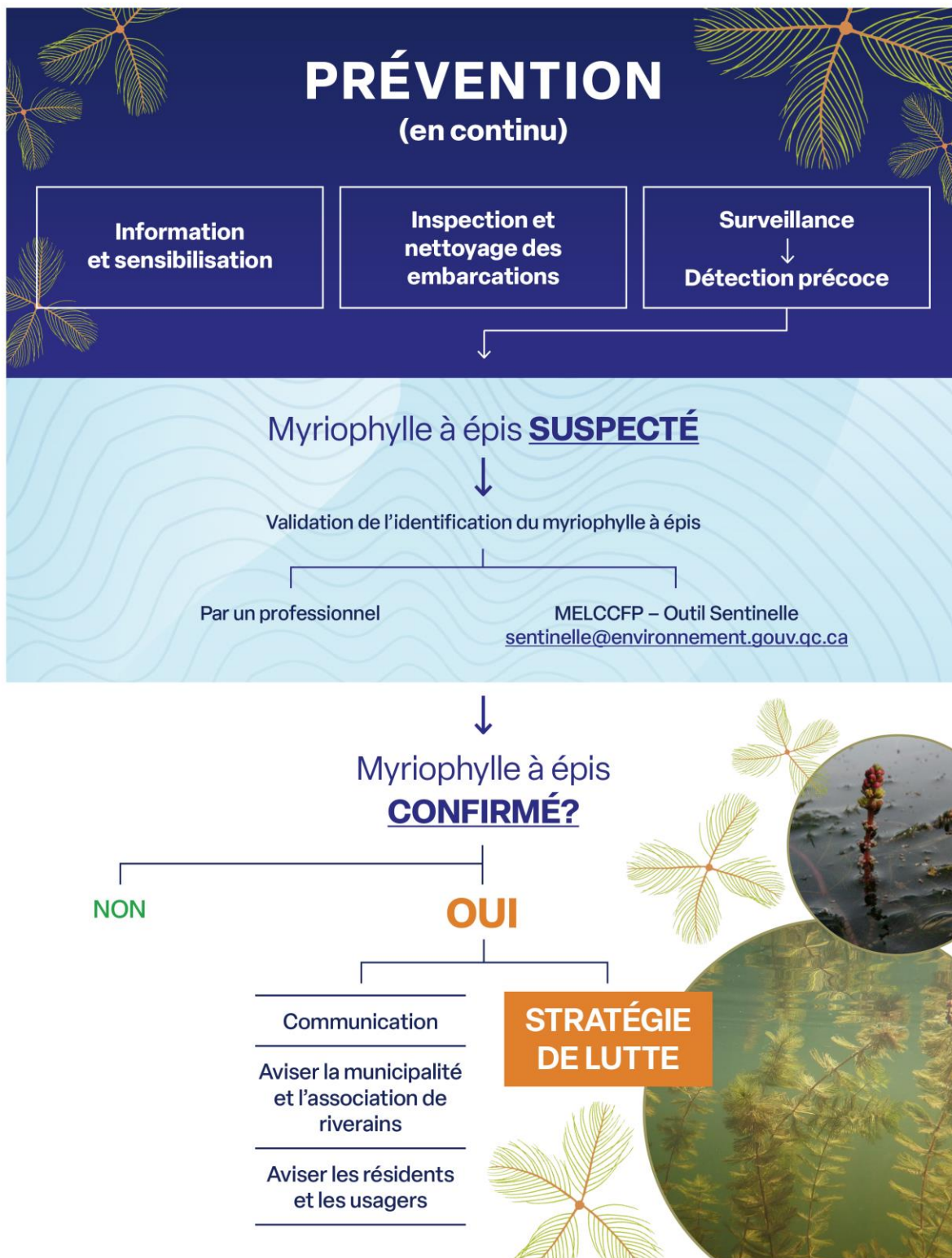


Figure 4. Principaux éléments d'une stratégie de prévention

Par l'inspection et le nettoyage des embarcations

La seule méthode efficace pour empêcher l'introduction du myriophylle à épis dans un lac est d'inspecter minutieusement toute embarcation nautique avant sa mise à l'eau, surtout si cette dernière a navigué dans un autre plan d'eau au cours des 48 dernières heures.

Le risque de transporter du myriophylle à épis d'un lac à l'autre est faible, mais néanmoins réel. Au Wisconsin, aux États-Unis, des chercheurs ont examiné 1 500 embarcations et leur remorque au moment de leur sortie de lacs infestés de myriophylle à épis. Or, à peine 3 % d'entre elles avaient des fragments de tiges accrochés à une protubérance. Un exercice similaire d'inspection de 1 080 bateaux a été effectué en 2022 au lac Champlain, au Québec, et le résultat a été à peu près le même (5 %) ¹⁸. En proportion, très peu d'embarcations sont à risque de propager l'envahisseur. Pourtant, il se propage, parce que le nombre de bateaux de plaisance qui passent d'un plan d'eau à un autre demeure important en chiffres absolus. Il suffit peut-être aussi d'un seul événement – une embarcation non inspectée ou mal nettoyée – pour générer une nouvelle introduction dans un plan d'eau.

Une inspection visuelle minutieuse peut être efficace pour détecter et retirer les fragments de plantes ¹⁹. Le nettoyage à grande eau avec un appareil à haute pression d'une embarcation et de sa remorque n'est pas nécessairement requis pour enlever le myriophylle à épis. **Il est en revanche important de vider l'eau résiduelle et d'effectuer tout de même un nettoyage** lors d'un déplacement entre différents plans d'eau, et ce, pour plusieurs raisons :

- Une station d'inspection et de nettoyage envoie au visiteur un **message clair** quant à l'importance qu'il faut accorder aux espèces aquatiques envahissantes.
- Un nettoyage a plus de chances d'être **minutieux** et d'atteindre les parties les moins accessibles des embarcations qu'une simple inspection visuelle, qui risque au contraire d'être bâclée.
- Une inspection visuelle ne suffit pas à retirer d'**autres espèces aquatiques envahissantes**, comme les invertébrés ou les mollusques, qui s'accrochent à l'équipement ou qui se retrouvent dans l'eau résiduelle (cale, ballast, vivier, etc.) des embarcations. Il est donc nécessaire d'inspecter l'embarcation, de vider l'eau résiduelle et de bien nettoyer et sécher tout le matériel. Ces opérations doivent être répétées lors d'un déplacement entre différents plans d'eau, et ce, même vers ceux qui sont déjà envahis par le myriophylle à épis.

Les études de terrain montrent que la disponibilité de l'équipement de nettoyage et la simple pose d'une affiche invitant les plaisanciers à inspecter et à nettoyer leurs embarcations ne suffisent pas puisque sans surveillance, environ le tiers des personnes ne tient pas compte de cette directive, même là où elle est obligatoire ¹⁹. Une surveillance passive (barrière empêchant l'accès faute d'un nettoyage) ou active (surveillant) est donc absolument nécessaire pour que la procédure soit respectée. **Dans les lacs avec myriophylle à épis, il est tout aussi important de procéder à l'inspection et au nettoyage à la sortie qu'à l'entrée du plan d'eau** pour éviter la propagation régionale ²⁰. Une municipalité concernée par le problème du myriophylle à épis peut réglementer l'usage d'une rampe de mise à l'eau et imposer le nettoyage des embarcations, à l'entrée comme à la sortie.

Une station d'inspection et de nettoyage est une infrastructure assez simple. Elle est essentiellement constituée d'une plateforme équipée d'un système de pulvérisation d'eau à haute pression. Elle doit être située sur terrain plat, à bonne distance du plan d'eau, et être équipée d'un système de récupération de l'eau de nettoyage qui ne doit pas aboutir dans le plan d'eau. Un panneau indiquant l'importance du nettoyage et la marche à suivre pour qu'il soit efficace doit être installé près de la plateforme. Il existe également des postes de nettoyage mobiles qui peuvent être utilisés dans l'attente d'une solution plus permanente.

EFFICACE, LE NETTOYAGE?

Des chercheurs ontariens ont revu en 2021 la littérature (37 études) concernant l'efficacité de plusieurs procédures de décontamination et de nettoyage d'embarcations, y compris le séchage à l'air libre²¹. Un séchage d'une semaine peut tuer plus de 90 % des organismes, mais certains escargots et plusieurs plantes parviennent à survivre hors de l'eau plus de sept jours. Une immersion pendant 15 minutes dans un bassin d'eau chauffée à au moins 50 °C tue 100 % des moules ainsi que les invertébrés et quelques plantes aquatiques. Ce type d'infrastructure est toutefois peu commun et son exploitation est coûteuse. Il peut être remplacé par un système de pulvérisation d'eau chaude à haute pression, mais pour tuer les moules et leurs larves, l'eau doit être chauffée à au moins 60 °C. Si seules les plantes sont source de préoccupation, une inspection visuelle ou un nettoyage avec eau froide à haute pression suffisent, de manière générale, pour effectuer le travail. En définitive, un nettoyage est donc efficace, mais, pour être à toute épreuve, il doit aussi s'accompagner d'une inspection visuelle minutieuse dans le cas des plantes.



Station de Saint-Mathieu-de-Rioux, Bas-Saint-Laurent, située à bonne distance du lac et sur terrain plat. Outre la plateforme de nettoyage (à droite), elle est équipée d'un poste d'accueil pour le préposé (au centre). La rampe de mise à l'eau (à gauche) est fermée par une barrière en l'absence du préposé.



Plateforme de nettoyage avec son système d'eau à haute pression et son panneau d'instructions.



Affiche installée près de la station informant les plaisanciers de l'importance du nettoyage des embarcations. L'affiche montre le cœur du problème : une embarcation motorisée et sa remorque.

Station de nettoyage (photographies : Claude Lavoie)

Pour en savoir plus :

- [Guide des bonnes pratiques en milieu aquatique dans le but de prévenir l'introduction et la propagation d'espèces aquatiques envahissantes](#) – Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
- [Guide d'implantation de station de lavage](#) – RAPPEL – Coop de solidarité en protection de l'eau

Par la surveillance pour une détection précoce

Une stratégie de prévention implique également une surveillance afin de repérer de façon hâtive l'introduction du myriophylle à épis. **Plus la détection du myriophylle à épis dans un plan d'eau est rapide, plus les chances sont élevées qu'une intervention soit efficace et se fasse à moindre coût.** La détection précoce est donc l'élément clé d'une stratégie de lutte efficace. Au minimum, il faut inspecter deux ou trois fois par été les points d'introduction les plus probables de la plante (rampes de mise à l'eau, marinas) et se concentrer sur les zones de faible profondeur (1 à 4 m). Le myriophylle à épis n'étant pas toujours visible à partir de la surface, un outil simple et peu coûteux, comme un aquascope, permet d'observer les plantes sous l'eau. Une colonisation ne démarre toutefois pas toujours près d'une rampe de mise à l'eau. Si le lac n'est pas trop grand, une inspection annuelle de routine près du rivage sur l'ensemble du pourtour, et en particulier dans les baies aux eaux calmes, peut faciliter la détection d'un herbier en émergence. Enfin, une inspection du rivage et en particulier des plages, à partir de la fin juillet, est utile pour repérer les fragments de tiges qui pourraient s'y déposer. Des fragments échoués de myriophylle à épis seront la preuve de la présence de l'envahisseur. Il restera ensuite à trouver où il est implanté.

L'installation de panneaux ou le recours à des brochures pour montrer aux riverains et aux utilisateurs du plan d'eau à quoi ressemble le myriophylle à épis accroissent les chances qu'il soit observé. La formation des riverains et la mise en place d'une patrouille de détection citoyenne permettent de mobiliser les gens et de multiplier les yeux sur le plan d'eau.

Si on croit être en présence du myriophylle à épis, il faut dans un premier temps faire **confirmer l'identification** par un professionnel (un biologiste ou par une personne ayant une bonne expérience de cette plante). Pour ce faire, il faut noter la localisation et la date de l'observation et prendre des photographies. Idéalement, il faut photographier la plante dans son habitat naturel, prélever un échantillon et photographier ses principales parties (tige, feuille et inflorescence si présente). Si l'identification est confirmée, il faut ensuite informer les autorités municipales et l'association de riverains concernée. Les résidents et tous les usagers du plan d'eau doivent également être avisés de la présence du myriophylle à épis. Il est aussi possible de transmettre une observation d'espèce exotique envahissante ou d'une plante suspecte dans l'outil de science citoyenne [Sentinelle](#) (MELCCFP) pour faire confirmer l'identification de l'espèce ainsi que pour signaler et diffuser cette observation.

Pour en savoir plus :

- [Protocole de détection et de suivi des plantes aquatiques exotiques envahissantes](#) et [outils complémentaires](#) – MELCCFP

DÉTECTION DU MYRIOPHYLLE PAR L'ADN ENVIRONNEMENTAL

La détection précoce d'envahisseurs aquatiques par la technique de l'ADN environnemental est de plus en plus populaire. Il suffit de prendre un échantillon d'eau et de l'analyser à l'aide d'outils et de méthodes sophistiqués afin d'y détecter une trace, aussi infime soit-elle, de l'ADN d'une espèce. Ce n'est pas en soi la preuve que l'espèce est bel et bien présente dans un plan d'eau, mais c'est un fort soupçon en ce sens. Le myriophylle à épis a fait l'objet de deux essais de détection de son ADN environnemental. La technique semble fonctionner, mais seulement dans une étendue d'eau lacustre, et non en rivière où l'eau est constamment en mouvement. L'ADN ne semble toutefois détectable que là où il y a une grande abondance de myriophylle à épis, ce qui n'est pas très utile puisque la plante est alors facilement observable. Il ne semble pas non plus possible de différencier avec certitude l'ADN des différentes espèces de myriophylle. Cette méthode de détection est donc peu utilisée et applicable pour le moment, d'autant plus que rares sont les laboratoires nord-américains qui pourraient faire l'analyse des échantillons²².

3 Lutter contre une invasion de myriophylle à épis

Le fait qu'il soit presque impossible d'éradiquer le myriophylle à épis ne signifie pas qu'il soit inutile d'entreprendre des procédures de lutte contre l'envahisseur. On peut non seulement freiner la progression d'une invasion, mais même réduire de manière substantielle la biomasse de la plante. Les interventions de lutte peuvent aussi permettre de réduire les risques de propagation du myriophylle à épis vers de nouveaux plans d'eau. La lutte demeure néanmoins une entreprise complexe, coûteuse et de très longue haleine, aux résultats incertains. Elle sera d'autant plus difficile si elle est entreprise tardivement, c'est-à-dire plusieurs années après l'introduction de la plante. C'est dire toute l'importance d'une détection précoce du myriophylle à épis.

Une intervention de lutte, quelle qu'elle soit, s'accompagne toujours d'une campagne d'information (communiqués, panneaux, brochures, etc.) pour que la population locale comprenne bien son utilité.

3.1 Intervenir rapidement...

Lors d'une détection précoce du myriophylle à épis, on entreprend idéalement la lutte dès la détection ou au plus tard dans les 12 mois qui suivent. Le myriophylle à épis se multiplie et se propage vite, de sorte qu'il est nécessaire d'intervenir rapidement. Si l'herbier est de dimensions modestes et est très localisé, une intervention d'arrachage manuel effectuée de manière minutieuse pourrait freiner l'invasion avant qu'elle ne prenne de l'ampleur. Il est en revanche improbable qu'une intervention unique sur quelques jours suffise pour atteindre cet objectif. D'autres arrachages seront nécessaires un peu plus tard durant l'été ou l'automne, ou dans les années subséquentes. Il importe aussi d'examiner les autres zones propices à l'établissement du myriophylle à épis à proximité du point d'introduction de la plante, comme les baies peu profondes d'un lac, pour s'assurer que l'envahisseur ne se soit pas déjà installé ailleurs.

3.2 ...ou planifier minutieusement

Si le myriophylle à épis est présent depuis plusieurs années et est déjà très abondant, rien ne sert de précipiter la lutte. Il est préférable de la planifier minutieusement pendant quelques mois pour établir une stratégie d'intervention efficace qui utilisera de manière optimale les ressources logistiques et financières qui pourront être déployées. La lutte contre le myriophylle à épis coûte cher et est, pour ainsi dire, perpétuelle... c'est donc un pensez-y-bien. L'argent investi dans la lutte pourrait-il être utilisé à meilleur escient ailleurs, notamment pour améliorer l'état général du lac? Le présent guide ne peut apporter une réponse complète à cette question. Il faut néanmoins être conscient qu'on ne peut pas s'attaquer au problème du myriophylle à épis de manière isolée, sans prendre en considération les autres facteurs qui influent sur la santé du plan d'eau. Si le myriophylle à épis n'est que le symptôme le plus visible des problèmes qui affligent le plan d'eau, les interventions de lutte risquent d'être peu fécondes si aucune autre action n'est du même souffle entreprise. La diminution des apports en éléments nutritifs et en sédiments en provenance du bassin versant reste un aspect essentiel à prioriser pour la santé globale d'un plan d'eau.

Pour en savoir plus :

- [Guide synthèse des bonnes pratiques à l'égard des plans d'eau touchés par les algues bleu-vert](#) – Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs
- [Prendre son lac en main – Guide synthèse : élaboration d'un plan directeur de bassin versant de lac et adoption de bonnes pratiques](#) – Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs
- [Bonnes pratiques pour sauver les lacs](#) – RAPPEL – Coop de solidarité en protection de l'eau

Ne rien faire est une avenue

La complexité et le coût d'une lutte efficace contre le myriophylle à épis découragent parfois les collectivités d'entreprendre des actions pour freiner sa prolifération. Or, ne rien faire n'est pas forcément une mauvaise décision.

Pour des raisons qui ne sont pas bien comprises, les populations de myriophylle à épis nord-américaines déclinent souvent très rapidement en l'espace d'une année ou deux. On pourrait attendre un déclin avant d'agir puisque la quantité de myriophylle à épis à éliminer sera alors moindre. Il y a toutefois deux inconvénients à cette stratégie : 1) les déclins sont imprévisibles et les populations rebondissent tout aussi rapidement; 2) la conjoncture favorable pour agir est plutôt mince. Dans les faits, l'absence de prévisibilité des déclins rend cette avenue peu applicable. Cependant, lorsque les opérations de lutte sont déjà bien engagées et que survient un déclin dans les herbiers non traités, on peut profiter de cette occasion pour accélérer le travail afin d'atteindre plus rapidement les objectifs de départ.

POURQUOI LE MYRIOPHYLLE À ÉPIS DÉCLINE-T-IL TOUT À COUP?

On a recensé partout en Amérique du Nord, et notamment au Québec, des lacs où l'abondance du myriophylle à épis a chuté de manière considérable en l'espace de quelques années. Les déclins sont communs chez les espèces envahissantes, mais ils étonnent les scientifiques qui n'en comprennent pas bien les causes. Les déclins de myriophylle à épis sont trop subits pour être attribuables à un changement de la qualité de l'eau ou à un épuisement des ressources nutritives, comme cela est parfois avancé. Les déclins sont d'ailleurs suivis la plupart du temps d'un rebond. L'hypothèse la plus vraisemblable, mais qui n'a jamais été démontrée, sinon de manière expérimentale, est que les populations très denses de myriophylle à épis sont la proie de pathogènes (champignons, virus) ou, plus vraisemblablement, d'herbivores qui profitent momentanément d'une abondante source de nourriture. Ce serait notamment le cas de certains lacs de la région de l'Estrie où un escargot nord-américain du genre *Amnicola* (peut-être *A. limosa*) broute abondamment le myriophylle à épis depuis quelques années. Beaucoup de recherches restent à faire en ce domaine²³.

