

**MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT,
DE LA LUTTE CONTRE
LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES,
DE LA FAUNE ET DES PARCS**

Portrait de la vulnérabilité des écosystèmes aquatiques des MRC de Brome-Missisquoi et de La Haute-Yamaska à la moule zébrée et à la moule quagga

Coordination et rédaction

Cette publication a été réalisée par la Direction de la gestion de la faune de l'Estrie, de Montréal, de la Montérégie et de Laval du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP).

Renseignements

Courriel : Estrie.EEE@mffp.gouv.qc.ca

Internet : www.environnement.gouv.qc.ca

Pour obtenir un exemplaire du document

Direction de la gestion de la faune de l'Estrie, de Montréal, de la Montérégie et de Laval
Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs
800, rue Goretti Sherbrooke (Québec) J1E 3H4

Référence à citer :

GOULET, M.-J., S. NORMAND (2024). *Portrait de la vulnérabilité des écosystèmes aquatiques des MRC de Brome-Missisquoi et de La Haute-Yamaska à la moule zébrée et à la moule quagga*, ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs, Québec, 17 p.

Dépôt légal – 2023
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
ISBN 978-2-550-98234-0 (PDF)

Tous droits réservés pour tous les pays.

© Gouvernement du Québec, 2024

Table des matières

Liste des figures et des tableaux	ii
Liste des annexes	ii
Remerciements	iii
Équipe de réalisation	iii
Introduction	2
Contexte	2
Objectif	3
Méthode	4
Résultats	6
Conclusion	8
Annexes	9

Liste des figures et des tableaux

Figure 1. Cartographie de la présence de moules zébrées dans la région de l’Estrie, 2023 2

Tableau 1. Concentrations de calcium propices à la survie et/ou à la reproduction de la moule zébrée (*Dreissena polymorpha*) et de la moule quagga (*Dreissena rostriformis bugensis*) d’après la littérature scientifique _____ 5

Figure 2. Cartographie des stations échantillonnées en 2023 _____ 6

Tableau 2. Vulnérabilité des lacs, MRC Brome-Missisquoi et Haute-Yamaska _____ 7

Liste des annexes

Annexe 1 : Listes détaillées des résultats d’analyses de la concentration de calcium pour les lacs la région de l’Estrie _____ 10

Annexe 2 : Niveaux de vulnérabilité à l’établissement de la moule zébrée et de la moule quagga, MRC Brome-Missisquoi _____ 11

Annexe 3 : Niveaux de vulnérabilité à l’établissement de la moule zébrée et de la moule quagga, MRC Haute-Yamaska _____ 12

Remerciements

La réalisation du portrait de la vulnérabilité des écosystèmes à la moule zébrée et à la moule quagga a été rendue possible grâce à la contribution financière et en nature du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP).

Équipe de réalisation

Inventaire

Sylvie Normand, technicienne, Direction de la gestion de la faune de l'Estrie, de Montréal, de la Montérégie et de Laval, MELCCFP

Rédaction

Marie-Josée Goulet, biologiste, Direction de la gestion de la faune de l'Estrie, de Montréal, de la Montérégie et de Laval, MELCCFP

Sylvie Normand, technicienne, Direction de la gestion de la faune de l'Estrie, de Montréal, de la Montérégie et de Laval, MELCCFP

Révision

Annick Drouin, biologiste, Direction principale de l'expertise sur la faune aquatique, MELCCFP

Jesica Goldsmit, biologiste, Direction principale de l'expertise sur la faune aquatique, MELCCFP

Corrections

Marie-Claude Faucher, technicienne en administration, Direction de la gestion de la faune de l'Estrie, de Montréal, de la Montérégie et de Laval, MELCCFP

Analyses en laboratoire (échantillons de 2023)

Eurofins Environex

Introduction

Contexte

La région de l'Estrie a connu une première introduction de la moule zébrée (*Dreissena polymorpha*) en 2017, dans le lac Memphrémagog. Depuis, l'espèce s'est répandue vers l'aval du bassin versant, soit dans la rivière Magog, dans le lac Magog et dans la rivière Saint-François. Elle a également été introduite dans un lac situé à proximité, soit le lac Massawippi, puis en aval dans la rivière Massawippi (voir la figure 1).

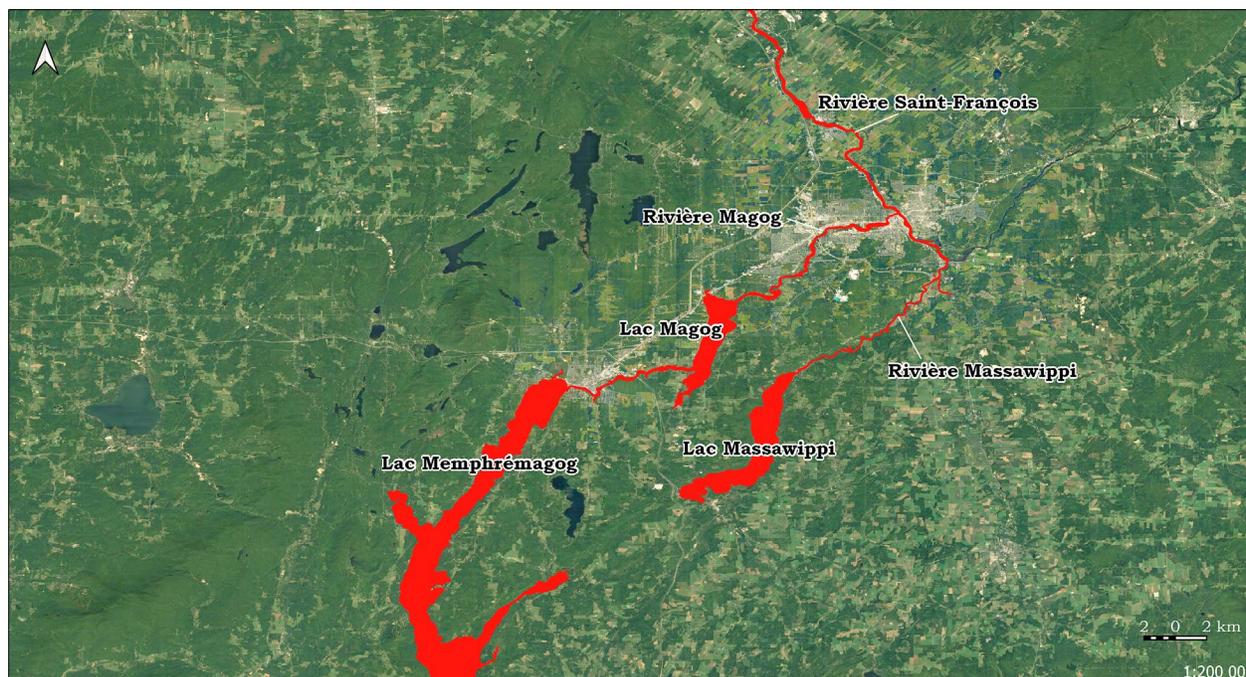


Figure 1. Cartographie de la présence de moules zébrées dans la région de l'Estrie, 2023

Une fois qu'elle est introduite dans un milieu dont les conditions lui sont favorables, la moule zébrée peut proliférer rapidement. Les principaux facteurs limitants de cette espèce sont la concentration en calcium et le pH de l'eau. En Amérique du Nord, l'espèce nécessite une concentration de calcium minimum d'environ 12 mg/l pour se reproduire et se développer¹.