Une meilleure raison pour ne pas agir est qu'il n'est pas toujours évident que le myriophylle à épis constitue une véritable menace environnementale, ou même une nuisance pour les riverains. C'est particulièrement le cas dans les lacs de très grandes dimensions où les herbiers de myriophylle à épis ne peuvent occuper, toutes proportions gardées, qu'une superficie relativement faible du plan d'eau, c'est-à-dire une bande de quelques mètres de large non loin du rivage. Certaines collectivités riveraines tolèrent aussi davantage que d'autres la plante et ne voient pas la nécessité de dépenser de l'argent pour s'en débarrasser, ou préfèrent investir ailleurs pour améliorer la santé de leur lac.

Si agir est un pensez-y-bien, ne pas agir l'est tout autant. En effet, l'inaction pourrait réserver à l'avenir de mauvaises surprises si, par exemple, les saisons chaudes se prolongent de plusieurs semaines et favorisent encore plus la croissance du myriophylle à épis. Aussi, les petits plans d'eau de quelques dizaines d'hectares, en particulier ceux qui sont peu profonds, sont beaucoup plus à risque de subir les effets du myriophylle à épis que les lacs de grandes dimensions – ils peuvent même être envahis sur la quasi-totalité de leur superficie. Les gestionnaires de plans d'eau et les riverains doivent bien s'informer des avantages et des inconvénients d'une action ou d'une inaction et s'entourer de spécialistes pour faire le choix qui convient le mieux.

Enfin, la présence du myriophylle à épis dans un plan d'eau n'est pas qu'un enjeu local propre à ce plan d'eau. Il s'agit aussi d'un enjeu régional. En effet, la présence du myriophylle à épis dans un plan d'eau augmente substantiellement le risque d'introduction de l'espèce dans les plans d'eau voisins. Il est donc souhaitable de considérer la problématique à l'échelle du territoire et de prendre en compte cet aspect dans la prise de décisions quant aux interventions de lutte.

Une bonne stratégie de lutte

Les principaux éléments d'une bonne stratégie de lutte contre le myriophylle à épis sont :

- Une cartographie des herbiers;
- Une bonne connaissance du plan d'eau;
- Des objectifs de lutte clairs et précis;
- Un budget conséquent par rapport aux objectifs;
- Un échéancier sur plusieurs années;
- Une juste sélection d'herbiers à prioriser;
- L'appui de spécialistes de la lutte;
- Une implication citoyenne;
- Un suivi adéquat.

Lutter efficacement contre le myriophylle à épis va bien au-delà du choix de la méthode et de l'obtention de moyens financiers pour la mettre en œuvre. Une stratégie de lutte efficace implique qu'on traite le lac dans son ensemble, et non à la pièce, un herbier par-ci par-là. C'est tout à fait envisageable dans les lacs de dimensions relativement modestes (moins de 500 ha), et même dans de plus grands lacs, pourvu que les moyens soient au rendez-vous.

Faute de ressources suffisantes, une collectivité pourrait décider de ne traiter qu'une zone bien précise d'un lac afin de préserver un usage, comme la baignade. Un tel objectif est légitime, mais l'envahisseur demeurera bien présent dans le plan d'eau et le potentiel d'un nouvel envahissement des zones traitées restera élevé. Malgré tout, ce type de lutte pourrait être satisfaisant s'il se faisait en toute connaissance de cause. En revanche, même avec un objectif aussi modeste, il faut toujours traiter un herbier ciblé dans son ensemble, jamais partiellement. Un herbier dont on aura réduit par bâchage, par exemple, la moitié de sa superficie aura tôt fait de reconquérir les zones débâchées.

Les interventions de lutte dans un milieu humide ou hydrique sont encadrées par différentes lois et différents règlements (voir la section [Réglementation](#) à la p. 40). Les exigences et les délais pour l'obtention d'autorisations ministérielles sont à prendre en compte lors de l'élaboration d'une stratégie de lutte.

- **Une cartographie des herbiers.** Aucune stratégie ne peut être déployée sans une cartographie générale des herbiers de plantes aquatiques et un portrait détaillé des zones où le myriophylle à épis est présent. Ce travail doit être réalisé par des professionnels habilités à reconnaître les plantes aquatiques. Tous les herbiers du littoral du lac doivent être recensés, même ceux qui ne sont pas constitués de myriophylle à épis. Même dans les petits plans d'eau, une cartographie des herbiers nécessite plusieurs jours de travail et doit être réalisée durant la saison estivale, lorsque les conditions de luminosité sont bonnes. Il faut donc que le ciel ne soit pas nuageux et que, idéalement, les observations se fassent le plus possible durant les heures de la journée où le soleil est à son zénith.

Le travail consiste à zigzaguer près du rivage à l'aide d'une embarcation. Cet exercice doit couvrir toutes les zones peu profondes du plan d'eau (< 4 m, peut-être plus dans le cas d'un lac à l'eau très claire). Un observateur examine sous l'eau avec un aquascope afin de repérer les zones colonisées par les plantes aquatiques. Il enregistre les limites des herbiers avec un système de positionnement géographique. Il pénètre ensuite dans chaque herbier afin d'identifier les principales espèces présentes et d'évaluer l'abondance relative du myriophylle à épis. Il s'agit d'estimer la proportion du couvert (pourcentage de recouvrement de la surface du sol) occupé par le myriophylle à épis par rapport aux autres plantes aquatiques. La position des tiges isolées de myriophylle à épis doit aussi être notée dans les zones où l'envahisseur est encore rare. Au besoin,

l'observateur ramasse un échantillon avec une perche munie de dents pour confirmer l'identification de la plante et en profite pour mesurer la profondeur de l'eau.

Il existe d'autres outils permettant de cartographier les herbiers, comme les échosondeurs ou les drones aériens ou flottants. Ils sont efficaces, mais outre la faible accessibilité de ces appareils et leur coût, ils nécessitent un traitement d'image qui est parfois onéreux. Ils ont aussi quelques inconvénients. Par exemple, les échosondeurs ne distinguent pas l'espèce de plante en présence et les images de drones aériens ne permettent guère de détecter les herbiers si l'eau est très turbide.

- **Une bonne connaissance du plan d'eau.** Une carte bathymétrique, qui indique la profondeur d'un plan d'eau, n'est pas absolument essentielle pour l'élaboration d'une stratégie. Elle constitue néanmoins un atout certain pour cerner les secteurs peu profonds susceptibles d'être colonisés par les plantes aquatiques et ainsi faciliter la planification des travaux de cartographie des herbiers. Elle peut également être utile pour le choix des endroits où la lutte risque d'avoir les plus grandes chances de succès, ou pour sélectionner les sites qui devraient être traités en priorité. Par exemple, il pourrait être plus judicieux d'éliminer en premier lieu un herbier de petites dimensions au sein d'une vaste étendue d'eau peu profonde que de concentrer ses efforts dans un herbier plus grand, mais peu susceptible de s'étendre étant donné une pente très prononcée vers le centre du lac.

Lorsque celle-ci est disponible, la carte bathymétrique d'un lac suivi dans le cadre du [Réseau de surveillance volontaire des lacs](#) peut être obtenue au moyen des informations descriptives de la thématique *État trophique des lacs suivis* dans l'[Atlas de l'eau](#).

Il est également très utile de connaître les sections de rivage où se déposent en quantité les fragments de tige de myriophylle à épis. Des herbiers de myriophylle à épis se forment souvent près de ces secteurs. Les riverains peuvent être consultés à cet effet, mais la direction des vents dominants donne une assez bonne indication des zones d'accumulation de fragments. Ce sont souvent les vents qui poussent vers le rivage les fragments qui flottent à la surface de l'eau.

Enfin, les usages (navigation, aire de baignade, etc.), les infrastructures présentes (quai, prise d'eau, etc.) et la localisation de l'embouchure des tributaires sont d'autres éléments à connaître et à prendre en compte dans le développement d'une stratégie.

- **Des objectifs de lutte clairs et précis.** Avant d'entreprendre une lutte, il importe de se fixer des objectifs. L'expérience montre que c'est souvent LE point le plus négligé dans l'élaboration d'une stratégie, alors qu'il est le plus important. Pourquoi la lutte doit-elle se faire? Quel est l'objectif à atteindre? Si la lutte est nécessaire pour protéger un habitat fragile ou une espèce à statut précaire, l'objectif peut être assez facilement défini avec l'aide de biologistes. Il peut alors s'agir d'éradiquer localement, dans une baie, le myriophylle à épis. Si la lutte est plutôt entreprise pour préserver des usages (baignade, navigation, pêche, etc.), l'objectif est de nature plus subjective et dépend du seuil de tolérance des riverains et des plaisanciers. Ce seuil peut varier beaucoup d'un lac à un autre, et même d'un endroit à l'autre au sein d'un même lac. La cible à atteindre doit faire l'objet de consultations (riverains, plaisanciers, élus municipaux, etc.). Elle doit être non seulement précise, mais aussi réaliste.

Exemples d'objectifs bien formulés :

- Réduire de 95 % en cinq ans la superficie du lac occupée par le myriophylle à épis. Il ne doit plus subsister d'herbiers après cette période de cinq ans, seulement des plants épars.
 - *L'objectif est peut-être ambitieux, mais il est clair et comporte à la fois une cible spatiale (-95 % du couvert) et temporelle (cinq ans). Il sera facile, au bout de cinq années de travail, de vérifier si la cible a été atteinte et, le cas échéant, d'évaluer le chemin qui reste à parcourir pour atteindre l'objectif.*

- Éliminer complètement d'ici deux ans le myriophylle à épis de la zone consacrée à la baignade sur le site de la plage municipale. Il en sera de même dans une zone de protection de 10 m de largeur autour de la zone balisée pour la baignade.
 - *L'objectif d'une élimination complète du myriophylle à épis est tout à fait réalisable à court terme sur une superficie relativement modeste. Le promoteur du projet doit toutefois être conscient qu'une fois la cible atteinte, une lutte continue de maintenance sera nécessaire pour se prémunir d'un nouvel envahissement.*
- Réduire de manière suffisamment importante, d'ici trois ans, la biomasse du myriophylle à épis sur une superficie de 40 ha de manière qu'il n'y ait plus de plaintes de citoyens incommodés par l'entrave à la navigation que représentent les tapis flottants.
 - *L'objectif comporte une cible spatiale (40 ha) et temporelle (trois ans) ainsi qu'un objectif clair (absence de plaintes). La cible pour le myriophylle à épis est peu précise, mais cela s'explique par la nature subjective et variable de la tolérance citoyenne face à un envahisseur. Il est au départ difficile pour le promoteur du projet de connaître quelle sera exactement la quantité de myriophylle à épis à éliminer pour atteindre son objectif.*

Exemples d'objectifs mal formulés :

- Éradiquer totalement le myriophylle à épis dans l'ensemble du lac.
 - *L'objectif est fort peu réaliste et ne comporte aucun échéancier.*
- Préserver la biodiversité et, plus précisément, protéger l'habitat du poisson.
 - *L'objectif est louable, mais il est beaucoup trop vaguement défini (préserver la biodiversité) pour être vérifiable. Protéger l'habitat du poisson est par ailleurs un objectif subjectif : le protéger de quoi au juste? Il est nécessaire d'être plus précis, en ciblant par exemple des zones de fraie d'une espèce qu'on voudra exemptes de myriophylle à épis.*
- Restaurer de manière durable les zones riveraines où se trouvent les herbiers de myriophylle à épis et limiter la propagation de l'envahisseur.
 - *La cible spatiale est mal définie. Le mot « restaurer » est beaucoup plus englobant que la seule élimination du myriophylle à épis. La notion de durabilité n'est pas expliquée en ce contexte. L'objectif de limiter la propagation est beaucoup trop vague pour être vérifié.*
- **Un budget conséquent par rapport aux objectifs.** Si l'invasion est assez avancée avec des herbiers qui couvrent, au total, plusieurs hectares, le coût de la lutte efficace sera très élevé. En 2021, on a estimé qu'un projet « clé en main » de lutte avec bâchage (fibre de verre, jute) et arrachage, la méthode la plus couramment utilisée au Québec, se chiffrait entre 100 000 et 250 000 dollars canadiens pour un hectare d'herbier sur une période de trois ans²⁴. Ce montant peut être réduit de manière considérable par la participation de bénévoles, mais la lutte n'en demeure pas moins onéreuse pour les petites collectivités. Bien qu'il existe certaines possibilités d'aide financière gouvernementale, notamment pour protéger la biodiversité, la lutte contre le myriophylle à épis est essentiellement financée par les riverains ou par les municipalités concernées. Avant de se lancer dans un projet d'envergure, il faut s'assurer, avec l'aide de professionnels, que le budget disponible permettra d'atteindre les objectifs de départ. Si ce n'est pas le cas, il faut alors réviser les objectifs à la baisse ou ramasser plus de fonds, sous peine d'investir d'énormes sommes en pure perte. Enfin, il faut prévoir les coûts relatifs au suivi et à la lutte de maintenance (voir l'encadré sur la [lutte de maintenance](#) à la p. 22).
- **Un échéancier sur plusieurs années.** La lutte contre le myriophylle à épis s'échelonne toujours sur de nombreuses années et doit être planifiée en conséquence, c'est-à-dire sur une période d'au moins cinq ans. Il n'est pas absolument nécessaire de sécuriser les fonds sur une aussi longue période – ce qui est de toute manière presque impossible –, mais la planification des opérations de lutte sur le long terme aide à prioriser les herbiers à traiter et permet d'atteindre plus facilement des objectifs raisonnables.

- **Une juste sélection d'herbiers à prioriser.** Les études de terrain s'échelonnant sur plusieurs années montrent qu'en présence de nombreux herbiers de myriophylle à épis, il est préférable d'y aller par ordre de priorité et de concentrer ses efforts en quelques endroits plutôt que de les disperser un peu partout. En l'occurrence, on doit d'abord lutter contre les grands herbiers, parce qu'ils sont générateurs de beaucoup de fragments de myriophylle à épis. On sélectionne ensuite les herbiers plus modestes et qui sont situés dans des emplacements propices à une expansion rapide. Les plants isolés ne sont pas prioritaires, car il faut beaucoup de temps pour les repérer, temps qui serait mieux investi dans les herbiers. Il peut toutefois être opportun de s'attarder aux plants isolés lorsqu'ils se trouvent, au sein d'un même plan d'eau, dans un secteur très peu envahi qu'on voudra protéger. Il n'existe pas de règles bien définies pour la priorisation, car cette dernière dépend du contexte du lac et des ressources disponibles. L'avis de professionnels de la lutte contre le myriophylle à épis peut s'avérer précieux pour prendre de meilleures décisions²⁵.
- **L'appui de professionnels de la lutte.** L'expertise au Canada en matière de lutte contre le myriophylle à épis est plutôt limitée, car ce n'est que récemment que l'envahisseur est la source de problèmes au pays. Elle existe néanmoins, et particulièrement au Québec qui est la province où les initiatives de lutte sont les plus nombreuses. Une bonne partie du travail technique peut être accomplie par du personnel peu qualifié ou par des bénévoles, mais la planification des opérations devrait être confiée à des conseillers qui ont une bonne expertise en lutte contre les plantes aquatiques. Des conseils judicieux peuvent épargner beaucoup de temps et d'argent et assurer un plus haut taux de succès des opérations. Enfin, les travaux qui nécessitent de recourir à des plongeurs ne doivent se faire qu'avec des personnes qui ont toutes les qualifications requises pour agir en toute sécurité (voir l'encadré [Loi et règlements en matière de plongée](#) à la p. 23).
- **Une implication citoyenne.** Au Québec, très rares sont les projets de lutte qui n'impliquent pas les citoyens, ces derniers en étant la plupart du temps les instigateurs. Les administrations municipales peuvent accompagner les citoyens dans leur action, mais elles n'ont pas toujours les ressources humaines ou les compétences pour s'occuper seules de la mise en œuvre de projets d'envergure. Le travail bénévole peut aussi contribuer à réduire de manière considérable le coût des travaux. Un projet de lutte contre le myriophylle à épis a souvent un effet mobilisateur dans la collectivité qui y voit non seulement une manière de freiner la prolifération d'un envahisseur, mais également un outil de sensibilisation pour une protection d'ensemble de la santé environnementale d'un lac.
- **Un suivi adéquat.** Aucune stratégie de lutte n'est parfaite. Le myriophylle à épis est un envahisseur difficile à combattre et ses populations peuvent fluctuer énormément (± 75 %) d'une année à l'autre. La stratégie de départ doit donc être revisitée annuellement pour tenir compte de l'état des herbiers et du succès des opérations, d'autant plus que de nouveaux herbiers peuvent apparaître – la priorisation peut changer en cours de route. Il faut donc, dans la mesure du possible, refaire une carte des herbiers de myriophylle à épis sur une base annuelle ou, du moins, examiner attentivement, au retour du printemps et plus tard durant l'été, ceux qui ont fait l'objet d'un traitement.

LUTTE INTENSIVE, MAIS AUSSI LUTTE DE MAINTENANCE

Les associations de riverains et les municipalités profondément investies dans la lutte contre le myriophylle à épis consacrent beaucoup d'argent, de temps et d'efforts à la réduction de la superficie des herbiers formés par l'envahisseur. C'est ce qu'on appelle la *lutte intensive*, celle qui permettra d'atteindre l'objectif de départ. Elles oublient parfois que cette lutte sera suivie d'une autre, celle dite *de maintenance*, qui permettra de conserver les acquis en ce qui concerne la réduction de la superficie des herbiers. En effet, il y a toujours des plants de myriophylle à épis qui subsistent dans un lac et qui peuvent, en quelques années, redémarrer une invasion. Pour ne pas perdre l'investissement de la lutte intensive, il faut donc les arracher. Comme ils sont éparpillés et difficiles à trouver, la lutte de maintenance peut se poursuivre pendant plusieurs années, pour ne pas dire des décennies. Toutes choses relatives, la lutte de maintenance n'est pas très dispendieuse : elle représente, chaque année, de 10 à 15 % des montants investis dans la lutte intensive. La lutte de maintenance est toutefois et, de manière paradoxale, souvent plus difficile à financer. Cela s'explique par le fait qu'elle est récurrente et par le succès de la lutte intensive. En effet, comme le myriophylle à épis n'entrave plus les loisirs et que les fragments ne s'échouent plus sur les rives en abondance, les donateurs qui financent la lutte estiment qu'il n'y a plus de problèmes et qu'il n'est en conséquence plus nécessaire de contribuer à la lutte de maintenance. C'est une erreur qu'on regrette rapidement⁷.

3.3 Quelle méthode de lutte choisir?

Les méthodes de lutte recommandées contre le myriophylle à épis sont essentiellement la lutte mécanique par arrachage manuel et la lutte physique par bâchage. Le faucardage, l'herbicide et des méthodes non éprouvées sont également abordés dans la présente section.

L'arrachage : fastidieux, mais efficace

Arracher à la main les tiges de myriophylle à épis avec leurs racines est une méthode de lutte éprouvée par la science. La technique consiste à déterrer, lors d'une plongée sous-marine, le système racinaire des tiges, puis à recueillir toutes les tiges et les racines et à remonter le tout à la surface pour ensuite en disposer de manière sécuritaire (voir l'encadré [Que faire de toute cette biomasse](#) à la p. 32). C'est la technique de lutte qui a le moins d'effets sur l'environnement et qui est la plus sélective, car les plongeurs n'enlèvent que le myriophylle à épis et laissent en place les plantes indigènes.

Aussi simple soit-il, l'arrachage est fastidieux. Il faut posséder des équipements de plongée et recourir à des plongeurs qui ont les qualifications requises pour agir en toute sécurité. Les plongeurs travaillent toujours en groupe de deux minimum et doivent être assistés par une autre personne en surface pour recueillir les tiges et pour porter secours au besoin.

Lorsqu'elles sont éparses, c'est-à-dire espacées les unes des autres de plus de 10 m, les tiges et les racines arrachées peuvent être ensachées sous l'eau dans des sacs en filet avant d'être remontées à la surface. En présence d'herbiers vastes et denses, il est beaucoup plus rapide et efficace de faire appel à un système de succion qui remonte les tiges et les racines à la surface grâce à un tuyau manipulé par un plongeur. Il peut s'agir d'une plateforme flottante équipée d'un moteur hors-bord, d'une pompe mécanique agissant comme système de succion et d'un tamis qui recueille les tiges et les racines à la sortie du tuyau tout en laissant passer l'eau. Un système de la sorte n'est pas offert sur le marché, mais il est assez facile à confectionner.

LOI ET RÈGLEMENTS EN MATIÈRE DE PLONGÉE

Tout travail effectué en plongée sous-marine est strictement réglementé au Québec par la Loi sur la santé et la sécurité au travail (chapitre S-2.1), et plus particulièrement de la section XXVI.I du [Règlement sur la santé et la sécurité au travail](#) (chapitre S-2.1, r. 13). Les dispositions à respecter sont notamment que toute plongée doit être effectuée en équipe d'au moins trois plongeurs âgés d'au moins 18 ans, dont un en soutien dans une embarcation. Un plongeur ne peut légalement travailler sous l'eau plus de quatre heures par jour. Tous doivent avoir reçu une formation professionnelle dûment attestée. Tout plongeur doit aussi se soumettre régulièrement à un examen de santé effectué par un médecin de plongée. Tout membre de l'équipe de plongée doit recevoir une formation de secourisme en milieu de travail et une autre sur l'administration d'oxygène à un plongeur accidenté.

Il est important de noter que ces dispositions ont surtout été conçues pour protéger les plongeurs qui effectuent des travaux dangereux, comme sur un chantier de construction ou en eaux profondes. Le contexte de la lutte contre le myriophylle à épis est différent et un peu moins risqué à certains égards, notamment parce que l'intervention se fait en eau peu profonde.

Les plongées dites « scientifiques », soit celles effectuées pour récolter des spécimens ou des données à des fins scientifiques sous les auspices d'un établissement d'enseignement ou de recherche ou d'un organisme à but non lucratif, sont soumises à la *Norme régissant la pratique de la plongée à des fins scientifiques* de l'[Association canadienne des sciences subaquatiques](#) (ACSS). Cette norme est un peu plus souple quant à la formation que doit détenir un plongeur, mais un plongeur scientifique doit tout de même obtenir une certification avant d'effectuer un travail de cette nature et les procédures de sécurité demeurent strictes. Seuls les établissements membres de l'ACSS peuvent, en vertu d'un protocole précis détaillé dans la norme, effectuer la surveillance des plongées scientifiques.



**Plateforme flottante avec appareil de succion
(photographie : Vincent Gagné)**

Appareil de succion (en haut, à gauche, derrière le bidon d'essence rouge) ainsi que son tuyau et sa table tamis (à droite) sur laquelle repose un aquascope de couleur orange.

LES LACS GEORGE ET UPPER SARANAC : DES EXPÉRIENCES D'ARRACHAGE COLOSSALES

Les lacs George (11 000 ha) et Upper Saranac (1 900 ha), dans l'État de New York, figurent parmi les rares lacs en Amérique du Nord à avoir réduit de manière notable et surtout durable la superficie de leurs herbiers de myriophylle à épis. Cet exploit a été accompli grâce à de patientes corvées d'arrachage avec de grosses équipes de plongeurs qui ont permis de retirer au fil des années des milliers de kilogrammes de biomasse (figure 5). Comme ce sont des lacs de grande superficie et que les herbiers étaient à l'origine nombreux, l'effort a été titanesque.

Au lac George, de 1986 à 2020, plus de 40 000 heures-personnes de plongées avec appareils de succion ont permis de retirer 675 tonnes métriques de myriophylle à épis. Depuis 1986, plus de 100 000 m² d'herbiers ont aussi été bâchés. À la fin de l'été 2021, le myriophylle formait des herbiers denses dans 33 des 217 sites où la plante avait été recensée au départ. Les efforts de lutte ont donc porté leurs fruits, mais ils ont nécessité un investissement colossal de plus de 5,5 millions de dollars américains. Aussi, certains sites n'ont pas fait l'objet d'une bonne surveillance et il a fallu y retirer 95 tonnes métriques de myriophylle à épis en 2020 et 68 autres tonnes en 2021 pour que la situation ne dégénère pas davantage. Découragés, les gestionnaires remettent en question depuis 2022 ce programme de lutte et estiment qu'il faudrait plutôt se rabattre sur une solution chimique (herbicides) pour en diminuer les coûts. Cette solution est très controversée et l'association locale des riverains a obtenu, le 13 juin 2022, une injonction de la Cour suprême de l'État de New York pour empêcher toute pulvérisation d'herbicides avant la réalisation d'une analyse plus approfondie du dossier.

L'exemple du lac Upper Saranac est plus intéressant, car contrairement à ce qui s'est passé au lac George, les gestionnaires locaux n'ont jamais baissé la garde. La campagne de lutte, amorcée en 2004, a permis d'arracher plus de 22 tonnes métriques de myriophylle à épis les trois premières années, un effort de près de 35 000 heures-personnes de plongée. La biomasse dans le lac a ainsi été réduite de 97 %, un véritable coup de massue contre l'envahisseur. La lutte intensive a ensuite fait place à une lutte de maintenance qui se traduit depuis plusieurs années par une récolte estivale minime (20 kg en 2022). Ce travail est exemplaire quant à sa durabilité, mais il a tout de même engendré des déboursés totaux de plus de deux millions de dollars américains²⁶.

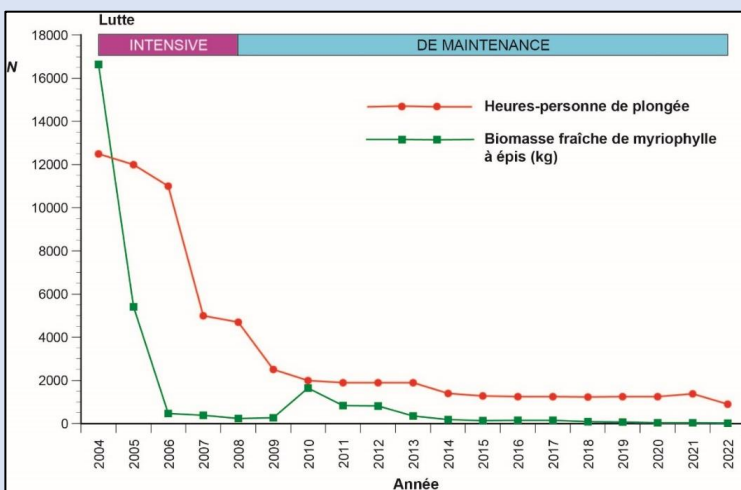


Figure 5. Effort d'arrachage et biomasse de myriophylle à épis retirée chaque année du lac Upper Saranac, à New York, aux États-Unis
(Source : [Upper Saranac Foundation](#))

On distingue clairement l'effort associé à la lutte intensive (2004-2008) de celui de la lutte de maintenance (depuis 2009). Même si très peu de myriophylle à épis a été retiré du lac dès 2006, l'effort de plongée est demeuré important jusqu'en 2008, car les plants, moins abondants, étaient alors plus difficiles à trouver.

Le bâchage : coûteux, mais permet de gagner du temps

Si l'arrachage est efficace, il ne peut être envisagé que pour de petits herbiers ou pour récolter des tiges éparses de myriophylle à épis. Au-delà d'une certaine superficie, soit entre 100 et 1 000 m² (selon la densité des tiges), il est nettement plus économique, efficace et rapide de recouvrir l'herbier d'une toile que l'on nomme barrière benthique. Il en existe de plusieurs types, mais au Québec, les toiles de fibre de verre enduites de polychlorure de vinyle non biodégradable, plus connues sous le nom commercial d'Aquascreen®, et celles en jute, une fibre végétale biodégradable, sont les plus utilisées contre le myriophylle à épis. Les toiles en géotextile, y compris celles spécifiquement conçues pour lutter contre des plantes aquatiques, ne sont pas recommandées pour une lutte de grande envergure. Elles sont probablement efficaces, mais il est très difficile de les retirer une fois qu'elles sont installées dans un lac, car elles sont imbibées d'eau. Un géotextile ne se décompose pas, ou se décompose très lentement. Ces toiles sont surtout utiles pour empêcher la croissance de plantes aquatiques en des points précis, comme autour d'un quai.

Contrairement à la croyance répandue, les barrières benthiques ne bloquent pas l'accès à la lumière pour la plante. Elles forment plutôt des obstacles physiques à sa croissance. Les tiges ne parviennent pas à émerger du sol au printemps ou si elles le font, elles ne peuvent pas se déployer. Comme il ne fait pas de photosynthèse, le myriophylle à épis ne peut pas regarnir ses réserves en sucre et meurt.

Le bâchage est non sélectif et tue toutes les plantes en présence. L'impact de l'utilisation de bâches sur le milieu aquatique a été peu documenté et soulève des questionnements. Certains effets possibles sur le milieu, notamment sur la faune benthique et sur les échanges entre les sédiments et la colonne d'eau, sont appréhendés.

UN SEUIL POUR BÂCHER LES HERBIERS?

Existe-t-il un seuil précis à partir duquel il est avantageux de bâcher un herbier de myriophylle à épis? Sous l'angle strictement opérationnel, le bâchage devient beaucoup plus efficace que l'arrachage lorsque le couvert relatif du myriophylle à épis est supérieur à 50 % et que la superficie à traiter fait plus de 1 000 m². La hausse des coûts de main-d'œuvre depuis 2020 rend l'usage des toiles de plus en plus avantageux d'un point de vue économique, même sur des superficies aussi petites que 100 m². En revanche, lorsque le couvert relatif du myriophylle à épis est inférieur à 50 %, l'arrachage est souvent préférable au bâchage pour préserver les plantes indigènes qui feront obstacle au retour de l'envahisseur, mais tout dépend de l'envergure de l'herbier à traiter.

La lutte contre le myriophylle à épis sur une trop grande proportion des herbiers de plantes aquatiques d'un plan d'eau va réduire l'habitat disponible pour les espèces fauniques qui utilisent les herbiers. À l'opposé, pour que la lutte soit efficace dans la réduction du myriophylle à épis, les efforts initiaux doivent être intensifs et les herbiers doivent être traités sur la totalité de leur superficie. Le défi est donc de concilier ces deux aspects. Il serait souhaitable de déterminer une superficie ou une proportion maximale d'herbiers qui peut être bâchée au même moment ou dans une année dans un plan d'eau selon l'impact sur l'habitat et la faune. Il n'y a malheureusement pas de données scientifiques qui permettent d'orienter les biologistes sur cette question.

Les données sur les superficies bâchées avec toiles de jute au Québec (voir la section [Le bâchage avec toile de jute](#) à la p. 28) font état de proportions somme toute modestes quant à la superficie totale traitée dans un plan d'eau (entre 0,01 et 10 %, souvent sur plusieurs années) et donc de risques relativement limités pour le milieu.

Il est fortement suggéré de demander l'avis d'un professionnel de la lutte avant d'élaborer une stratégie d'arrachage ou de bâchage pour s'assurer qu'elle sera adéquate et efficace, tout en minimisant les effets non souhaités sur les autres espèces et le milieu.

Le bâchage avec toile de fibre de verre : une technologie éprouvée

La toile de fibre de verre est une technologie assez ancienne. Elle a été déployée aux États-Unis contre le myriophylle à épis dès la fin des années 1970. Au Québec, cette méthode de lutte est utilisée depuis 2017 contre le myriophylle à épis. Ces toiles synthétiques ont été installées dans plus d'une dizaine de lacs.

Cette barrière benthique est tissée comme une moustiquaire. Grâce à ses perforations, elle laisse passer les gaz qui s'échappent du fond de l'eau, ce qui fait en sorte que la toile ne se soulève pas, ou très peu. C'est important, car pour qu'une toile puisse empêcher le myriophylle à épis de pousser, elle doit être bien plaquée au sol et y demeurer. Autrement, la plante va croître sous la toile et survivre. Les mailles doivent toutefois être petites, avec au moins 60 perforations au centimètre carré, sinon, les tiges peuvent s'infiltrer dans les trous. Ce type de toile ne se soulève guère et ne requiert qu'un lest minimal, habituellement sous la forme de quelques tiges d'acier que l'on dépose sur le dessus pour s'assurer que la toile reste bien en place.

Le bâchage doit préférablement se faire tôt au printemps (du début mai à la mi-juin), c'est-à-dire avant que les tiges ne soient trop grandes, et l'herbier bâché doit être entièrement recouvert. Avec ce type de toile, la durée du bâchage est d'au moins 10 semaines. À la fin de cette période ou de la saison estivale, les toiles

et le matériel de lest sont retirés. Un arrachage d'appoint des tiges résiduelles qui se situent au pourtour ou qui s'infiltrent entre les toiles doit absolument être effectué pour garantir un maximum d'efficacité. Après le retrait des toiles, on peut assister à une recolonisation rapide, en moins d'un an, des surfaces débâchées par des plantes aquatiques nord-américaines... et parfois aussi par le myriophylle à épis! Il faut donc demeurer vigilant. La toile de fibre de verre a localement un effet important sur le nombre (réduction) et la composition (appauvrissement) des assemblages d'invertébrés benthiques, mais cet effet s'estompe beaucoup l'année qui suit le débâchage. Il y a très peu de travaux sur l'effet d'un bâchage sur les caractéristiques du sol et de l'eau²⁷.



Plateforme flottante qui peut être utilisée à la fin de l'été pour retirer du fond de l'eau une toile de fibre de verre (photographie : Vincent Gagné)

Au printemps, les toiles sont déposées enroulées au fond de l'eau par des plongeurs, puis sont déroulées sur la surface du sol à l'emplacement exact où se trouve un herbier de myriophylle à épis.

DOIT-ON NETTOYER SOUS L'EAU LES BARRIÈRES BENTHIQUES?

Dans les plans d'eau avec beaucoup de particules en suspension dans l'eau, on peut craindre qu'une couche de sédiments ne s'accumule rapidement sur les toiles, ce qui pourrait réduire leur efficacité. Une étude expérimentale en laboratoire²⁸ a en effet montré qu'une couche de 4 cm d'épaisseur de sédiments est suffisante pour permettre à un fragment de myriophylle à épis de s'enraciner. Si, localement, une accumulation de plus de 4 cm devait être constatée sur une toile en un seul été, il y aurait donc lieu de reconsidérer l'usage de barrières benthiques. Le temps de résidence d'une toile de fibre de verre, soit environ 10 semaines, n'est pas suffisamment long pour permettre une telle accumulation. Quant à son éventuel nettoyage sous l'eau durant l'été pour s'assurer que cela ne se produise pas, il faudrait le faire avec un appareil à succion puissant qui risque de déloger les toiles et de les endommager. Cette procédure n'est donc pas recommandée.

La toile de fibre de verre a plusieurs avantages :

- Elle est réutilisable, jusqu'à une dizaine d'étés consécutifs si elle est bien nettoyée après usage, réparée au besoin et entreposée dans de bonnes conditions.
- Elle est assez facile à déployer. Une équipe de trois personnes comprenant deux plongeurs expérimentés peut installer jusqu'à 1 000 m² de toiles en une seule journée de travail.
- Comme elle est vendue en petites bandes de 2 m sur 30 m, on peut la couper, puis faire des agencements de bandes sur les herbiers qui minimisent les pertes. On prévoit donc l'achat d'environ 1,3 à 1,4 m² de toile pour chaque mètre carré d'herbier à bâcher.

- Elle est très efficace contre le myriophylle à épis, et cette efficacité a été démontrée par plusieurs études scientifiques indépendantes.
- Elle demeure peu de temps en place, ce qui permet aux zones débâchées de retrouver rapidement leur naturalité.

Elle a néanmoins aussi des inconvénients :

- Elle est assez coûteuse à l'achat (2022 : 7 dollars canadiens le mètre carré, avant taxes), quoique cet investissement peut être amorti sur plusieurs années.
- Elle nécessite de la préparation (couture).
- La main-d'œuvre (plongeurs) est requise deux fois, au printemps et à la fin de l'été.
- Après leur retrait de l'eau, le nettoyage et la réparation des toiles représentent chaque année et à eux seuls près de la moitié des coûts d'utilisation, et il faut disposer d'un espace d'entreposage, ce qui peut engendrer des frais.
- Elle semble moins efficace sur substrat sablonneux, rocheux ou accidenté.

Pour en savoir plus :

- [Guide pratique pour la lutte contre le myriophylle à épis](#) – Association des riverains du lac des Abénaquis

LE LAC DES ABÉNAQUIS : UNE EXPÉRIENCE DE BÂCHAGE UNIQUE EN AMÉRIQUE DU NORD

Le lac des Abénaquis (120 ha), dans la municipalité de Sainte-Aurélie, au Québec (région de Chaudière-Appalaches), est peut-être le lac nord-américain où l'usage de la toile de fibre de verre contre le myriophylle à épis a été le plus systématique et le mieux encadré par des scientifiques. La plante a été aperçue une première fois dans ce lac en 2013. Amorcée en 2016, la campagne de lutte a permis de bâcher sur une période de cinq ans plus de 2,5 ha d'herbiers et d'arracher près de 18 tonnes métriques de myriophylle à épis (figure 6). En 2021, les herbiers avaient complètement disparu et la biomasse de l'envahisseur avait été réduite de 97 %. C'est le même résultat qu'au lac Upper Saranac, mais le bâchage a permis d'y arriver à moindre coût, toutes proportions gardées. On constate par cet exemple qu'il est possible de lutter efficacement contre le myriophylle à épis, mais cela requiert un effort considérable qui doit faire l'objet d'une concertation entre plusieurs intervenants (association de riverains, municipalité, entreprises). Ce type de lutte nécessite également un investissement de départ substantiel pour l'achat d'une quantité suffisante de toiles⁷.

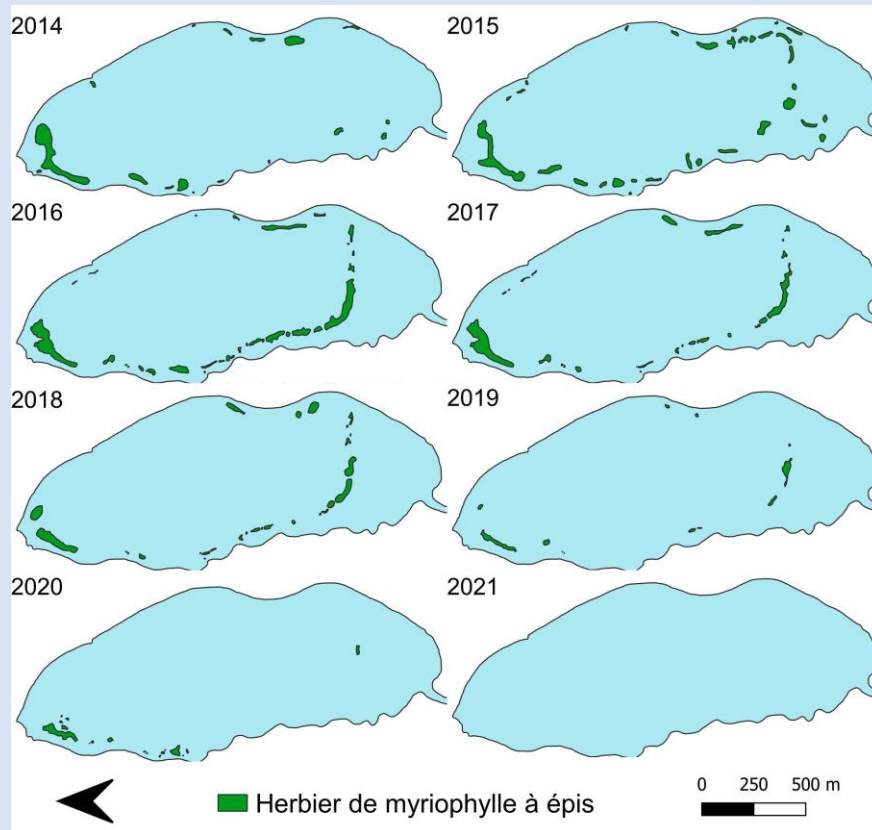


Figure 6. Évolution des herbiers de myriophylle à épis au lac des Abénaquis de 2014 à 2021

La lutte avec toiles de fibre de verre a débuté en 2016.