La moule zébrée n'étant pas tolérante aux conditions acides, on la trouve généralement dans des eaux au pH supérieur à 7,3. Le pH optimal pour la moule zébrée est de 8,4². Les moules adultes peuvent se fixer à toutes sortes de substrats solides tels des coques de bateaux, des moteurs, des tuyaux, des roches, des quais, des plantes aquatiques, des moules indigènes, les écailles de poissons³, la carapace des écrevisses

¹ Cohen, A. N., et A. Weinstein (2001). *Zebra mussel's calcium threshold and implications for its potential distribution in North America*, Richmond, CA: San Francisco Estuary Institute. Disponible au https://www.sfei.org/sites/default/files/biblio_files/2001-Zebramuselcalcium356.pdf.

² Ramcharan, C. W., D. K. Padilla et S. I. Dodson (1992). « Models to predict potential occurrence and density of the zebra mussel, *Dreissena polymorpha* », *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 49, p. 2611-2620.

³ Ricciardi, A. et J.M. Hill (2023) « Passive transport of a zebra mussel attached to a freshwater fish: A novel *Dreissena* dispersal mechanism? », *Biological Invasions*, vol. 25, p. 2057–2060.

et même d'autres moules zébrées. La moule zébrée entraîne ainsi de nombreuses répercussions écologiques, économiques et sociales.

La moule quagga (*Dreissena rostriformis bugensis*) fréquente un habitat semblable à celui de la moule zébrée, mais elle peut toutefois vivre dans des eaux plus froides et plus profondes. La moule quagga a complètement envahi les Grands Lacs et le fleuve Saint-Laurent jusqu'en aval nord de la ville de Québec. L'espèce est donc susceptible d'être introduite dans la région de l'Estrie, au même titre que l'a été la moule zébrée.

Une fois qu'elles sont introduites dans un milieu, la moule zébrée et la moule quagga sont pratiquement indélogeables. Des municipalités investissent des sommes importantes pour parvenir à contrôler le colmatage des prises d'eau potable par les moules. Pour cette raison, il est important d'empêcher la colonisation d'autres plans d'eau par ces espèces. La prévention est cruciale, car une fois l'espèce établie dans un plan d'eau, son éradication est pratiquement impossible et des interventions de contrôle périodiques seront sans doute nécessaires à perpétuité pour en minimiser les impacts.

L'accès au milieu naturel est important pour favoriser la mise en valeur des ressources. Ainsi, la gestion des espèces exotiques envahissantes doit passer par les axes de prévention et de surveillance dans les milieux où elles ne sont pas déjà présentes. Ce projet d'acquisition de connaissances sur la teneur en calcium des écosystèmes de la région permettra de cibler les sites à prioriser pour appliquer les mesures préventives en lien avec les moules exotiques, comme le nettoyage d'embarcations. Les lacs situés dans les sept MRC couvrant l'Estrie en 2022 ont fait l'objet d'une étude similaire³ la même année. Les MRC de Brome-Missisquoi et de La Haute-Yamaska s'étant ajoutées récemment, elles ont été ciblées pour la suite du projet en 2023.

Les lacs et les cours d'eau qui ont été ciblés pour ce projet sont principalement ceux qui offrent des accès publics pour la mise à l'eau. En effet, ce sont ces écosystèmes qui sont les plus assujettis à l'introduction d'espèces exotiques envahissantes, dû au grand nombre d'embarcations qui y circulent. Il est toutefois important de souligner que des embarcations contaminées peuvent également être mises à l'eau à partir de descentes de propriétés riveraines ou privées.

Objectif

L'objectif principal du présent projet est d'identifier les lacs qui ont une concentration de calcium propice au développement de moules zébrées et de moules quagga dans les MRC de Brome-Missisquoi et de La Haute-Yamaska, afin de distinguer les lacs et les cours d'eau les plus vulnérables à une invasion sur le plan des caractéristiques physicochimiques. Il vise aussi à encourager les organismes estriens à mettre en place des mesures de prévention appropriées afin de diminuer la probabilité que de nouvelles introductions se produisent.

³ GOULET, M.-J., S. NORMAND (2023). Portrait de la vulnérabilité des écosystèmes aquatiques de l'Estrie à la moule zébrée et à la moule quagga, ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs, Québec, 34 p

Méthode

Les concentrations de calcium total dissous (ci-après : calcium) mesurées dans les années 1990 par le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec dans une étude réalisée par Biorex inc.⁴ ont été utilisées comme base d'information. Les données sur les pH et les concentrations de calcium ainsi que la localisation des sites de prélèvement sont détaillées en annexe 1.

De plus, des échantillons d'eau ont été récoltés par le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) à l'été 2023 afin de compléter le portrait des concentrations de calcium pour les lacs et les cours d'eau des MRC de Brome-Missisquoi et de La Haute-Yamaska. Les sites ayant des accès publics et dont les données sur les concentrations de calcium n'étaient pas disponibles ont été priorisés.

La majorité des prélèvements d'eau ont été effectués à environ un mètre de profondeur dans la zone à proximité d'un accès public. L'échantillon d'eau était par la suite transvidé dans une bouteille fournie par le laboratoire d'analyse et immédiatement rangé dans une glacière pour être gardé au froid jusqu'au transfert au laboratoire. Le matériel utilisé pour les prélèvements était rincé trois fois avec l'eau du lac, afin d'éviter la contamination entre chaque plan d'eau.

La méthode de référence par spectrométrie de masse à source ionisante au plasma d'argon (MA. 200 – MÉT 1.2 – méthode interne ILCE69) a été utilisée par le laboratoire Eurofins EnvironneX pour extraire le calcium (Ca⁺⁺).

Les résultats ont ensuite été classés selon les concentrations de calcium propices à l'établissement de la moule zébrée et de la moule quagga (tableau 1).

Mise en garde 1 : Les barèmes présentés dans le tableau 1 sont des indicateurs généraux. Certaines conditions locales, comme la concentration de nutriments ou le pH, pourraient faire en sorte que l'établissement et l'abondance des moules sont plus ou moins élevés comparativement à ce que rapporte la littérature.

Mise en garde 2 : Le nombre de réplicats par plan d'eau ou cours d'eau étant peu élevé, les analyses réalisées ne permettent pas de détecter les variations spatiales ou temporelles de la concentration de calcium dans l'écosystème. Il est donc possible que les résultats pour un même lac varient en fonction du secteur du lac où l'échantillon a été prélevé (p. ex., à l'exutoire, à l'embouchure d'un tributaire ou près d'une source de calcium exogène comme une route ou un bassin de rétention), ou encore qu'il existe des variations temporelles, selon la date ou l'année de prélèvement. Les concentrations de calcium mesurées et présentées dans le présent rapport doivent donc être interprétées avec précaution. Par exemple, les résultats qui sont près des valeurs de concentration cibles pourraient être classés dans une catégorie de risque plus élevée en raison d'autres paramètres non évalués ou ils pourraient être invalidés à la suite d'une analyse plus détaillée.

⁴ Biorex inc. (1994). *Exigences écologiques de Dreissena polymorpha et Dreissena bugensis et prévisions relatives à leur occurrence dans les lacs, rivières et réservoirs du Québec*, rapport final, volume 1 (préliminaire), 167 p.

Tableau 1. Concentrations de calcium propices à la survie et/ou à la reproduction de la moule zébrée (*Dreissena polymorpha*) et de la moule quagga (*Dreissena rostriformis bugensis*) d'après la littérature scientifique.