(Source : Gagné [2021])

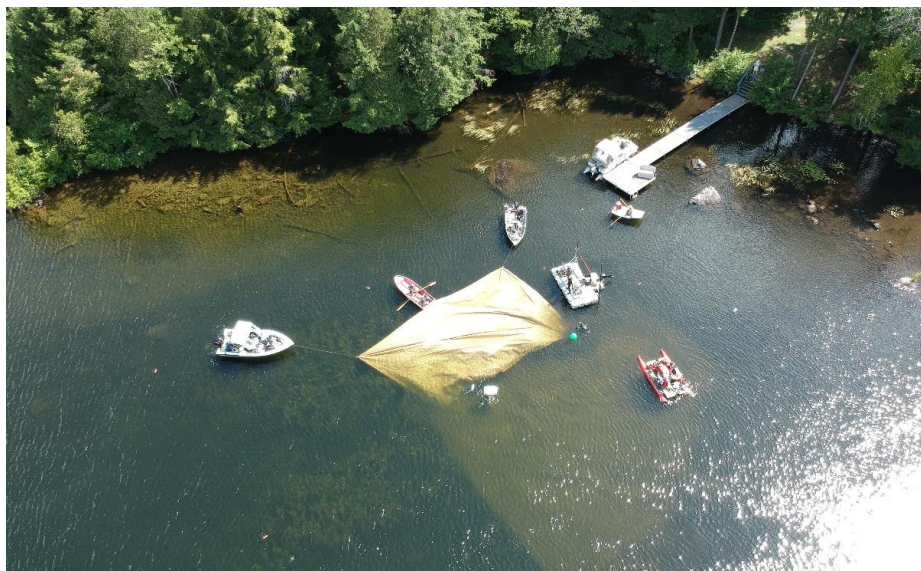
Le bâchage avec toile de jute : pour les herbiers de grandes dimensions

La toile de fibre de jute est un matériau de bâchage qui peut être utilisé comme barrière benthique. On s'en sert à l'occasion en Europe pour lutter contre les plantes aquatiques de la famille des *Hydrocharitaceae* (élodées, naïades, etc.). Ce n'est qu'au Québec que ce type de toile est déployé pour bâcher des herbiers de myriophylle à épis, en particulier ceux qui sont de grandes dimensions. C'est, et de loin, la méthode la plus utilisée dans la province contre cet envahisseur. Depuis 2012, des toiles de jute ont été installées dans une vingtaine de lacs et, au total, près de 40 ha d'herbiers ont été bâchés, ce qui représente environ 0,3 % de la superficie de tous ces lacs (localement : entre 0,3 et 10,3 %; médiane : 0,6 %). L'effort de bâchage avec le jute est surtout important dans les régions de l'Estrie et de l'Outaouais, avec un total d'environ 32 ha. Le lac Waterloo, d'une superficie totale de 146 ha, est celui où la superficie bâchée (2021 et 2022) est la plus grande au Québec avec 8,7 ha²⁹.

Tout comme la toile de fibre de verre, la toile de jute, dont le poids est d'environ 340 g par mètre carré, agit comme écran physique. Elle doit elle aussi être bien plaquée au sol pour être efficace. La toile de jute comporte, comme tout tissu, de petites mailles qui laissent passer les gaz. Malgré cela, elle se soulève assez facilement et il est donc nécessaire de la lester pour qu'elle demeure fermement au sol, ce que l'on fait le plus souvent avec des sacs remplis de sable ou de gravier.

Le bâchage avec jute se fait durant l'été. L'herbier bâché doit idéalement être recouvert dans sa totalité au même moment, mais cette opération peut s'étendre sur deux ou trois années dans le cas des très grands herbiers. La toile de jute reste sur place, été comme hiver, puis se décompose peu à peu. Il n'est donc pas nécessaire de la retirer. Avant de disparaître, trois à quatre ans après son installation, elle a néanmoins eu le temps de tuer le myriophylle à épis qui en a été recouvert. Tout comme pour la toile de fibre de verre, un arrachage d'appoint des tiges résiduelles qui se situent au pourtour ou qui s'infiltrèrent dans les perforations des toiles doit absolument être effectué pour garantir un maximum d'efficacité. Il arrive aussi parfois qu'un fragment qui se dépose sur une toile de jute parvienne à s'enraciner.

On ne connaît pas les effets du bâchage avec jute sur les invertébrés benthiques ni sur les caractéristiques du sol et de l'eau. Une hypothèse probable est que les effets démontrés des toiles synthétiques sur les assemblages d'invertébrés benthiques s'appliquent aussi pour le jute, mais les données sur ce matériel de bâchage sont presque inexistantes. On peut supposer que les effets de la toile de jute s'estompent peu à peu avec la dégradation de celle-ci, soit au cours de la deuxième et de la troisième année qui suit la pose³⁰.



Déploiement d'une toile de jute (photographie : RAPPEL – Coop)

Une fois imbibée d'eau, la toile est déposée à l'emplacement prévu, donc sur un herbier de myriophylle à épis, grâce à une équipe en surface et à des plongeurs qui maintiendront bien tendue la toile jusqu'à destination.

La toile de fibre de jute a plusieurs avantages :

- Elle est peu coûteuse à l'achat (2022 : 2 à 3 dollars canadiens le mètre carré, avant taxes).
- Elle peut être confectionnée sur mesure pour bien épouser la forme de l'herbier à recouvrir. On peut couvrir avec une seule toile jusqu'à 320 m². Au-delà de cette superficie, les manipulations lors de la pose deviennent complexes. Il faut cependant prévoir de 1,5 à 1,7 m² de toile pour chaque mètre carré d'herbier à bâcher, soit un peu plus que pour la toile de fibre de verre, puisque les herbiers ne sont pas de forme rectangulaire. Toutefois, plus l'herbier à bâcher est grand, moins les pertes seront importantes.
- Étant donné sa taille, la toile de jute est un peu moins facile à déployer que la toile de fibre de verre et demande donc plus de personnel. Cet inconvénient peut se transformer en avantage en

mobilisant des bénévoles pour les opérations en surface, ce qui permet d'impliquer des citoyens dans la lutte. De plus, l'opération ne se fait qu'une seule fois, puisqu'on ne retire pas une toile de jute une fois qu'elle est installée. Enfin, avec des équipes de plusieurs personnes, on peut installer jusqu'à 3 000 m² de toile de jute en une seule journée.

- Elle demeure en tout temps en place et peut donc agir lors de printemps précoces (l'année qui suit son installation) ou automnes tardifs, moments où le myriophylle à épis peut poursuivre sa croissance. Les zones bâchées sont moins propices au retour de l'envahisseur tant et aussi longtemps que les toiles ne se sont pas décomposées.

Elle a néanmoins aussi des inconvénients :

- Elle est d'usage unique et son achat ne peut donc pas s'amortir sur plusieurs années.
- Le gouvernement du Québec et, plus particulièrement, les directions générales de la gestion de la faune exigent depuis 2018 le retrait du matériel de lest utilisé pour maintenir les toiles de jute bien plaquées au sol (voir l'encadré ci-après). Par exemple, le lest granulaire peut être déposé dans des sacs non dégradables afin de permettre leur retrait du plan d'eau après usage. Le retrait se fait le plus souvent une année après la pose de la toile. La procédure est toutefois laborieuse et peut représenter environ 17 % des frais engendrés par la lutte.
- Étant donné que les toiles restent en place, il peut, au fil des ans, y avoir des fragments de myriophylle à épis qui s'enracinent sur la toile.
- Son efficacité n'est toujours pas démontrée d'un point de vue scientifique pour le cas particulier du myriophylle à épis. Tout indique que la toile de jute réduit de manière importante le couvert de l'envahisseur, mais les indices à cet effet reposent sur les observations de terrain des organismes ou des entreprises qui déploient des toiles à la demande d'associations ou de municipalités.
- On ne connaît pas les conséquences environnementales de la présence et de la décomposition d'une toile de jute sur le milieu benthique ou sur la qualité de l'eau, tant est qu'il y en ait. Aucune n'a été rapportée à ce jour, mais les superficies bâchées avec des toiles de jute demeurent somme toute modestes par rapport à la superficie totale des plans d'eau concernés³¹.

LE PROBLÈME DU LEST DES TOILES DE JUTE

Une toile de jute a tendance à se soulever par endroits sous l'effet des gaz qui s'échappent du fond de l'eau. Le ballonnement des toiles nuit à leur efficacité et il est donc nécessaire de les lester, le plus souvent avec des sacs remplis de sable ou de gravier propre (de 0,75 à 4,50 kg) à une densité d'un sac par cinq mètres carrés de toile. Une lutte avec toile de jute peut donc se traduire par l'introduction dans le lac d'une quantité appréciable de sable ou de gravier, soit de 1,5 à 9 tonnes métriques par hectare de toile.

Les toiles de jute étaient initialement lestées avec des sacs en jute. L'avantage de ces sacs est qu'ils se décomposent et qu'il n'est donc pas nécessaire de les retirer du lac. L'inconvénient est qu'ils laissent sur place le lest. Plusieurs spécialistes de la faune considèrent qu'un tel ajout de matériaux granulaires peut porter préjudice à l'habitat du poisson, car assimilable à un remblai. C'est pourquoi depuis 2018 il est exigé que le lest soit retiré du plan d'eau après usage³².

Que la superficie bâchée soit petite ne rend pas forcément le lest plus acceptable pour l'environnement, mais on pourrait considérer son effet marginal, d'autant plus que le bâchage, s'il est bien fait, demeure une intervention non récurrente. Il est malheureusement impossible, dans l'état des connaissances actuelles, de fixer un seuil en deçà duquel laisser le lest en place serait une pratique acceptable d'un point de vue environnemental, en particulier pour l'habitat du poisson. En revanche, on sait que le retrait du matériel de lestage est une opération laborieuse. Dans les lacs à l'eau très turbide, il est difficile de récupérer tout le matériel. Le coût supplémentaire requis peut avoir pour effet de réduire l'envergure de certains projets.

LE LAC O'MALLEY : LE JUTE, JUSQU'AU BOUT

Le lac O'Malley (17 ha), dans la municipalité d'Austin, au Québec (région de l'Estrie), est sans doute le plan d'eau nord-américain où l'usage de la toile de jute contre le myriophylle à épis a été le plus systématique. La plante a été observée une première fois dans ce lac en 2005. En 2010, les herbiers couvraient plus de 1,4 ha (figure 7). Entre 2011 et 2017, la lutte s'est essentiellement limitée à du faucardage. À partir de 2014, cette méthode a été peu à peu remplacée par du bâchage avec toiles de jute et par de l'arrachage manuel d'appoint. En 2022, chaque herbier du lac avait été bâché au moins une fois. Le bâchage a permis d'éliminer tous les herbiers de myriophylle à épis et il ne subsistait, en 2022, que des plants épars. Toutes les toiles installées entre 2014 et 2019 étaient, en 2022, complètement décomposées ou entièrement recouvertes de sédiments ou par des plantes indigènes, comme le potamot de Robbins. La lutte intensive est terminée et a fait place, à partir de 2023, à une lutte de maintenance avec arrachage manuel. Le bâchage couplé à de l'arrachage peut permettre de lutter efficacement contre le myriophylle à épis, du moins dans de petits plans d'eau. Que ce soit avec la toile de fibre de verre ou avec celle de jute, une opération de cette nature requiert néanmoins une excellente planification et un effort soutenu pendant plusieurs années³³.

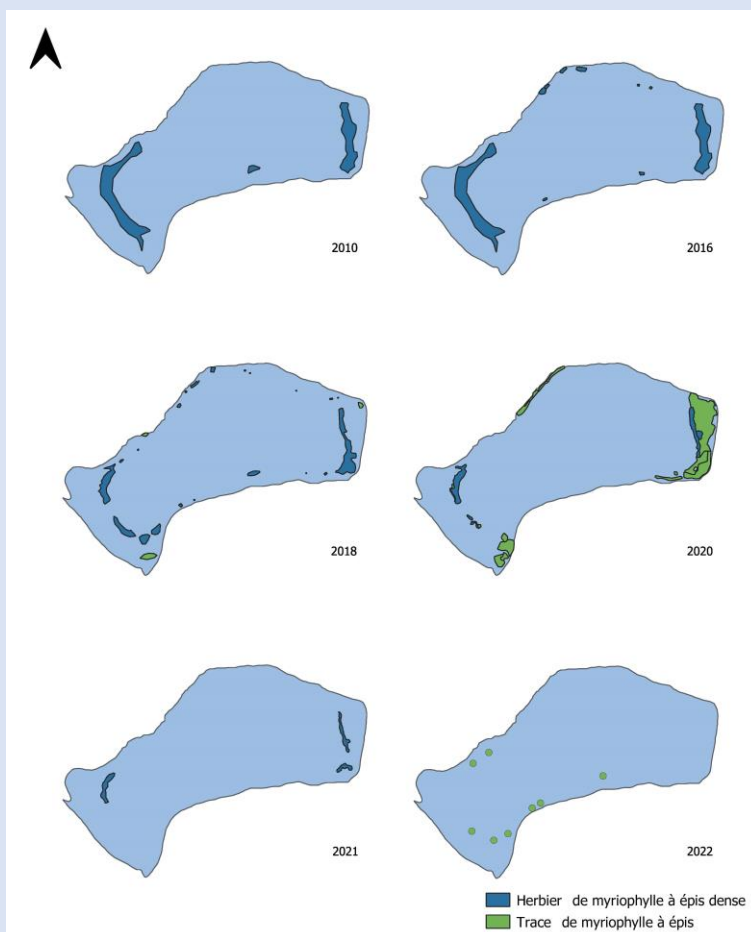


Figure 7. Évolution des herbiers de myriophylle à épis au lac O'Malley de 2010 à 2022

La lutte avec toiles de jute a débuté en 2014.

(Source : Côté et Isabelle [2022])

Le faucardage : une solution pour préserver certains usages

Tondre le myriophylle à épis avec un engin tout en récoltant ses tiges au passage pour ensuite en disposer est une méthode de lutte fréquemment envisagée par les associations de riverains et les municipalités. On présume qu'en fauchant les tiges sur une base régulière, on épuisera la plante qui finira par disparaître. La réalité est bien différente : cette méthode, testée à de nombreuses reprises, ne parvient pas à éradiquer le myriophylle à épis.

La fauche du myriophylle à épis, qu'on appelle aussi faucardage, ne donne pas les résultats escomptés, car elle ne peut pas se faire, pour des raisons opérationnelles, à une fréquence suffisamment élevée pour épuiser la plante. Un épuisement serait par ailleurs théorique : une fauche réduit la production de sucres par processus de photosynthèse puisqu'il y a moins de tissus végétaux pour en faire, mais les tiges ne sont jamais coupées dans leur totalité. Celles qui subsistent repoussent après la fauche, puis continuent à faire de la photosynthèse, ce qui permet à la plante de survivre. Le faucardage de plantes dans un plan d'eau n'est pas une action qui contribue à sa restauration ou qui apporte un bénéfice important à la qualité des habitats et à la santé du lac. Aussi, la fauche génère beaucoup de fragments qu'il est impossible de récolter dans leur totalité. Dans les lacs faucardés, il y a donc autant de périodes de fragmentation qu'il y a de passages de la faucardeuse, et non pas une seule période, à la fin de l'été, lorsque le myriophylle à épis se fragmente naturellement. La multiplication des fragments augmente la probabilité de création de nouveaux herbiers. Enfin, le faucardage peut engendrer la mort de plusieurs poissons, parfois par centaines, et toute demande d'autorisation peut en conséquence faire l'objet d'un examen attentif par des spécialistes de la faune aquatique.

Les expériences scientifiques sur le sujet montrent qu'un faucardage bien effectué avec un engin de bonnes dimensions permet de retirer du lac une quantité importante de biomasse. Cet effet persiste un certain temps, mais il est plus durable si le faucardage est répété au moins une autre fois durant l'été, et même idéalement à trois ou quatre reprises au cours d'une même saison chaude. Un régime intensif de fauches pendant plusieurs années consécutives se traduit généralement par une diminution appréciable de la biomasse, mais il suffit de cesser le faucardage pour revenir en peu de temps, peut-être même dès l'été suivant, à la situation qui prévalait au départ³⁴.

Le faucardage n'est donc pas une méthode qui donne des résultats durables contre le myriophylle à épis. Il y a peu de situations où il est justifié de recourir à cette méthode. Dans le cas d'un plan d'eau où l'envahissement est massif et occupe une grande proportion de sa superficie, le myriophylle à épis peut cependant nuire considérablement à la pratique d'activités de plein air. Le faucardage est alors pratiquement la seule méthode de lutte envisageable d'un point de vue économique, même si elle est relativement onéreuse. L'objectif est alors de réduire localement l'abondance du myriophylle à épis et de permettre le retour de certains usages, comme la pratique de la navigation de plaisance. Les zones faucardées doivent être spécifiquement ciblées pour répondre à cet objectif. Si le myriophylle à épis envahit un bassin utilisé pour la pratique d'un sport comme l'aviron, le faucardage demeure également la seule solution pour remédier au problème à très court terme, à défaut de pouvoir utiliser un herbicide puissant.

QUE FAIRE DE TOUTE CETTE BIOMASSE?

Un des obstacles au faucardage est la disposition récurrente d'une énorme quantité de biomasse. La meilleure solution est d'expédier cette biomasse dans une installation industrielle équipée pour faire du compostage, ce qui est légalement permis de faire au Québec, même pour des plantes aquatiques exotiques envahissantes. De telles installations ne sont pas présentes partout sur le territoire. Dans les collectivités rurales éloignées des grands centres, le compostage n'est peut-être pas économiquement viable en raison du coût du transport. Mais est-il risqué de composter le myriophylle à épis? Même si la dévitalisation des tiges et plus particulièrement des semences de myriophylle à épis par procédé de compostage n'a pas à ce jour été étudiée, il est fort peu probable qu'il y ait un risque si le compostage est effectué dans une usine conçue à cet effet. En effet, le compostage génère, dans les installations industrielles, des températures élevées (de 55 à 70 °C) qui dévitalisent toutes les semences de plantes vasculaires. Il est aussi très improbable que les tiges de myriophylle à épis résistent à de telles températures. Enfin, le compost ainsi généré n'est pas destiné à être épandu dans l'eau. On peut donc composter sans danger le myriophylle à épis, pourvu que cela se fasse dans une installation industrielle³⁵. La biomasse peut également être acheminée vers un lieu d'enfouissement technique ou tout autre mode d'élimination ou de valorisation permis ou encadré dans une autorisation du MELCCFP.

Le faucardage doit absolument se faire avec une machine spécifiquement conçue à cet effet qui non seulement coupe le myriophylle à épis, mais également le ramasse, puis le transborde à terre de manière efficace et sécuritaire. Les petits faucardeurs domestiques que l'on installe sur une chaloupe ne ramassent

pas les tiges coupées et ne devraient pas être utilisés. Le principal fournisseur de faucardeurs sur le marché canadien (Aquamarine, à Oakville, en Ontario) vend des modèles éprouvés dont le prix varie entre 113 000 et 323 000 dollars canadiens avant taxes (prix de 2022). À ce prix, il faut ajouter celui du convoyeur (de 47 000 à 81 000 dollars canadiens avant taxes) qui permet d'effectuer le transbordement de la biomasse. En outre, opérer un faucardeur est également assez coûteux.

LE LAC BOIVIN : FAUCARDAGE MUNICIPAL

Le lac Boivin (190 ha) est situé au cœur de la ville de Granby, dans la région de l'Estrie, au Québec. Il est occupé par le myriophylle à épis depuis au moins 1979. En 2012, l'envahisseur occupait plus de 70 % de la superficie du lac. Comme le lac est beaucoup utilisé pour la navigation de plaisance avec de petites embarcations et que les usagers se plaignaient des odeurs générées par la plante, la Ville s'est équipée en 2016 d'un faucardeur et d'un convoyeur pour la somme de 157 000 dollars canadiens afin de réduire la biomasse des plantes aquatiques dans le lac pendant la saison estivale. Deux fauches ont lieu chaque été, entre le 25 juin et le 1^{er} novembre. La biomasse retirée du lac, constituée en majeure partie de myriophylle à épis, est impressionnante, totalisant de 100 à 140 tonnes métriques chaque année sur une superficie de 38 ha. Cette biomasse est expédiée dans un site d'enfouissement. Le faucardage ne règle pas le problème du myriophylle à épis, mais permet de réduire localement son abondance. L'espace libéré de myriophylle à épis est toutefois de plus en plus occupé par d'autres plantes aquatiques, comme la cornifle nageante. Le faucardage engendre des déboursés annuels de 64 000 dollars canadiens³⁶.



Faucardeur de la Ville de Granby, au lac Boivin (photographie : Ville de Granby)

L'herbicide : option limitée

Étant donné l'absence de choix quant aux herbicides homologués au Canada contre le myriophylle à épis, leur toxicité et la sévérité du contexte réglementaire, il n'est pas recommandé d'explorer cette avenue dans les plans d'eau du Québec. Il est également probable qu'elle ne soit pas non plus acceptée par les collectivités locales.

Du côté des États-Unis, la lutte chimique est, de loin, celle qui est la plus utilisée contre le myriophylle à épis. Les bilans les plus récents sur le succès de la lutte sont très partagés. Certains chercheurs soutiennent que les herbicides ont plus d'effets sur les plantes indigènes que sur l'envahisseur, alors que d'autres avancent que seuls des traitements répétés sur plusieurs années ont un impact tangible sur le myriophylle à épis³⁷.

En avril 2023, un seul herbicide était dûment homologué au Canada contre le myriophylle à épis. Il a pour ingrédient actif le **diquat** (sous forme de sel de dibromure)³⁸. Il s'agit d'un herbicide de contact non sélectif qui ne rejoint pas les racines, ce qui est un inconvénient avec le myriophylle à épis. Les rares études indépendantes de terrain faites avec cet herbicide montrent que le diquat sous forme de sel de dibromure semble malgré tout assez efficace pour réduire rapidement la biomasse du myriophylle à épis au-dessus

de la surface du sol. Une seule application n'est toutefois pas suffisante pour juguler une invasion³⁹. La synthèse des données sur la toxicité de cette matière active, disponible dans [SAgE pesticides](#), indique un niveau de toxicité généralement modéré pour les organismes non ciblés⁴⁰. Le risque est toutefois variable selon les organismes (faune, plantes aquatiques et algues). Le potentiel de persistance du produit dans l'environnement est élevé. Une étude effectuée par des chercheurs canadiens et publiée en 2018 a montré que le diquat sous forme de sel de dibromure a un effet létal sur plusieurs espèces de plantes flottantes, même à de faibles concentrations⁴¹. L'utilisation du diquat sous forme de sel de dibromure est par ailleurs interdite dans les pays de l'Union européenne depuis 2018 en raison d'un risque élevé pour les travailleurs et les résidents au pourtour des exploitations agricoles où l'herbicide est pulvérisé⁴².

Une demande d'homologation a été déposée en 2019 à Santé Canada pour un autre herbicide contre le myriophylle à épis. Sa matière active est le **florpyrauxifène-benzyle**⁴³. Le 15 décembre 2022, l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire du Canada (ARLA) a proposé au gouvernement canadien son homologation⁴⁴. Selon l'ARLA, cet herbicide serait efficace, mais aussi relativement peu toxique pour l'environnement et plus sélectif dans son action. Il endommage les plantes indigènes aquatiques, mais dans une moindre mesure que les autres herbicides, et l'effet ne serait que de courte durée. C'est du moins l'avis de l'ARLA qui se fonde essentiellement sur les données fournies par le fabricant ainsi que celles de l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis, de son équivalent de l'État du Massachusetts, du département de l'Agriculture du Minnesota et du département des Ressources naturelles du Wisconsin⁴⁵.

La littérature scientifique indépendante est malheureusement peu abondante sur cet herbicide, surtout utilisé à ce jour pour combattre les plantes nuisibles dans les rizières. Une étude soulève des doutes sur sa capacité à atteindre les racines de myriophylle à épis⁴⁶. En date de 2022, il n'existe en outre qu'une seule preuve d'efficacité en milieu naturel publiée dans une revue scientifique avec comité de lecture⁴⁷. Le travail, effectué au Minnesota dans un petit lac (62 ha), montre que l'herbicide a été efficace pour réduire rapidement (en six semaines) le couvert du myriophylle à épis. Les herbiers ont néanmoins augmenté de nouveau en superficie dès l'année qui a suivi la pulvérisation. Les autres plantes du lac ont été peu affectées par l'herbicide. Deux autres études, effectuées par des firmes de consultants dans un lac de l'État de New York (5 260 ha) et un autre du Vermont (99 ha), arrivent au même résultat⁴⁸. À ce jour, les preuves de sélectivité reposent pour l'essentiel sur un petit nombre de travaux réalisés en laboratoire. L'étiquette du produit vendu aux États-Unis est par ailleurs explicite sur le fait qu'il s'attaque non seulement au myriophylle à épis, mais également à des plantes nord-américaines comme la brasénie de Schreber (*Brasenia schreberi*), la cornifle nageante et le myriophylle à feuilles variées (*Myriophyllum heterophyllum*). Le traitement d'un hectare d'herbier de myriophylle à épis avec cet herbicide pourrait coûter environ 10 000 dollars canadiens annuellement⁴⁹.

D'ici à la décision officielle d'homologation, des données supplémentaires pourraient être exigées afin de répondre à certaines questions soulevées dans le cadre de ce processus.

Tableau 1. Synthèse des principales méthodes de lutte contre le myriophylle à épis

Méthode	Avantages	Inconvénients	Efficacité	Effet environnemental	Coût
Inaction	Déclin naturel du myriophylle à épis possible, même sans intervention	Déclin naturel imprévisible et non durable	Inconnue dans les faits puisque les causes d'un déclin naturel sont elles-mêmes inconnues	Variable selon l'envergure de la population de myriophylle à épis en présence	Nul
Arrachage manuel	Mise en œuvre relativement peu complexe	Requiert une main-d'œuvre spécialisée (plongeurs) Herbiers souvent trop vastes ou trop denses pour être arrachés efficacement, même avec l'aide d'un appareil à succion	Élevée à court terme (quelques jours), mais largement tributaire de la qualité du travail des plongeurs et de la visibilité (turbulence de l'eau)	Presque nul si les plongeurs savent distinguer le myriophylle à épis des autres plantes	Faible pour l'équipement Très élevé pour les opérations (main-d'œuvre : plongeurs professionnels)
Bâchage avec toiles de fibre de verre	Technologie éprouvée et testée scientifiquement Toiles réutilisables	Toiles chères à l'achat Nettoyage annuel des toiles fastidieux et coûteux Requiert une main-d'œuvre spécialisée (plongeurs)	Élevée à moyenne – long terme (quelques années), pourvu qu'un suivi et qu'un arrachage d'appoint soient effectués	Élevé pour les invertébrés et les plantes (mortalité) lors de la période de bâchage de 10 semaines, mais effet peu durable et retour à la situation qui prévalait avant le bâchage (sauf myriophylle à épis) dès la saison de croissance suivante	Élevé pour l'équipement (toiles), mais le coût peut être amorti sur plusieurs années puisque les toiles sont réutilisables Modéré pour les opérations (main-d'œuvre)
Bâchage avec toiles de fibre de jute	Toiles décomposables n'ayant pas besoin d'être retirées Toiles moins chères que celles en fibre de verre	Technologie non testée scientifiquement Toiles non réutilisables Toiles qui doivent être abondamment lestées pour rester bien plaquées au sol	Élevée à moyenne – long terme (quelques années), pourvu qu'un suivi et qu'un arrachage d'appoint soient effectués	Inconnu , car non étudié Les toiles demeurent en place peut-être plus longtemps que nécessaire (2 à 3 ans)	Modéré pour l'équipement (toiles) Modéré pour les opérations (main-d'œuvre)
Faucardage	Effet immédiat et très visible Utile pour le maintien d'usages (p. ex., la navigation)	Aucun effet durable sur les populations de myriophylle à épis	Immédiate , mais de courte durée (quelques semaines)	Modéré car possible mortalité de poissons et génère beaucoup de fragments qui peuvent propager le myriophylle à épis	Très élevé pour l'équipement (faucardeur) Modéré pour les opérations (main-d'œuvre, disposition de la biomasse)
Herbicide (diquat)	Mise en œuvre facile	Choix limité de produits au Canada Contexte réglementaire restrictif Faible acceptabilité sociale	Élevée à court terme (quelques jours à quelques semaines), mais effet rarement durable	Élevé pour les plantes (mortalité). Modéré pour les organismes non ciblés (toxicité). Élevé pour le potentiel de persistance environnementale.	Élevé pour le produit Faible pour les opérations

Les méthodes non éprouvées

Le myriophylle à épis est difficile à combattre et il engendre de l'anxiété chez les propriétaires riverains qui craignent de voir leur plan d'eau dépérir sous les assauts de cet envahisseur coriace. Beaucoup sont consternés et découragés par les coûts d'une lutte par arrachage et bâchage, et ne sont pas disposés à investir des sommes aussi considérables sans avoir l'assurance de résultats concrets à court terme. Ils cherchent donc des solutions de rechange, efficaces bien sûr, mais surtout beaucoup moins coûteuses. Malheureusement pour ces derniers, les solutions miracles en lutte contre le myriophylle à épis n'existent pas.

Étant donné que la lutte chimique n'est guère une option écoresponsable en milieu aquatique, les promoteurs de solutions de rechange ont rivalisé d'imagination ces dernières années pour inciter les

associations de riverains et les municipalités à adopter des méthodes dites révolutionnaires. Les solutions proposées sont souvent technologiques, mais pas toujours fondées sur des postulats scientifiquement valables. Elles visent d'abord l'obtention de résultats rapides, plutôt que durables. À l'exception de la lutte biologique avec insectes, elles ne sont guère éprouvées, c'est-à-dire testées avec des protocoles scientifiques rigoureux. Les preuves d'efficacité reposent le plus souvent sur des observations anecdotiques ou trop fragmentaires pour qu'on puisse en tirer des conclusions solides.

Voici un éventail des solutions de rechange proposées ces dernières années :

- **L'arracheur (mécanique).** Il s'agit d'un engin flottant qui ressemble à un faucardeur avec ses roues à aubes, mais qui est équipé à l'avant d'un tambour qui arracherait en roulant sur la surface du sol les tiges de myriophylle à épis avec leurs racines. Il est vendu sous le nom d'Eco-Harvester et son prix est d'environ 150 000 dollars canadiens (avant taxes). Selon le fabricant, il enlèverait 96 % des racines de myriophylle à épis grâce à son tambour qui générerait un « flux dynamique » qui attirerait vers lui la végétation⁵⁰.

Une enquête menée en 2020 auprès d'associations de riverains américaines a montré que la machine ne remplit guère ses promesses. La plupart des personnes consultées estiment qu'elle est peu efficace pour retirer les racines. Elle est difficile à manœuvrer et nécessite à l'occasion le concours de plongeurs pour orienter le pilote ou pour ramasser les fragments arrachés. Elle ne fonctionne qu'en eaux peu profondes (jusqu'à 1 m), alors que le myriophylle à épis peut pousser à de plus grandes profondeurs. Les bris mécaniques sont nombreux, particulièrement en ce qui concerne le convoyeur qui ramène les débris végétaux à la surface⁵¹.

- **La plateforme émettrice de rayons ultraviolets (physique).** Il s'agit d'une plateforme flottante motorisée qui transporte sous sa coque un ensemble de lampes émettrices de rayons ultraviolets (UVC). La plateforme circule au-dessus des herbiers de myriophylle à épis et les décimerait grâce aux rayons UVC qui endommageraient l'ADN des tissus. Cette technologie est expérimentale et a été développée par le professeur Sudeep Chandra, de l'Université du Nevada, aux États-Unis. Elle a été testée à ce jour dans le lac Tahoe, en Californie.

Cette solution potentielle a eu un certain retentissement médiatique, mais elle est très controversée. Selon le chercheur John Madsen, du département de l'Agriculture des États-Unis et spécialiste de la lutte contre les plantes aquatiques, « l'usage de cet appareil n'a jamais été approuvé par l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis et, donc, son utilisation est illégale. Aucune étude à ce jour ne permet de confirmer son efficacité ni son innocuité⁵² ».

- **L'étiage (physique).** Il suffit, tout juste avant la saison hivernale, de baisser le niveau d'eau d'un lac suffisamment pour que les sédiments qui supportent un herbier de myriophylle à épis soient exposés à l'air libre. Le gel ferait ensuite mourir les racines. Cette solution n'est pas sans fondement scientifique. Le gel peut, en effet, engendrer la mort des racines, pourvu qu'elles soient exposées à une température inférieure à -5 °C pendant au moins 48 heures consécutives.

Cette expérience a été tentée à quelques reprises aux États-Unis et dans au moins un lac du Québec (lac Aylmer, régions de Chaudière-Appalaches et de l'Estrie), mais elle ne s'est jamais avérée concluante. Il s'agit d'une opération complexe. Le lac doit être équipé d'un barrage qui permet de contrôler le niveau d'eau, car un barrage à déversoir ne suffit pas. Vider un lac d'une partie de son eau requiert des autorisations gouvernementales et n'est pas sans conséquence pour les organismes qui y vivent. Il faut vider le lac lorsqu'il fait froid, mais avant qu'un manteau de neige isolant ne se forme, ce qui n'est pas facile. Au Québec, le mois de novembre est celui qui est le plus propice à un étiage, mais ce mois est de moins en moins froid et n'est pas à l'abri de chutes de neige.

Le problème avec l'étiage, c'est qu'il est difficile d'exonder les herbiers dans leur totalité. La partie exposée à l'air libre meurt, mais celle qui reste sous l'eau continue à vivre et recolonise rapidement, en un seul été, les zones où le myriophylle à épis a été éliminé. De plus, le myriophylle à épis emprisonné dans des plaques de glace survit à un gel de 0 °C.

L'expérience d'étiage la plus extraordinaire est celle du lac Candlewood, dans le Connecticut, aux États-Unis. Ce lac de 2 200 ha subit chaque année depuis 1984 un abaissement de son niveau d'eau de l'ordre de 1 à 3 m afin d'exposer le myriophylle à épis au gel. C'est un échec : le record de superficie du lac occupée par le myriophylle à épis a été enregistré en... 2020. Cette solution est d'ailleurs sur le point d'être abandonnée, car il ne fait plus assez froid l'hiver en raison du réchauffement du climat⁵³.

- **L'aérateur (physique et biologique).** Il s'agit d'un système flottant ou ancré sur la terre ferme qui est alimenté en énergie par des panneaux solaires ou par une éolienne. Le système injecte, au moyen d'un tuyau, de l'oxygène dans le fond de l'eau. Les promoteurs de cette solution avancent qu'avec l'aide de bactéries, l'oxygène, sous la forme de milliers de petites bulles, accélérerait la décomposition de la matière organique et soustrairait au myriophylle à épis les éléments nutritifs nécessaires à sa croissance, ce qui, à terme, ferait diminuer l'envergure des herbiers. L'eau en mouvement attirerait aussi les nutriments en circulation dans l'eau, privant ainsi le myriophylle à épis de nourriture⁵⁴.

Aucun scientifique n'a émis d'avis dans lequel le fondement sur lequel repose cette technologie, pour ce qui concerne la lutte contre le myriophylle à épis, est considéré comme valable. Un aérateur engendrerait tout au plus un mouvement de l'eau qui empêcherait le myriophylle à épis de s'établir sur un rayon de quelques mètres. L'efficacité de ces systèmes est aussi remise en question pour la lutte contre d'autres espèces de plantes aquatiques⁵⁵. Des aérateurs ont été installés dans quelques lacs du Québec dans les années 2010, sans succès. La tentative la plus récente, dans la municipalité de Lantier (région des Laurentides), s'est terminée en 2018 faute de résultats probants.

- **Charançons (biologique).** Un insecte herbivore, en l'occurrence le charançon *Euhrychiopsis lecontei*, peut être introduit dans un lac afin de lutter contre le myriophylle à épis. Il n'éradiquera pas la plante, mais il diminuera par effet de broutement la biomasse de l'envahisseur. Le charançon qui est utilisé pour cette lutte biologique est nord-américain. Comme la densité naturelle de ses populations est faible, on procède à une lutte dite « inondative » : on introduit l'insecte par dizaines de milliers d'individus et on le réintroduit chaque fois que la pression de broutement se relâche, faute d'insectes en assez grand nombre.

Règle générale, la lutte biologique fonctionne bien contre les envahisseurs végétaux, mais dans le cas du myriophylle à épis, elle ne s'avère pas concluante. Les essais, qui ont été entrepris dès le début des années 1990, ne donnent des résultats satisfaisants qu'environ une fois sur quatre. Le problème est que l'insecte a des exigences écologiques strictes et qu'il n'est pas particulièrement prolifique. Il est vulnérable à la prédation par les poissons, qui diminuent beaucoup l'envergure de ses populations. Il doit aussi passer l'hiver sur la terre ferme, sous une litière de feuilles, tout près des rives du lac où on l'a introduit. Or, dans les lacs avec villégiature, les rives sont souvent exemptes de bandes riveraines naturelles⁵⁶.

Des essais de lutte biologique avec charançons ont eu lieu à au moins deux reprises en territoire canadien (à Lac-Supérieur, au Québec, et à Sudbury, en Ontario), mais ils ont été infructueux. Il est par ailleurs difficile de se procurer l'insecte sur le marché.

- **Carpes (biologique).** L'introduction dans un lac d'un poisson herbivore, en l'occurrence une carpe exotique stérilisée, soit la carpe de roseau (*Ctenopharyngodon idella*), est une méthode existante pour le contrôle de plantes aquatiques. Cette carpe est vorace et devrait, du moins en théorie, avoir plus d'effets sur le myriophylle à épis que de simples fauches, aussi fréquentes soient-elles, puisque la pression de broutement du poisson est constante. Les rares essais effectués à ce jour sont plus ou moins concluants⁵⁷.