Catégorie ⁵	Définition	Moule zébrée Ca (mg/l)	Moule quagga Ca (mg/l)
Faible	Survie des adultes impossible si la concentration est inférieure à 8 mg/l, conditions sous-optimales à moins de 12 mg/l	< 12	< 12
Moyenne	Preuve que la survie des adultes ET la reproduction sont possibles à un niveau minimal	12 à 19	ND
Élevée	Preuve que la survie et la reproduction sont possibles pour des populations de bonne taille	20 à 25	12 à 32
Très élevée	Concentrations optimales ou presque pour tous les stades du cycle biologique des moules, se traduisant généralement par un niveau d'infestation allant d'élevé à très élevé	> 25	> 32

⁵ Tableau tiré de Therriault, T.W., et collab. (2013). *Évaluation des risques posés par trois espèces de moules dreissénidées (Dreissena polymorpha, Dreissena rostriformis bugensis et Mytilopsis leucophaeata) dans les écosystèmes d'eau douce au Canada*, Pêches et Océans Canada, Secrétariat canadien de consultation scientifique, document de recherche 2012/174, v + 99 p.

Résultats

Un total de 6 lacs ont été échantillonnés en 2023 dans les MRC de Brome-Missisquoi et de La Haute-Yamaska afin d'établir un portrait sommaire des écosystèmes vulnérables à l'établissement des moules exotiques envahissantes. Il s'agit des lacs Brome, Davignon, Selby, Boivin, Roxton et Waterloo. Selon le nombre d'accès, entre un et quatre prélèvements d'eau ont été effectués pour chacun des six écosystèmes visités, pour un total de 14 stations d'échantillonnage. En plus des plans d'eau évalués en 2023, deux autres plans d'eau, le lac Bromont (MRC de Brome-Missisquoi) et le réservoir Choinière (MRC de La Haute-Yamaska) avaient été échantillonnés dans le passé⁶, ce qui donne un total de 22 échantillons prélevés sur le territoire de ces deux MRC. Les stations d'échantillonnage sont illustrées à la figure 2.