Plusieurs espèces de carpes originaires d'Asie ont été introduites en Amérique du Nord. Échappées de lieux d'aquaculture et possédant des caractéristiques exceptionnelles de croissance et de reproduction, elles sont aujourd'hui considérées comme des espèces envahissantes qui ont des impacts importants sur la biodiversité et l'offre de pêche. Leur utilisation pour le contrôle du myriophylle à épis est une avenue controversée et il s'agit d'une méthode qui ne peut être appliquée au Québec. La garde en captivité, l'élevage, l'ensemencement, le transport, la vente et

l'achat de carpes envahissantes, notamment de la carpe de roseau, y compris sa forme stérile (triploïde), sont strictement interdits au Québec en vertu du Règlement sur l'aquaculture et la vente de poissons (chapitre C-61.1, r. 7; voir l'article 4 et l'annexe IV).

3.4 Aide à la décision

On trouvera à la figure 8 un arbre décisionnel pour aider à prendre une décision dans le cas où l'on envisage d'entreprendre une campagne de lutte. Cet arbre est utile autant en amont du processus (conception) qu'en aval (autorisation). Il n'est pas, et ne doit pas être, plus précis, car la science de la lutte contre le myriophylle à épis n'est pas à ce point avancée pour fournir un arbre décisionnel qui prévoit tous les cas de figure ainsi que l'efficacité des différentes méthodes qui peuvent être envisagées. Plus les connaissances sur le myriophylle à épis augmenteront, plus les tentatives de lutte se multiplieront, plus cet arbre pourra se complexifier.

Lorsqu'une invasion potentielle en est à ses débuts, il est recommandé, ne serait-ce que par principe de précaution, d'intervenir sans tarder par arrachage manuel. Dans le cas contraire, on doit plutôt élaborer, avec l'appui de professionnels, une planification stratégique. Elle devrait notamment comporter des objectifs précis pour la lutte intensive à atteindre en trois ans, en cinq ans et à terme, ainsi qu'une priorisation des herbiers à traiter pour les trois et les cinq premières années de la lutte. On ne devrait pas s'engager dans une lutte sur le long terme sans avoir les fonds nécessaires pour la mener pendant au moins trois ans, autrement, on risque de la faire en pure perte.

On remarque dans cet arbre décisionnel un seuil de superficie d'herbier établi à 100 m². C'est le seuil à partir duquel il est potentiellement plus avantageux, du moins d'un point de vue économique, de procéder par bâchage plutôt que par arrachage. Sachant qu'à partir d'une superficie de 75 m² une autorisation gouvernementale en vertu de la Loi sur la qualité de l'environnement est requise, un demandeur pourrait toutefois se questionner sur la pertinence d'un bâchage si les superficies à traiter sont légèrement supérieures à cette valeur. Une opinion experte sera, dans ce cas de figure, nécessaire pour aider à prendre la bonne décision.

Si des indications sont données pour le choix de la méthode par arrachage ou par bâchage, il ne faut pas croire que les options sont mutuellement exclusives. En fait, lorsque le myriophylle à épis est abondant dans un lac, la meilleure lutte sera celle qui sera adaptée à chaque herbier en présence. Parfois, un simple arrachage suffira. Ailleurs, une bonne rotation de toiles de fibre de verre pourrait s'avérer fort efficace. En présence de grands herbiers, les toiles de jute pourraient accélérer l'atteinte des objectifs tout en minimisant les coûts. Plus les moyens logistiques et financiers seront importants, plus la panoplie d'options s'élargira. La lutte par faucardage est pour sa part suggérée comme avenue de dernier recours pour répondre à des impératifs particuliers associés à l'usage d'un plan d'eau. Elle n'est pas compatible avec les autres méthodes suggérées dans le présent guide.

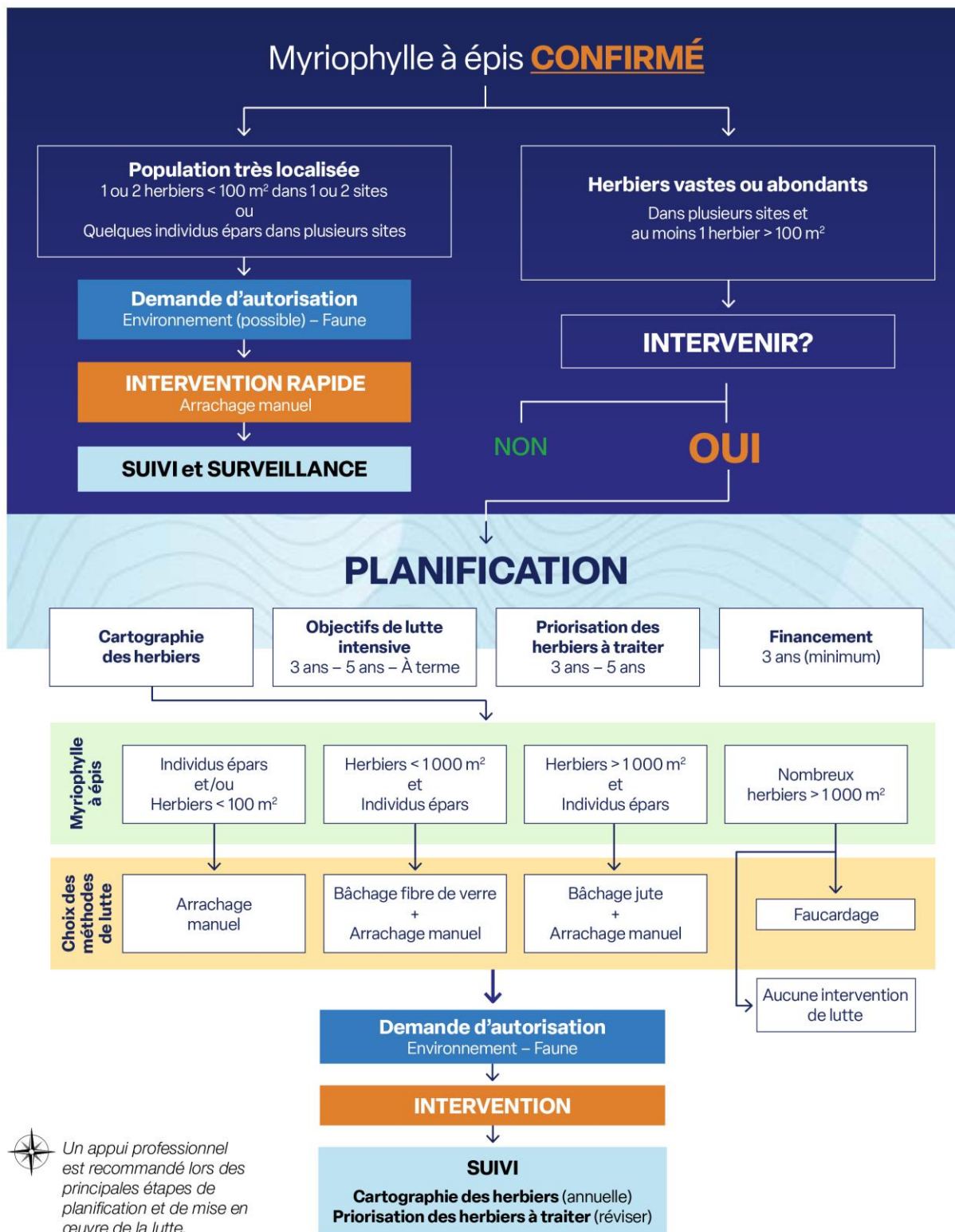


Figure 8. Arbre décisionnel pour la lutte contre le myriophylle à épis en contexte législatif québécois

4 Réglementation en matière de lutte contre le myriophylle à épis

Le contenu de cette section était à jour en avril 2023. Toute personne ou tout organisme qui désire entreprendre une lutte contre le myriophylle à épis a l'obligation de vérifier l'encadrement à jour applicable auprès des autorités concernées, et ce, préalablement à toute intervention.

Il existe au Québec et au Canada un certain nombre de règlements et de procédures qu'il faut suivre pour lutter, en toute légalité, contre le myriophylle à épis. On trouve ici un résumé succinct des principales dispositions réglementaires qu'il est nécessaire de connaître avant d'intervenir et auxquelles il faut se conformer. Sauf quelques exceptions, une intervention de lutte dans un milieu humide ou hydrique requiert une autorisation du MELCCFP en vertu de la Loi sur la qualité de l'environnement (chapitre Q-2). De plus, toute activité de lutte susceptible de modifier un habitat faunique protégé légalement ne peut être effectuée sans une autorisation délivrée en vertu de la Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune (chapitre C-61.1) de ce même ministère. Deux autorisations ministérielles peuvent donc être nécessaires avant la réalisation d'une intervention.

Le processus d'autorisation permet de faire l'évaluation de l'acceptabilité environnementale d'un projet. Il a notamment pour objectif de s'assurer que les effets positifs d'un traitement surpassent les effets négatifs et que le plan d'intervention et de suivi est adéquat. Les principaux enjeux analysés lors d'une demande concernent la justification du projet, ses impacts potentiels sur le milieu récepteur (une caractérisation écologique du milieu par un professionnel habilité est alors parfois requise) et les mesures mises en place pour minimiser les impacts. Le plan d'intervention est analysé en fonction, notamment, des superficies touchées, des méthodes de travail utilisées, des dates de réalisation, de l'emplacement des travaux et du suivi qui sera effectué.

Les plantes exotiques envahissantes ont la plupart du temps plus d'effets négatifs sur la flore indigène que sur la faune. Les plantes indigènes sont affectées par la compétition que leur livre l'envahisseur pour les ressources, ou par le fait que ce dernier modifie l'environnement à son avantage, par exemple en enrichissant les sédiments en azote. Les effets des plantes envahissantes sur la faune sont plus difficiles à cerner et à quantifier, parce qu'ils se traduisent le plus souvent par une modification de l'habitat dont les conséquences prennent du temps à se matérialiser.

Les preuves d'un effet négatif du myriophylle à épis sur la flore s'accumulent, mais il y a toujours débat sur les conséquences de l'arrivée de l'envahisseur sur la faune, en particulier sur les poissons. Comme on l'a vu précédemment, un herbier de myriophylle à épis pourrait être utile aux espèces qui utilisent les herbiers végétaux comme refuges, comme sites d'alimentation ou comme lieux de reproduction. Il appartient au demandeur de faire la démonstration que la plante est nuisible à l'environnement ou pour certains usages du plan d'eau, et qu'une intervention n'est pas préjudiciable à l'habitat du poisson, ou l'est très peu.

De plus, les interventions dans l'eau ou à proximité de l'eau doivent être réalisées en conformité avec les dispositions de la Loi sur les pêches (L.R.C. (1985), chapitre F-14) du Canada relatives à la protection du poisson et de son habitat. Elles peuvent donc en certaines circonstances nécessiter un examen de Pêches et Océans Canada (voir dfo-mpo.gc.ca/pnw-ppe/index-fra.html). Enfin, certaines interventions peuvent nécessiter une autorisation des autorités municipales.

4.1 Loi sur la qualité de l'environnement

Les travaux, les constructions ou les autres interventions réalisés dans des milieux humides et hydriques sont assujettis à une autorisation ministérielle selon l'article 22, premier alinéa, paragraphe 4° de la Loi sur la qualité de l'environnement (LQE). Cependant, le Règlement sur l'encadrement d'activités en fonction de leur impact sur l'environnement ([REAFIE](#), chapitre Q-2, r. 17.1) exempte notamment d'une telle

autorisation certaines activités de contrôle d'espèces floristiques et précise les conditions à respecter pour se prévaloir de ces exemptions.

Tout autre type d'intervention non couvert par une telle exemption doit faire l'objet d'une autorisation en vertu de l'article 22, premier alinéa, paragraphe 4° de la LQE délivrée par le MELCCFP. C'est notamment le cas de l'utilisation de **pesticides** ou du **faucardage** qui doivent en tout temps être préalablement autorisés, peu importe la superficie traitée.

Les interventions en milieux humides et hydriques qui sont exemptées d'une autorisation en vertu de la LQE doivent se faire en respect des conditions prévues au Règlement sur les activités dans des milieux humides, hydriques et sensibles (RAMHHS, chapitre Q-2, r. 0.1), par exemple en prenant des mesures pour contrôler les matières en suspension ou en faisant usage de matériaux appropriés pour le milieu, s'il s'agit d'un bâchage.

Pour en savoir plus :

- [Autorisation ministérielle – Démarche pour le dépôt d'une demande](#) – MELCCFP
- Pour des questions sur la nécessité d'obtenir une autorisation ministérielle ou sur le contenu d'une demande, veuillez utiliser le formulaire [Demande de renseignements](#) ou communiquer avec la [direction régionale du MELCCFP](#) du territoire sur lequel le projet sera réalisé.

Contrôle manuel et bâchage

Article 320 du REAFIE. *Est exemptée d'une autorisation en vertu de la présente section, la gestion d'espèces floristiques nuisibles et d'espèces exotiques envahissantes dans le but de maintenir les fonctions écologiques des milieux humides et hydriques, de contrôler les risques pour la santé humaine ou de maintenir un usage existant, à l'une des conditions suivantes : 1) elle est effectuée manuellement; 2) elle est effectuée par bâchage, sur une superficie inférieure à 75 m².*

L'article du REAFIE est clair : une intervention d'**arrachage manuel**, quelle que soit la superficie, ne nécessite pas d'autorisation du MELCCFP en vertu de la LQE, pas plus d'ailleurs qu'un **bâchage sur une superficie inférieure à 75 m²**. Une autorisation est toutefois requise pour des considérations fauniques (voir la [section à ce sujet](#)). Une personne morale (p. ex., une association de riverains) ou physique (p. ex., un riverain) ne peut se prévaloir de cette exemption qu'une seule fois. Elle peut réaliser une ou plusieurs petites interventions dans un même plan d'eau, pourvu que la superficie d'intervention totale (cumulative) soit inférieure à 75 m². Autrement, l'activité devra faire l'objet d'une autorisation en vertu de la LQE.

La déclaration de conformité pour le bâchage de plus grandes superficies (de 75 à 2 000 m²; article 319 du REAFIE) ne s'applique pas pour les travaux réalisés en littoral d'un plan d'eau et ne peut donc pas être utilisée dans le cas du myriophylle à épis.

Gestion des résidus

Les résidus des plantes aquatiques issus de l'arrachage manuel ou du faucardage doivent être gérés adéquatement selon la réglementation en vigueur. Certaines municipalités acceptent ces résidus dans leur site de compostage, il revient donc à l'initiateur du projet de se renseigner.

Utilisation de pesticides

L'utilisation de pesticides dans un milieu aquatique pourvu d'un exutoire superficiel vers un réseau hydrographique est soumise à une autorisation en vertu du paragraphe 10° du premier alinéa de l'article 22 de la LQE (REAFIE, article 298), car il y a risque de contamination par les pesticides en aval de la zone traitée, donc en dehors de la zone qui fait l'objet du traitement. Un ruisseau, une rivière, un lac, un fleuve, un fossé ou un cours d'eau intermittent, un marécage, un marais et un étang figurent parmi les milieux aquatiques assujettis. En revanche, l'application de pesticides dans un milieu où l'eau est confinée n'est pas soumise à une autorisation. Plusieurs éléments doivent être fournis lors d'une demande d'autorisation

pour l'utilisation de pesticides, dont certains éléments supplémentaires pour les travaux visant le contrôle de la végétation en milieu aquatique (REAFIE, articles 16,17,18 et 299).

Pour en savoir plus :

- [Formulaire de demande d'autorisation ministérielle – Travaux comportant l'utilisation de pesticides – MELCCFP](#)
- [Demande d'une autorisation ministérielle pour l'utilisation de pesticides – Guide d'accompagnement – MELCCFP](#)

4.2 Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune

- **Article 128.6.** *Nul ne peut, dans un habitat faunique, faire une activité susceptible de modifier un élément biologique, physique ou chimique propre à l'habitat de l'animal ou du poisson visé par cet habitat.*

Cet article émet l'interdiction générale de faire une activité dans un habitat faunique. Le déploiement d'une toile sur le littoral ou le retrait d'une plante aquatique par arrachage peuvent être considérés comme des activités susceptibles de modifier un élément biologique ou physique de l'habitat du poisson, même s'il s'agit d'une plante exotique envahissante comme le myriophylle à épis.

- **Article 128.7.** *Le ministre peut autoriser la réalisation d'une activité qui modifie un habitat faunique.*

Il est donc légalement possible, malgré l'interdiction énoncée à l'article 128.6, d'effectuer des travaux de lutte contre le myriophylle à épis dans un habitat faunique, **mais il faut d'abord obtenir l'autorisation du ministre, qui peut imposer des conditions.** Il peut notamment exiger une garantie ou le paiement d'une compensation financière qui correspond aux sommes nécessaires à la conservation, à la gestion et à l'aménagement d'un habitat faunique de remplacement.

Règlement sur les habitats fauniques

Le Règlement sur les habitats fauniques (chapitre C-61.1, r. 18) définit les habitats fauniques légaux, lesquels sont décrits à l'article 1. Tous les habitats fauniques doivent être officiellement cartographiés à partir de leur description pour être sous le régime d'autorisation de la Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune. L'habitat du poisson n'a toutefois pas besoin d'être cartographié, car on réfère en cette matière à la limite du littoral, soit la même limite qui est utilisée pour circonscrire le littoral des cours d'eau visé selon ce qui est prescrit par la LQE.

- **Article 1, premier alinéa.** *Pour l'application du chapitre IV.1 de la Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune et du présent règlement, sont des habitats fauniques, les habitats situés sur des terres du domaine de l'État qui rencontrent les caractéristiques ou les conditions suivantes et qui, pour les habitats visés aux paragraphes 1 à 5, 6 en ce qui concerne le caribou des bois, écotype montagnard, population de la Gaspésie, 7 en ce qui concerne tout autre territoire aquatique et 8 à 11, sont identifiés par un plan dressé par le ministre.*

Par cet alinéa, le Règlement vient limiter l'étendue des habitats fauniques aux terres du domaine de l'État et, pour ce qui est de l'habitat du poisson (voir l'article suivant), au domaine hydrique de l'État. Ainsi, pour savoir si une activité est assujettie à la Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune, il faut d'abord vérifier si la tenure du lac ou du cours d'eau est publique ou privée. Dans le cas où la tenure est privée, l'activité n'est pas assujettie. C'est plutôt par l'entremise d'un avis d'expertise faunique émis au secteur environnement que les enjeux seront considérés dans le cadre de l'autorisation environnementale délivrée en vertu de l'article 22 de la LQE.

- **Article 1 (paragraphe 7°).** *Un habitat du poisson est un lac, un marais, un marécage, une zone inondable dont les limites correspondent au niveau atteint par les plus hautes eaux selon une moyenne établie par une récurrence de 2 ans, un cours d'eau, incluant le fleuve Saint-Laurent et son estuaire, ou tout autre territoire aquatique situé dans le golfe du Saint-Laurent et la baie des Chaleurs et identifié par un plan dressé par le ministre, lesquels sont fréquentés par le poisson; lorsque les limites de la zone inondable ne peuvent être ainsi établies, celles-ci correspondent à la limite du littoral.*

Pour en savoir plus :

- [Autorisation pour réaliser une activité susceptible de modifier un habitat](#) – Gouvernement du Québec

5 Autres plantes aquatiques exotiques envahissantes

Le myriophylle à épis n'est pas la seule plante aquatique exotique envahissante (PAEE) susceptible d'occuper les plans d'eau du Québec. D'autres espèces sont en effet déjà implantées, comme la **châtaigne d'eau** (*Trapa natans*), naturalisée au Québec depuis 1998, le **faux-nymphéa pelté** (*Nymphoides peltata*), depuis 1950, l'**hydrocharide grenouillette** (*Hydrocharis morsus-ranae*), depuis 1952, la **petite naïade** (*Najas minor*), depuis 2015, le **potamot crépu** (*Potamogeton crispus*), depuis 1932 et le **stratiote faux-aloès** (*Stratiotes aloides*), depuis 2018. Certaines de ces plantes sont problématiques pour l'environnement et les usages récréatifs, d'autres, très peu ou pas du tout. Quelques autres envahisseurs sont aux portes du Québec et il y a fort à craindre qu'ils profitent du réchauffement du climat pour s'établir à demeure, comme le **cabomba de Caroline** (*Cabomba caroliniana*) et le **myriophylle aquatique** (*Myriophyllum aquaticum*).