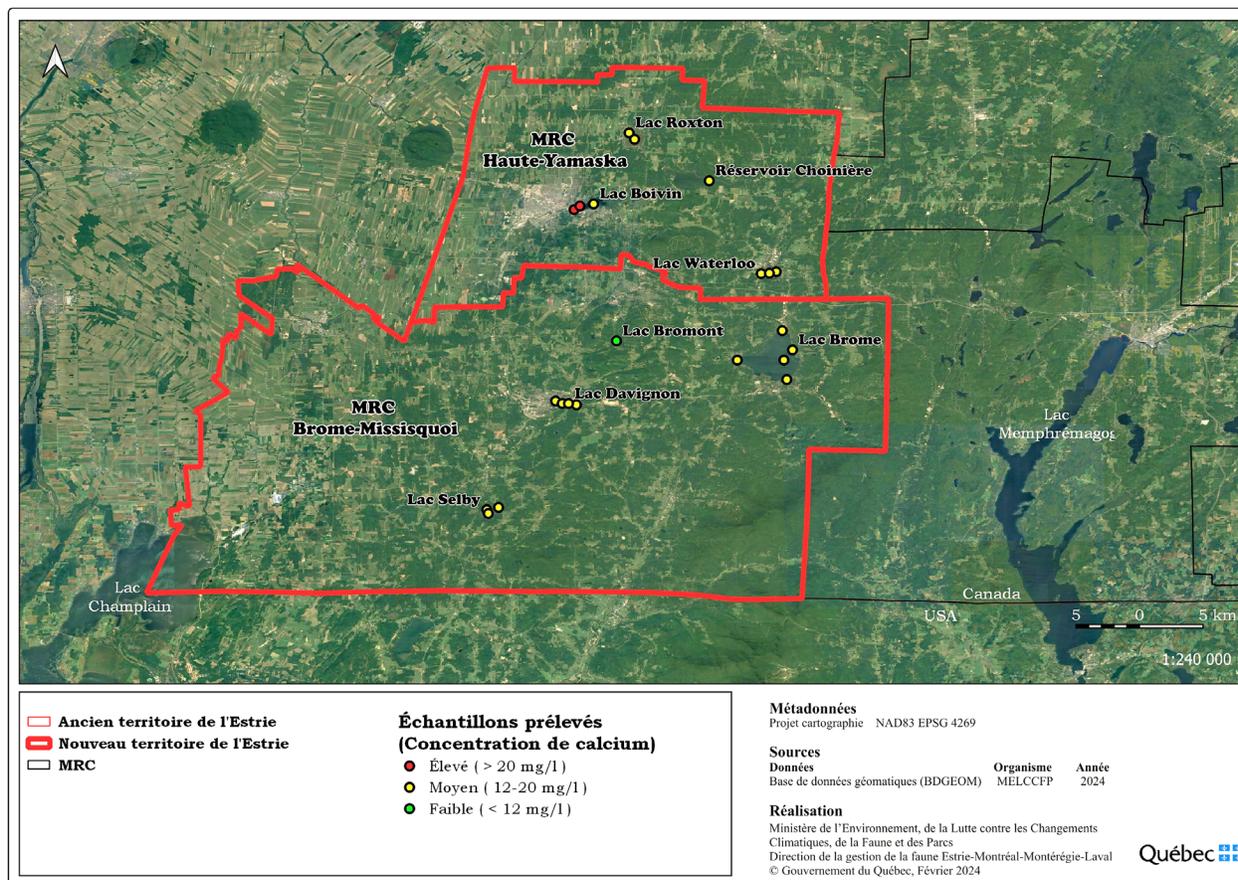


Figure 2. Cartographie des échantillons prélevés en 2023

Les niveaux de pH des lacs et des rivières échantillonnés dans la région se situant globalement à l'intérieur des plages de niveaux connues qui sont propices à la croissance des moules envahissantes, ce paramètre n'a pas été pris en considération dans l'analyse de vulnérabilité.

Les résultats des analyses de calcium sont présentés en fonction de l'indice de vulnérabilité à la moule zébrée et à la moule quagga qui leur est associé. Les lacs et les cours d'eau considérés comme vulnérables sont ceux qui présentent une concentration de calcium supérieure à 20 mg/l. Ceux ayant une teneur en

⁶ Biorex inc (1994). Exigences écologiques de *Dreissena polymorpha* et *Dreissena bugensis* et prévisions relatives à leur occurrence dans les lacs, rivières et réservoirs du Québec, rapport final Volume 1 (préliminaire). 167 pages.

calcium entre 12 mg/l et 20 mg/l sont classés dans la catégorie de vulnérabilité moyenne et ceux dont la teneur en calcium est inférieure à 12 mg/l, dans la catégorie de vulnérabilité faible (tableau 2).

Les cartes illustrant les niveaux de vulnérabilité des sites échantillonnés par municipalité régionale de comté (MRC) sont présentées en annexes.

Tableau 2. Vulnérabilité des lacs, MRC de Brome-Missisquoi et de La Haute-Yamaska

MRC	Nom du plan d'eau	Calcium (mg/l)	Vulnérabilité
Brome-Missisquoi	Lac Brome	14,9	Moyenne
	Lac Davignon	15,1	Moyenne
	Lac Selby	18,5	Moyenne
La Haute-Yamaska	Lac Boivin	21,9	Élevée
	Lac Bromont	11,9	Faible
	Réservoir Choinière	12,8	Moyenne
	Lac Roxton	18,5	Moyenne
	Lac Waterloo	19,5	Moyenne

Conclusion

Plusieurs des lacs échantillonnés dans les MRC de Brome-Missisquoi et de La Haute-Yamaska présentent des conditions physicochimiques optimales pour le développement et la croissance de populations nuisibles de moules exotiques. Puisque certains écosystèmes de la région sont déjà aux prises avec la moule zébrée, les plans d'eau et les cours d'eau vulnérables devraient faire l'objet d'une prévention particulière pour éviter l'introduction et la propagation de ces espèces nuisibles.

Afin de maintenir l'accès aux plans d'eau de la région de l'Estrie au plus grand nombre de citoyens et citoyennes et d'accompagner les intervenants dans la gestion des espèces exotiques envahissantes, plusieurs outils ont été développés, dont les suivants :

- [Guide pour la planification d'interventions pour la moule zébrée dans le bassin de la rivière Saint-François](#), Pêches et Océans Canada et ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec, 2022;
- [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, 2018;
- [Boîte à outils sur les espèces exotiques envahissantes](#) du Conseil régional de l'environnement de l'Estrie;
- [Carte interactive des stations de nettoyage d'embarcations au Québec](#);
- [Faune aquatique exotique envahissante au Québec - Jeu de données - Données Québec \(donneesquebec.ca\)](#).

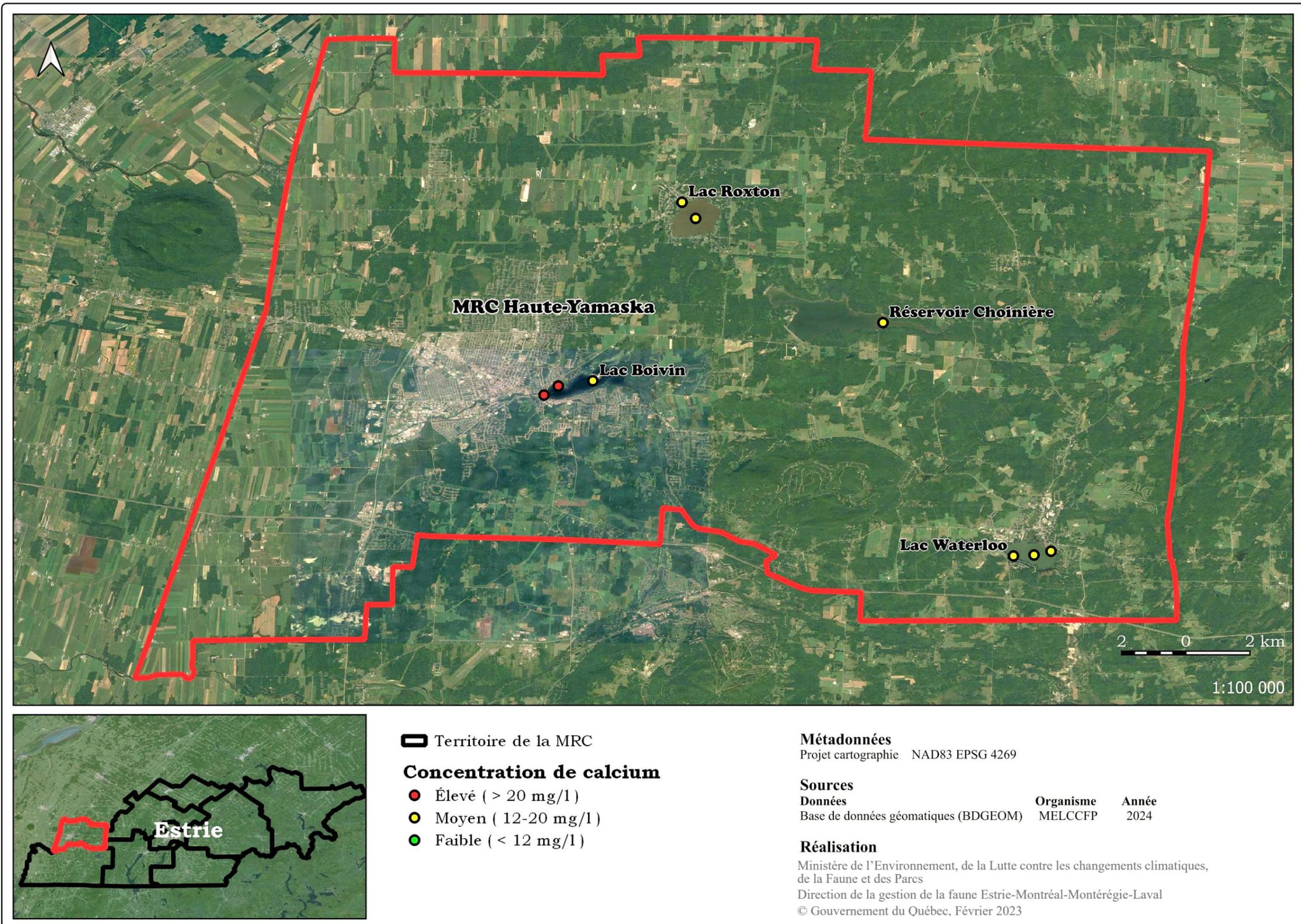
Enfin, la prise d'échantillons supplémentaires permettant de confirmer le niveau de vulnérabilité des écosystèmes que l'on souhaite protéger demeure une action importante pour mieux cibler les actions de prévention. Les résultats obtenus en 2022 et en 2023, couvrant la région de l'Estrie, donnent une indication de l'importance de protéger plusieurs plans d'eau et cours d'eau de la région qui sont vulnérables à un envahissement par des moules exotiques. Les mesures appropriées permettant d'y éviter l'introduction des espèces envahissantes devraient donc être établies en priorité.