Le présent guide sur le myriophylle à épis peut-il être utilisé pour lutter contre ces PAEE? La stratégie de prévention proposée est pertinente pour bon nombre de PAEE. Toutefois, concernant les interventions de lutte, la réponse est non : ces espèces ont un cycle de vie très différent du myriophylle à épis. La châtaigne d'eau et la petite naïade sont des plantes annuelles qui se propagent essentiellement grâce à leurs semences. Un faucardage avant que les graines ne se forment est donc dans leur cas pertinent. L'hydrocharide grenouillette et le potamot crépu font des turions, c'est-à-dire des bourgeons végétatifs qui répandent ces plantes de la même manière que le feraient des semences. Le bâchage chez ces espèces ne donne pas de bons résultats puisque les turions survivent sous les toiles. Le stratiote faux-aloès passe une partie de son cycle annuel sous l'eau et ce ne sont pas tous les individus qui refont surface au printemps. Seuls l'arrachage ou la pulvérisation d'un herbicide peuvent être envisagés contre cette espèce. Quoi qu'il en soit, la détection précoce de ces PAEE et la lutte représenteront des défis qui obligeront les associations de riverains et les municipalités à faire des choix difficiles. La vigilance est donc de rigueur.

Pour en savoir plus :

- [Détection des plantes aquatiques exotiques envahissantes](#) – MELCCFP
- [50 plantes envahissantes : protéger la nature et l'agriculture](#) – Claude Lavoie, Les Publications du Québec
- [40 autres plantes envahissantes : protéger la nature aujourd'hui et demain](#) – Claude Lavoie, Les Publications du Québec

Notes et références bibliographiques

- ¹ Les descriptions botaniques du présent guide sont des synthèses de plusieurs documents, synthèses qui se trouvent dans Lavoie, C. (2019). *50 plantes envahissantes : protéger la nature et l'agriculture*, Québec, Les Publications du Québec.
- SCRIBAILO, R. W., ET M. S. ALIX (1993+). « *Myriophyllum spicatum* Linnaeus ». Dans Flora of North America Editorial Committee (éd.), *Flora of North America North of Mexico*, vol. 10, [En ligne], New York et Oxford, [http://floranorthamerica.org/Myriophyllum_spicatum].
- ² BORROWMAN, K. R., ET COLLAB. (2014). « Distribution of biotypes and hybrids of *Myriophyllum spicatum* and associated *Euhrychiopsis lecontei* in lakes of Central Ontario », *Lake and Reservoir Management*, vol. 30, p. 94-104.
- BUCHAN, L. A. J., ET D. K. PADILLA (2000). « Predicting the likelihood of Eurasian watermilfoil presence in lakes, a macrophyte monitoring tool », *Ecological Applications*, vol. 10, p. 1442-1455.
- GLISSON, W. J., ET D. J. LARKIN (2021). « Hybrid watermilfoil (*Myriophyllum spicatum* × *Myriophyllum sibiricum*) exhibits traits associated with greater invasiveness than its introduced and native parental taxa », *Biological Invasions*, vol. 23, p. 2417-2433.
- GRAFE, S. F., ET COLLAB. (2015). « A PCR-RFLP method to detect hybridization between the invasive Eurasian watermilfoil (*Myriophyllum spicatum*) and the native northern watermilfoil (*Myriophyllum sibiricum*), and its application in Ontario lakes », *Botany*, vol. 93, p. 117-121.
- HOFF, H. K., ET R. A. THUM (2022). « Hybridization and invasiveness in Eurasian watermilfoil (*Myriophyllum spicatum*): is prioritizing hybrids in management justified? », *Invasive Plant Science and Management*, vol. 15, p. 3-8.
- MADSEN, J. D., ET COLLAB. (2021). « The identification of watermilfoil, discovery of hybrid watermilfoil, and their implications for aquatic plant management in the Clark Fork River, Western MT, USA », *Journal of Freshwater Ecology*, vol. 36, p. 111-125.
- MOODY, M. L., ET D. H. LES (2007). « Geographic distribution and genotypic composition of invasive hybrid watermilfoil (*Myriophyllum spicatum* × *M. sibiricum*) populations in North America », *Biological Invasions*, vol. 9, p. 559-570.
- MOODY, M. L., ET D. H. LES (2002). « Evidence of hybridity in invasive watermilfoil (*Myriophyllum*) populations », *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*, vol. 99, p. 14867-14871.
- ³ MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, DE LA FAUNE ET DES PARCS (2023). *Lacs et cours d'eau du Québec où la présence du myriophylle à épis (*Myriophyllum spicatum*) a été rapportée – Avril 2023*, [En ligne], Québec [<https://www.environnement.gouv.qc.ca/biodiversite/especes-exotiques-envahissantes/myriophylle-epi/listepresenceMAE.pdf>] (Consulté le 21 avril 2023).
- ⁴ JACOB-RACINE, R., ET C. LAVOIE (2018). « Reconstitution historique de l'invasion du Québec par le myriophylle à épis (*Myriophyllum spicatum*) », *Le Naturaliste canadien*, vol. 143, n° 2, p. 40-46.
- ⁵ COBLE, T. A., ET B. D. VANCE (1987). « Seed germination in *Myriophyllum spicatum* L », *Journal of Aquatic Plant Management*, vol. 25, p. 8-10.
- STANDIFER, N. E., ET J. D. MADSEN (1997). « The effect of drying period on the germination of Eurasian watermilfoil seeds », *Journal of Aquatic Plant Management*, vol. 35, p. 35-36.
- THUM, R. A., ET COLLAB. (2020). « Genetic diversity and differentiation in populations of invasive Eurasian (*Myriophyllum spicatum*) and hybrid (*Myriophyllum spicatum* × *Myriophyllum sibiricum*) watermilfoil », *Invasive Plant Science and Management*, vol. 13, p. 59-67.
- ⁶ GAGNÉ, V. (2021). *Planification d'une stratégie de lutte contre le myriophylle à épis (*Myriophyllum spicatum*)*, Mémoire (M.ATDR), Université Laval.
- REEVES, J. L., ET COLLAB. (2008). « Biological control of Eurasian watermilfoil by *Euhrychiopsis lecontei*: assessing efficacy and timing of sampling », *Journal of Aquatic Plant Management*, vol. 46, p. 144-149.
- SHAW, D. W. H., ET COLLAB. (2016). « Physical control of nonindigenous aquatic plants in Emerald Bay, Lake Tahoe, CA », *Invasive Plant Science and Management*, vol. 9, p. 138-147.
- ⁷ GAGNÉ, V. (2021). *Op. cit.*

-
- ⁸ BARNES, M. A., ET COLLAB. (2013). « Viability of aquatic plant fragments following desiccation », *Invasive Plant Science and Management*, vol. 6, p. 320-325.
- BRUCKERHOFF, L., ET COLLAB. (2015). « Survival of invasive aquatic plants after air exposure and implications for dispersal by recreational boats », *Hydrobiologia*, vol. 746, p. 113-121.
- EVANS, C. A., ET COLLAB. (2011). « Fragment viability and rootlet formation in Eurasian watermilfoil after desiccation », *Journal of Aquatic Plant Management*, vol. 49, p. 57-62.
- JERDE, C. L., ET COLLAB. (2012). « Eurasian watermilfoil fitness loss and invasion potential following desiccation during simulated overland transport », *Aquatic Invasions*, vol. 7, p. 135-142.
- KAO, S.-Y., ET COLLAB. (2021). « Network connectivity of Minnesota waterbodies and implications for aquatic invasive species prevention », *Biological Invasions*, vol. 23, p. 3231-3242.
- ROTHLISBERGER, J. D., ET COLLAB. (2010). « Aquatic invasive species transport via trailered boats: what is being moved, who is moving it, and what can be done », *Fisheries*, vol. 35, p. 121-132.
- TAMAYO, M., ET J. D. OLDEN (2014). « Forecasting the vulnerability of lakes to aquatic plant invasions », *Invasive Plant Science and Management*, vol. 7, p. 32-45.
- ⁹ BARKO, J. W., ET R. M. SMART (1980). « Mobilization of sediment phosphorus by submersed freshwater macrophytes », *Freshwater Biology*, vol. 10, p. 229-238.
- BEST, M. D., ET K. E. MANTAI (1978). « Growth of *Myriophyllum*, p. sediment or lake water as the source of nitrogen and phosphorus », *Ecology*, vol. 59, p. 1075-1080.
- BOLE, J. B., ET J. R. ALLAN (1978). « Uptake of phosphorus from sediment by aquatic plants, *Myriophyllum spicatum* and *Hydrilla verticillata* », *Water Research*, vol. 12, p. 353-358.
- CARIGNAN, R., ET J. KALFF (1982). « Phosphorus release by submerged macrophytes: significance to epiphyton and phytoplankton », *Limnology and Oceanography*, vol. 27, p. 419-427.
- CARIGNAN, R., ET J. KALFF (1980). « Phosphorus sources for aquatic weeds: water or sediments? », *Science*, vol. 207, p. 987-989.
- KISTRITZ, R. U. (1978). « Recycling of nutrients in an enclosed aquatic community of decomposing macrophytes (*Myriophyllum spicatum*) », *Oikos*, vol. 30, p. 561-569.
- LANDERS, D. H. (1982). « Effects of naturally senescing aquatic macrophytes on nutrient chemistry and chlorophyll *a* of surrounding waters », *Limnology and Oceanography*, vol. 27, p. 428-439.
- SMITH, C. S., ET M. S. ADAMS (1986). « Phosphorus transfer from sediments by *Myriophyllum spicatum* », *Limnology and Oceanography*, vol. 31, p. 1312-1321.
- ZHANG, M., ET COLLAB. (2011). « Light-dependent phosphate uptake of a submersed macrophyte *Myriophyllum spicatum* L », *Aquatic Botany*, vol. 94, p. 151-157.
- ¹⁰ CARPENTER, S. R., ET COLLAB. (1979). « Factors causing elevated biological oxygen demand in the littoral zone of Lake Wingra, Wisconsin », *Hydrobiologia*, vol. 67, p. 3-9.
- FRODGE, J. D., ET COLLAB. (1995). « Mortality of largemouth bass (*Micropterus salmoides*) and steelhead trout (*Oncorhynchus mykiss*) in densely vegetated littoral areas tested using *in situ* bioassay », *Lake and Reservoir Management*, vol. 11, p. 343-358.
- KAUFFMAN, T. C., ET COLLAB. (2018). « Hydrological alteration exacerbates the negative impacts of invasive Eurasian milfoil *Myriophyllum spicatum* by creating hypoxic conditions in a northern Gulf of Mexico estuary », *Marine Ecology Progress Series*, vol. 592, p. 97-108.
- KISTRITZ, R. U. (1978). *Op. cit.*
- ORTIZ, J. E., ET COLLAB. (2019). « Invasive *Myriophyllum spicatum* and nutrients interact to influence algal assemblages », *Aquatic Botany*, vol. 156, p. 1-9.
- UNMUTH, J. M. L. ET COLLAB. (2000). « Influence of dense growth of Eurasian watermilfoil on lake water temperature and dissolved oxygen », *Journal of Freshwater Ecology*, vol. 15, p. 497-503.
- ¹¹ HE, Y., ET COLLAB. (2016). « Programmed cell death in the cyanobacterium *Microcystis aeruginosa* induced by allelopathic effect of submerged macrophyte *Myriophyllum spicatum* in co-culture system », *Journal of Applied Phycology*, vol. 28, p. 2805-2814.
- NAKAI, S., ET COLLAB. (2012). « Polyphenols and fatty acids responsible for anticyanobacterial allelopathic effects of submerged macrophyte *Myriophyllum spicatum* », *Hydrobiologia*, vol. 543, p. 71-78.
-

-
- NAKAI, S., ET COLLAB. (2005). « Anti-cyanobacterial fatty acids released from *Myriophyllum spicatum* », *Hydrobiologia*, vol. 543, p. 71-78.
- NAKAI, S., ET COLLAB. (2000). « *Myriophyllum spicatum*-released allelopathic polyphenols inhibiting growth of blue-green algae *Microcystis aeruginosa* », *Water Research*, vol. 34, p. 3026-3032.
- NAKAI, S., ET COLLAB. (1999). « Growth of blue-green algae by allelopathic effects of macrophytes », *Water, Science and Technology*, vol. 39, p. 47-53.
- NAKAI, S., ET COLLAB. (1996). « Control of algal growth by macrophytes and macrophyte-extracted bioactive compounds », *Water, Science and Technology*, vol. 34, p. 227-235.
- ŠVANYS, A., ET COLLAB. (2014). « Effects of the allelopathically active macrophyte *Myriophyllum spicatum* on a natural phytoplankton community: a mesocosm study », *Hydrobiologia*, vol. 737, p. 57-88.
- ZHU, J., ET COLLAB. (2010). « Study on the mechanism of allelopathic influence on cyanobacteria and chlorophytes by submerged macrophyte (*Myriophyllum spicatum*) and its secretion », *Aquatic Toxicology*, vol. 98, p. 196-203.
- ¹² LAVOIE, C. (2022). *40 autres plantes envahissantes : protéger la nature aujourd'hui et demain*, Québec, Les Publications du Québec.
- ¹³ GAGNÉ, V. (2021). *Op. cit.*
- SMITH, S., ET COLLAB. (2021). « Assessing watermilfoil invasion effects on native macrophyte communities in North American lakes using a novel approach for macrophyte sampling », *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, vol. 422, p. 1.
- VERHOEVEN, M. R., ET COLLAB. (2020). « Niche models differentiate potential impacts of two aquatic invasive plant species on native macrophytes », *Diversity*, vol. 12, p. 162.
- ¹⁴ CHERUVELIL, K. S., ET COLLAB. (2002). « Plant architecture and epiphytic macroinvertebrate communities: the role of an exotic dissected macrophyte », *Journal of the North American Benthological Society*, vol. 21, p. 261-277.
- CHERUVELIL, K. S., ET COLLAB. (2001). « Epiphytic macroinvertebrates along a gradient of Eurasian watermilfoil cover », *Journal of Aquatic Plant Management*, vol. 39, p. 67-72.
- KEAST, A. (1984). « The introduced aquatic macrophyte, *Myriophyllum spicatum*, as habitat for fish and their invertebrate prey », *Canadian Journal of Zoology*, vol. 62, p. 1289-1303.
- LYONS, J. (1989). « Changes in the abundance of small littoral-zone fishes in Lake Mendota, Wisconsin », *Canadian Journal of Zoology*, vol. 67, p. 2910-2916.
- MAEZO, M. J. (2008). *Interaction entre deux espèces envahissantes, p. l'écrevisse à taches rouges et le myriophylle à épis*, Mémoire (M.Sc.), Université du Québec à Montréal.
- STEELE, L., ET COLLAB. (2018). « High phenolic content fails to deter mesograzers consumption of *Myriophyllum spicatum* (Eurasian watermilfoil) in New England », *Aquatic Ecology*, vol. 52, p. 255-267.
- TOETZ, D. (1997). « Does Eurasian watermilfoil, *Myriophyllum spicatum*, contribute to the diet of animals in a turbid reservoir? », *Journal of Freshwater Ecology*, vol. 12, p. 545-551.
- WILSON, S. J., ET A. RICCIARDI (2009). « Epiphytic macroinvertebrate communities on Eurasian watermilfoil (*Myriophyllum spicatum*) and native milfoils *Myriophyllum sibiricum* and *Myriophyllum alterniflorum* in eastern North America », *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 66, p. 18-30.
- ¹⁵ GOODENBERGER, J. S., ET H. A. KLAIBER (2016). « Evading invasives: how Eurasian watermilfoil affects the development of lake properties », *Ecological Economics*, vol. 127, p. 173-184.
- HORSCH, E. J., ET D. J. LEWIS (2009). « The effects of aquatic invasive species on property values: evidence from a quasi-experiment », *Land Economics*, vol. 85, p. 391-409.
- LIAO, F. H., ET COLLAB. (2016). « The effects of ambient water quality and Eurasian watermilfoil on lakefront property values in the Coeur d'Alene Area of northern Idaho, USA », *Sustainability*, vol. 8, p. 44.
- ZHANG, C., ET K. J. BOYLE (2010). « The effect of an aquatic invasive species (Eurasian watermilfoil) on lakefront property values », *Ecological Economics*, vol. 70, p. 394-404.
- ¹⁶ ZISSETTE, R., ET J. WOSNIAK (2014). *Milfoil eradication by diver hand pulling in Walsh Lake, Washington*, [En ligne], [[Seattle.gov/documents/Departments/SPU/EnvironmentConservation/MilfoilEradication2014PresentationZissette.pdf](https://seattle.gov/documents/Departments/SPU/EnvironmentConservation/MilfoilEradication2014PresentationZissette.pdf)] (Consulté le 4 décembre 2022).
-