Annexes

Annexe 1 : Liste détaillée des résultats d'analyses de la concentration de calcium pour les lacs de la région de l'Estrie

MRC	Nom du plan d'eau ou du cours d'eau	Latitude	Longitude	Date d'échantillonnage	pH	Calcium (mg/l)	Cote de vulnérabilité	Source
Brome-Missisquoi	Lac Brome	45,246667	-72,5044444	<1994	7,4	14,9	Moyenne	BIOREX 1994
		45,246611	-72,550903	2023-08-22	-	14,1	Moyenne	Eurofins Environex
		45,227238	-72,501551	2023-08-22	-	14,4	Moyenne	Eurofins Environex
		45,256824	-72,4958605	2023-08-22	-	14,3	Moyenne	Eurofins Environex
		45,276113	-72,506098	2023-08-22	-	14,7	Moyenne	Eurofins Environex
	Lac Davignon	45,203333	-72,7191667	<1994	7,5	12,5	Moyenne	BIOREX
		45,205853	-72,732028	2023-08-01	-	13,6	Moyenne	Eurofins Environex
		45,203379	-72,725473	2023-08-01	-	13,4	Moyenne	Eurofins Environex
		45,202026	-72,711278	2023-08-01	-	15,1	Moyenne	Eurofins Environex
	Lac Selby	45,093611	-72,7991667	<1994	8,1	17,7	Moyenne	BIOREX
		45,097421	-72,800657	2023-08-01	-	17,5	Moyenne	Eurofins Environex
		45,099646	-72,788946	2023-08-01	-	18,5	Moyenne	Eurofins Environex
La Haute-Yamaska	Lac Boivin	45,402500	-72,6941667	<1994	7,1	13,5	Moyenne	BIOREX
		45,396811	-72,713571	2023-08-28	-	21,3	Élevée	Eurofins Environex
		45,400414	-72,707885	2023-08-28	-	21,9	Élevée	Eurofins Environex
	Lac Bromont	45,265833	-72,6713889	<1994	7,5	11,9	Faible	BIOREX
	Réservoir Choinière	45,425556	-72,5788889	<1994	7,7	12,8	Moyenne	BIOREX
	Lac Roxton	45,466944	-72,6533333	<1994	7,7	16,3	Moyenne	BIOREX
		45,473362	-72,658751	2023-08-28	-	18,5	Moyenne	Eurofins Environex
	Lac Waterloo	45,333333	-72,5188889	<1994	7,8	16,6	Moyenne	BIOREX
		45,334832	-72,512136	2023-08-15	-	19,5	Moyenne	Eurofins Environex
45,332956		-72,527052	2023-08-15	-	18,4	Moyenne	Eurofins Environex	







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

Québec 