-
- ¹⁷ BUCHAN, L. A. J., ET D. K. PADILLA (2000). *Op. cit.*
- JUNE-WELLS, M., ET COLLAB. (2013). « Water chemistry preferences of five nonnative aquatic macrophyte species in Connecticut: a preliminary risk assessment tool », *Lake and Reservoir Management*, vol. 29, p. 303-316.
- KANANKEGE, K. S. T., ET COLLAB. (2018). « Zebra mussels and Eurasian watermilfoil reporting patterns in Minnesota », *Journal of Great Lakes Research*, vol. 44, p. 458-466.
- LANIEL, M., ET R. CARIGNAN (2019). *Vulnérabilité des lacs du Parc national du Mont-Tremblant à la colonisation par le myriophylle à épi*, Saint-Jérôme, Conseil régional de l'environnement des Laurentides.
- ROLEY, S. S., ET R. M. NEWMAN (2008). « Predicting Eurasian watermilfoil invasions in Minnesota », *Lake and Reservoir Management*, vol. 24, p. 361-369.
- SHAKER, R. R., ET COLLAB. (2017). « Predicting aquatic invasion in Adirondack lakes: a spatial analysis of lake and landscape characteristics », *Ecosphere*, vol. 8, p. e01723.
- TAMAYO, M., ET J. D. OLDEN (2014). *Op. cit.*
- THOMAS, S. M. ET COLLAB. (2021). « Species distribution models for invasive Eurasian watermilfoil highlight the importance of data quality and limitations of discrimination accuracy metrics », *Ecology and Evolution*, vol. 11, p. 12567-12582.
- ¹⁸ BOUTHILLIER, É. (2022). *La Voix de l'Est* : édition du 16 décembre.
- ZIPP, K. Y., ET COLLAB. (2019). « The spatial dynamics of the economic impacts of an aquatic invasive species: an empirical analysis », *Land Economics*, vol. 95, p. 1-18.
- ¹⁹ ROTHLISBERGER, J. D., ET COLLAB. (2010). *Op. cit.*
- ²⁰ HAIGHT, R. G., ET COLLAB. (2021). « Optimizing the location of watercraft inspection stations to slow the spread of aquatic invasive species », *Biological Invasions*, vol. 23, p. 3907-3919.
- ²¹ MOHIT, S., ET COLLAB. (2021). « Recreational watercraft decontamination, p. can current recommendations reduce aquatic invasive species spread? », *Management of Biological Invasions*, vol. 12, p. 148-164.
- ²² KUEHNE, L. M., ET COLLAB. (2020). « Use of environmental DNA to detect the invasive aquatic plants *Myriophyllum spicatum* and *Egeria densa* in lakes », *Freshwater Science*, vol. 39, p. 521-533.
- NEWTON, J., ET COLLAB. (2016). « Potential utility of environmental DNA for early detection of Eurasian watermilfoil (*Myriophyllum spicatum*) », *Journal of Aquatic Plant Management*, vol. 54, p. 46-49.
- ²³ CARPENTER, S. R. (1980). « Enrichment of Lake Wingra, Wisconsin, by submersed macrophyte decay », *Canadian Journal of Botany*, vol. 58, p. 527-535.
- CREED, R. P., JR (1998). « Biogeographic perspective on Eurasian watermilfoil declines: additional evidence for the role of herbivorous weevils in promoting declines? », *Journal of Aquatic Plant Management*, vol. 36, p. 16-22.
- CREED, R. P., JR, ET S. P. SHELDON (1995). « Weevils and watermilfoil: did a North American herbivore cause the decline of an exotic plant? », *Ecological Applications*, vol. 5, p. 1113-1121.
- FILION, J., ET COLLAB. (2018). *Évaluation du myriophylle à épis – Lac Rose, Sainte-Marie-de-Blandford*, Plessisville, Groupe de concertation des bassins versants de la zone Bécancour.
- JONES, R. C., ET COLLAB. (1983). « Phytoplankton as a factor in the decline of the submersed macrophyte *Myriophyllum spicatum* L. in Lake Wingra, Wisconsin, U.S.A », *Hydrobiologia*, vol. 107, p. 213-219.
- KUJAWA, E. R., ET COLLAB. (2017). Lessons from a decade of lake management, p. effects of herbicides on Eurasian watermilfoil and native plant communities. *Ecosphere* 8, p. e01718.
- LEISTI, K. E., ET COLLAB. (2012). Submerged aquatic vegetation in the Bay of Quinte, p. response to decreased phosphorous loading and zebra mussel invasion. *Aquatic Ecosystem Health and Management* 15, p. 442–452.
- LILLIE, R. A. (1996). « A quantitative survey of the floating-leafed and submersed macrophytes of Fish Lake, Dane County, Wisconsin », *Transactions of the Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters*, vol. 47, p. 225-247.
- LILLIE, R.A., ET COLLAB. (1997). « Spatial and temporal variability in biomass density of *Myriophyllum spicatum* L. in a northern temperate lake », *Hydrobiologia*, vol. 347, p. 69-74.
- NEWMAN, R.M. (2004). « Biological control of Eurasian watermilfoil by aquatic insects: basic insights from an applied problem », *Archiv für Hydrobiologie*, vol. 159, p. 145-184.
- NEWMAN, R.M., ET D. D. BIESBOER (2000). « A decline of Eurasian watermilfoil in Minnesota associated with the milfoil weevil, *Euhrychiopsis lecontei* », *Journal of Aquatic Plant Management*, vol. 38, p. 105-111.
-

-
- NICHOLS, S. A., ET R. C. LATHROP (1994). « Cultural impacts on macrophytes in the Yahara lakes since the late 1800s », *Aquatic Botany*, vol. 47, p. 225-247.
- PAINTER, D. S., ET K. J. MCCABE (1988). « Investigation into the disappearance of Eurasian watermilfoil from the Kawartha Lakes », *Journal of Aquatic Plant Management*, vol. 26, p. 3-12.
- PARSONS, J. K. ET COLLAB. (2008). « Effect of fluridone on macrophytes and fish in a coastal Washington lake », *Journal of Aquatic Plant Management*, vol. 49, p. 71-82.
- STEELE, L., ET COLLAB. (2018). *Op. Cit.*
- TREBITZ, A.S., ET COLLAB. (1993). « Patterns of vegetation change in Lake Wingra following a *Myriophyllum spicatum* decline », *Aquatic Botany*, vol. 46, p. 325-340.
- ZHU, B., ET S. E. GEORGIAN (2014). « Interactions between invasive Eurasian watermilfoil and native water stargrass in Cayuga Lake, NY, USA », *Journal of Plant Ecology*, vol. 7, p. 499-508.
- ²⁴ Si le projet est confié à l'entreprise privée. Source : Gagné, V. (2021). *Op. cit.*
- ²⁵ SHAW, D. W. H., ET COLLAB. (2016). *Op. cit.*
Gagné, V. (2021). *Op. cit.*
- ²⁶ Selon une compilation de V. Gagné (2021). *Op. cit.*
AE COMMERCIAL DIVING SERVICES (2021). *Lake George milfoil project annual report 2021*, Manchester Center.
HOLMLUND, D. (2022). *Adirondack Explorer* : édition du 11 avril.
- ²⁷ BERMARIJA, T., ET COLLAB. (2022). « Performance and ecological impacts of benthic barriers for the control of an invasive plant in a small urban lake », *Ecological Engineering*, vol. 184, p. 106784.
BOYLEN, C. W., ET COLLAB. (1996). « Physical control of Eurasian watermilfoil in an oligotrophic lake », *Hydrobiologia*, vol. 340, p. 213-218.
EICHLER, L.W., ET COLLAB. (1995). « Recolonization of the littoral zone by macrophytes following the removal of benthic barrier material », *Journal of Aquatic Plant Management*, vol. 33, p. 51-54.
ENGEL, S. (1983). « Evaluating stationary blankets and removable screens for macrophyte control in lakes », *Journal of Aquatic Plant Management*, vol. 21, p. 73-77.
GAGNÉ, V. (2021). *Op. cit.*
MAYER, R. J. (1978). « Aquatic weed management by benthic semi-barriers », *Journal of Aquatic Plant Management*, vol. 16, p. 31-33.
PERKINS, M. A., ET COLLAB. (1980). « The use of fiberglass screens for control of Eurasian watermilfoil », *Journal of Aquatic Plant Management*, vol. 18, p. 13-19.
SHAW, D. W. H., ET COLLAB. (2016). *Op. cit.*
- ²⁸ LAITALA, K. L., ET COLLAB. (2012). « Efficacy of benthic barriers as a control measure for Eurasian watermilfoil (*Myriophyllum spicatum*) », *Invasive Plant Science and Management*, vol. 5, p. 170-177.
- ²⁹ LAVOIE, C., UNIVERSITÉ LAVAL, ET COOPÉRATIVE RAPPEL, données non publiées.
- ³⁰ CAFFREY, J. M., ET COLLAB. (2010). « A novel approach to aquatic weed control and habitat restoration using biodegradable jute matting », *Aquatic Invasions*, vol. 5, p. 123-129.
HOFFMANN, M. A., ET COLLAB. (2013). « Experimental weed control of *Najas marina* ssp. *intermedia* and *Elodea nuttallii* in lakes using biodegradable jute matting », *Journal of Limnology*, vol. 72, p. 485-493.
HOFSTRA, D. E., ET J. S. CLAYTON (2012). « Assessment of benthic barrier products for submerged aquatic weed control », *Journal of Aquatic Plant Management*, vol. 50, p. 101-105.
- ³¹ Les informations de nature technique sur l'installation de toiles de jute ont été fournies en décembre 2022 par Jean-François Martel, directeur général du RAPPEL – Coop de solidarité en protection de l'eau.
- ³² MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS DU QUÉBEC (2018). *Orientation en matière de lutte contre le myriophylle à épi à l'aide de barrières benthiques*, Québec.
- ³³ CÔTÉ, J., ET J. ISABELLE (2022). *Suivi de l'efficacité des toiles de jute installées entre 2014 et 2022 au lac O'Malley*, Sherbrooke, RAPPEL – Coop de solidarité en protection de l'eau.
- ³⁴ CROWELL, W., ET COLLAB. (1994). « Effects of harvesting on plant communities dominated by Eurasian watermilfoil in Lake Minnetonka, MN », *Journal of Aquatic Plant Management*, vol. 32, p. 56-60.

-
- DEMERS, C., ET S. DUCHESNE (2012). *Suivi des espèces végétales envahissantes dans les zones faucardées du lac à la Tortue – Été 2012*, Société d'aménagement et de mise en valeur du bassin de la Batiscan, Sainte-Geneviève-de Batiscan.
- KIMBEL, J. C., ET S. R. CARPENTER (1981). « Effects of mechanical harvesting on *Myriophyllum spicatum* L. regrowth and carbohydrate allocation to roots and shoots », *Aquatic Botany*, vol. 11, p. 121-127.
- PAINTER, D. S. (1988). « Long-term effects of mechanical harvesting on Eurasian watermilfoil », *Journal of Aquatic Plant Management*, vol. 26, p. 25-29.
- PERKINS, M. A., ET M. D. SYTSMA (1987). « Harvesting and carbohydrate accumulation in Eurasian watermilfoil », *Journal of Aquatic Plant Management*, vol. 25, p. 57-62.
- RAWLS, C. K. (1975). « Mechanical control of Eurasian watermilfoil in Maryland with and without 2,4-D application », *Chesapeake Science*, vol. 16, p. 266-281.
- ³⁵ BRITO, L. M., ET COLLAB. (2013). « Composting for management and resource recovery of invasive *Acacia* species », *Waste Management and Research*, vol. 31, p. 1125-1132.
- DAHLQUIST, R. M., ET COLLAB. (2007). « Time and temperature requirements for weed seed thermal death », *Weed Science*, vol. 55, p. 619-625.
- DAUGOVISH, O., ET COLLAB. (2007). « Weed survival in yard waste mulch », *Weed Technology*, vol. 21, p. 59-65.
- DORAHY, C. G., ET COLLAB. (2009). « Environmental risk assessment of compost prepared from *Salvinia*, *Egeria densa*, and alligator weed », *Journal of Environmental Quality*, vol. 38, p. 1483-1492.
- EGLEY, G. H. (1990). « High-temperature effects on germination and survival of weed seeds in soil », *Weed Science*, vol. 38, p. 429-435.
- GRUNDY, A. C., ET COLLAB. (1998). « The effect of temperature on the viability of weed seeds in compost », *Compost Science and Utilization*, vol. 6, p. 26-33.
- LI, P., ET COLLAB. (2014). « Composting of aerial parts of crofton weed (*Eupatorium adenophorum* Spreng), the top invasive plant in Southwest China », *Compost Science and Utilization*, vol. 22, p. 132-137.
- MEIER, E. J., ET COLLAB. (2014). « Composting invasive plants in the Rio Grande River », *Invasive Plant Science and Management*, vol. 7, p. 473-482.
- MONTOYA, J. E., ET COLLAB. (2013). « Large scale composting as a means of managing water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) », *Invasive Plant Science and Management*, vol. 6, p. 243-249.
- THOMPSON, A. J., ET COLLAB. (1997). « The effect of temperature on viability of imbibed weed seeds », *Annals of Applied Biology*, vol. 130, p. 123-134.
- TOMPKINS, D. K., ET COLLAB. (1998). « Effect of windrow composting on weed seed germination and viability », *Compost Science and Utilization*, vol. 6, p. 30-34.
- VAN ROSSUM, J., ET M. J. RENZ (2015). « Composting reduces seed viability of garlic mustard (*Alliaria petiolata*) and common buckthorn (*Rhamnus cathartica*) », *Invasive Plant Science and Management*, vol. 8, p. 284-291.
- ³⁶ Données fournies par Gabrielle Robert, Division environnement du Service de l'aménagement et de la protection du territoire de la Ville de Granby (15 décembre 2022).
- ³⁷ KUJAWA, E.R., ET COLLAB. (2017). *Op. cit.*
- MARKO, M. D., ET J. C. WHITE (2018). « Direct comparison of herbicidal or biological treatment on *Myriophyllum spicatum* control and biochemistry », *Frontiers in Plant Science*, vol. 9, p. 1814.
- MIKULYUK, A., ET COLLAB. (2020). « Is the cure worse than the disease? Comparing the ecological effects of an invasive aquatic plant and the herbicide treatments used to control it », *Facets*, vol. 5, p. 353-366.
- ³⁸ Reward®, Syngenta Canada inc., numéro d'homologation 26271.
- ³⁹ BUGBEE, G. J., ET COLLAB. (2015). « Efficacy of single and consecutive early-season diquat treatments on curlyleaf pondweed and associated aquatic macrophytes: a case study », *Journal of Aquatic Plant Management*, vol. 53, p. 171-177.
- WATER RESOURCE SERVICES (2016). *Invasive plant management in Goose Pond, Lee and Tyringham, Massachusetts*. Wilbraham, Water Resource Services.
- ⁴⁰ SAGE PESTICIDES (2023). « Fiche matière active – Toxicologie de la matière active : diquat », [En ligne], Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec, [\[https://www.sagepesticides.qc.ca/Recherche/RechercheMatiere/DisplayMatiere?MatiereActiveID=53\]](https://www.sagepesticides.qc.ca/Recherche/RechercheMatiere/DisplayMatiere?MatiereActiveID=53) (Consulté le 21 avril 2023).
-

-
- ⁴¹ SESIN, V., ET COLLAB. (2018). « Macrophytes are highly sensitive to the herbicide diquat dibromide in test systems of varying complexity », *Ecotoxicology and Environmental Safety*, vol. 165, p. 325-333.
- ⁴² JOURNAL OFFICIEL DE L'UNION EUROPÉENNE, Règlement d'exécution (UE) 2018/1532 de la Commission européenne, 12 octobre 2018.
- ⁴³ Vendu aux États-Unis sous le nom commercial de ProcellaCOR™.
- ⁴⁴ PEST MANAGEMENT REGULATORY AGENCY (2012). *Florpyrauxifen-benzyl, Milestone NXT Herbicide, Restore NXT Herbicide, GF-3206 Herbicide, GF-3301 Aquatic Herbicide, and ProcellaCOR FX Herbicide*, Proposed Registration Decision PRD2022-17, Ottawa, Santé Canada.
- ⁴⁵ BEETS, J., ET COLLAB. (2019). « Large-scale mesocosm evaluation of florpyrauxifen-benzyl, a novel arylpicolinate herbicide, on Eurasian and hybrid watermilfoil and seven native submersed plants », *Journal of Aquatic Plant Management*, vol. 57, p. 49-55.
- MASSACHUSETTS DEPARTMENT OF AGRICULTURE ET MASSACHUSETTS DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL PROTECTION (2019). *Review of florpyrauxifen-benzyl for application to Massachusetts lakes and ponds*, Boston.
- MINNESOTA DEPARTMENT OF AGRICULTURE (2018). *Florpyrauxifen-benzyl. New active ingredient review*, Saint-Paul.
- MUDGE, C. R., ET COLLAB. (2021). *Efficacy of florpyrauxifen-benzyl for Eurasian watermilfoil control and nontarget Illinois pondweed, elodea, and coontail response*, Vicksburg, United States Army Engineer Research and Development Center Aquatic Plant Control Research Program, note technique CC-24.
- SEPRO CORPORATION (2018). *ProcellaCOR™ EC, Specimen label*, Carmel.
- WISCONSIN DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES (2018). *Florpyrauxifen-benzyl chemical fact sheet*, Madison.
- ⁴⁶ HAUG, E. J., ET COLLAB. (2021). « Absorption and translocation of florpyrauxifenbenzyl in ten aquatic plant species », *Weed Science*, vol. 69, p. 624-630.
- ⁴⁷ BLOODSWORTH CATTOOR, K., ET COLLAB. (2022). « Evaluation of florpyrauxifen-benzyl on invasive hybrid watermilfoil in a central Minnesota lake », *Journal of Aquatic Plant Management*, vol. 60, p. 16-22.
- ⁴⁸ EICHLER, L. (2022). *Aquatic vegetation of Lake Iroquois, Chittenden County, Vermont*. Lake George, Lawrence Eichler Research Scientist.
- PRINCETON HYDRO, LLC (2021). *Independent third-party monitor for Chautauqua Lake macrophyte management – 2020 herbicide treatment program*, Exton.
- ⁴⁹ Le coût d'une pulvérisation est estimé à partir de la proposition d'une entreprise faite en 2022 pour le cas du lac George, dans l'État de New York, aux États-Unis, et reste donc très hypothétique pour le marché canadien.
- ⁵⁰ SHORETECH INDUSTRIES ET WEEDERS DIGEST LAKE AND POND PRODUCTS (s.d.). « Understanding How The Eco-Harvester Pulls & Skims Aquatic Plants », [En ligne], [lakeweedharvester.com/eco-harvester/learn-more] (Consulté le 1^{er} décembre 2022).
- ⁵¹ Échanges courriels avec C. Lavoie, Université Laval, K. Cavanna, Friends of Lake Williams, Connecticut (28 septembre 2020), B. Hall, Clear Lake Property Owner's, Ontario (29 septembre 2020), B. Kelleher, Kinderhook Lake Corporation, New York (28 septembre 2020) et D. Larkin, University of Minnesota (28 septembre 2020).
- WOOD, B. (2015). *Lake Bomoseen Association Newsletter* : édition du 20 octobre 2015.
- ⁵² Échanges courriels avec C. Lavoie (29 septembre 2020; traduction de C. Lavoie).
- ⁵³ Bugbee, G. J., et S. E. Stebbins (2021). *Monitoring report – Invasive aquatic plants – Candlewood Lake, Squantz Pond, 2020*. New Haven, Connecticut Agricultural Experiment Station.
- KNOECKLEIN, G.W. (2012). *Evaluation of the effects of winter water level drawdown on the ecology of Candlewood Lake, CT*, Mansfield, Northeast Aquatic Research, LLC.
- LONERGAN, T., ET COLLAB. (2014). « A laboratory examination of the effectiveness of a winter seasonal lake drawdown to control invasive Eurasian watermilfoil (*Myriophyllum spicatum*) », *Lake and Reservoir Management*, vol. 30, p. 381-392.
- ⁵⁴ CANADIANPOND.CA (2020). « Contrôle du myriophylle à épi », [En ligne], [<https://canadianpond.ca/fr/resource/controle-du-myriophylle-a-epi/>] (Consulté le 1^{er} décembre 2022).
- ⁵⁵ MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (2003). « Avis concernant l'aération ou la circulation artificielle de l'eau des lacs comme mesures de restauration de la qualité de l'eau », Québec. Disponible en ligne au <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eutrophi/aeration/>.

-
- SARVALA, J., ET COLLAB. (2020). « Invasive submerged macrophytes complicate management of a shallow boreal lake: a 42-year history of monitoring and restoration attempts in Littoistenjärvi, SW Finland », *Hydrobiologia*, vol. 847, p. 4575-4599 et p. 4583.
- ⁵⁶ HAVEL, J. E., ET COLLAB. (2017). « A field test on the effectiveness of milfoil weevil for controlling Eurasian watermilfoil in Wisconsin lakes », *Hydrobiologia*, vol. 800, p. 81-97.
- LAVOIE, M. (2010). *L'utilisation du charançon pour le contrôle biologique du myriophylle à épis*. Mémoire (M. Sc.), Université du Québec à Montréal.
- NEWMAN, R. M. (2017). *Assessment of factors affecting the biological control of Eurasian watermilfoil*, Saint-Paul, Final report to the Minnesota Aquatic Invasive Species Research Center, University of Minnesota.
- REEVES, J. L., ET COLLAB. (2008). *Op. cit.*
- WHITE, D. T., ET COLLAB. (2022). « A machine-learning approach to predict success of a biocontrol for invasive Eurasian watermilfoil reduction », *Ecological Applications*, vol. 32, p. e2625.
- ⁵⁷ BUGBEE, G. J., ET S. E. STEBBINS (2021). *Op. cit.*
- JUNE-WELLS, M., ET COLLAB. (2017). « Seventeen years of grass carp: an examination of vegetation management and collateral impacts in Ball Pond, New Fairfield, Connecticut », *Lake and Reservoir Management*, vol. 33, p. 84-100.

**Environnement,
Lutte contre
les changements
climatiques,
Faune et Parcs**

Québec 