



RAPPEL

Experts-conseils en environnement
et en gestion de l'eau

Analyse de vulnérabilité des lacs du Québec à la moule zébrée en fonction de leur concentration en calcium



UNE EXPERTISE RECONNUE DEPUIS 25 ANS



RAPPEL

Experts-conseils en environnement
et en gestion de l'eau

Analyse de vulnérabilité des lacs du Québec à la moule zébrée en fonction de leur concentration en calcium

Préparé pour :



Pêches et Océans
Canada

Fisheries and Oceans
Canada

Préparé par :

RAPPEL-COOP

Cédric Darbon, Biologiste, DESS gestion faunique
Camille Gosselin-Bouchard, Biologiste, B. Écologie
Jean-François Martel, Biologiste, M. Sc. Eau
Mélissa Laniel, Biologiste, M. Sc. A.

Février 2023

A-350 rue Laval, Sherbrooke, Québec, J1C 0R1

Tél. : 819.636.0092

www.rappel.qc.ca

TABLE DES MATIÈRES

MISE EN CONTEXTE	1
1 MISES EN GARDE RELATIVES A CETTE ANALYSE.....	2
2 METHODOLOGIE ET ANALYSE DES DONNEES	5
3 CONCENTRATIONS EN CALCIUM ET NIVEAUX DE RISQUE ASSOCIES	7
4 SIGNIFICATION DES NIVEAUX DE RISQUE.....	8
5 PLAN D’ACTION POUR LES LACS AYANT UNE CONCENTRATION EN CALCIUM SUFFISANTE POUR LA MOULE ZEBREE	10
6 RESULTATS LES LACS AYANT UNE CONCENTRATION EN CALCIUM PERMETTANT LA SURVIE DE LA MOULE ZEBREE AU QUEBEC	13
REGION HYDROGRAPHIQUE 1 BAIE DES CHALEURS ET PERCE.....	14
REGION HYDROGRAPHIQUE 2 SAINT-LAURENT SUD-EST.....	16
REGION HYDROGRAPHIQUE 3 SAINT-LAURENT SUD-OUEST	18
REGION HYDROGRAPHIQUE 4 OUTAOUAIS ET MONTREAL	21
REGION HYDROGRAPHIQUE 5 SAINT-LAURENT NORD-OUEST.....	31
REGION HYDROGRAPHIQUE 6 SAGUENAY ET LAC SAINT-JEAN.....	34
REGION HYDROGRAPHIQUE 7 SAINT-LAURENT NORD-EST	36
REGION HYDROGRAPHIQUE 8 BAIES DE HANNAH ET DE RUPERT	37
7 DISCUSSION	38
8 CONCLUSION.....	41
REFERENCES.....	42
ANNEXE : CARTES DES RISQUES D’IMPLANTATION DE LA MOULE ZEBREE EN FONCTION DES CONCENTRATIONS EN CALCIUM DES LACS DU RSVL.....	44

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Carte des régions hydrographiques du Québec	6
---	---

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Description des niveaux de risque d'implantation de la moule zébrée dans un lac en fonction de sa concentration en calcium	9
Tableau 2. Risque d'implantation de la moule zébrée en fonction du calcium dans la région hydrographique 1, Baie des Chaleurs et Percé	15
Tableau 3. Risque d'implantation de la moule zébrée en fonction du calcium dans la région hydrographique 2, Saint-Laurent sud-est.....	17
Tableau 4. Risque d'implantation de la moule zébrée en fonction du calcium dans la région hydrographique 3, Saint-Laurent sud-ouest.....	19
Tableau 5. Risque d'implantation de la moule zébrée en fonction du calcium dans la région hydrographique 4, Outaouais et Montréal	22
Tableau 6. Risque d'implantation de la moule zébrée en fonction du calcium dans la région hydrographique 5, Saint-Laurent nord-ouest.....	32
Tableau 7. Risque d'implantation de la moule zébrée en fonction du calcium dans la région hydrographique 6, Saguenay et Lac Saint-Jean.....	35
Tableau 8. Risque d'implantation de la moule zébrée en fonction du calcium dans la région hydrographique 7, Saint-Laurent nord-est.....	36
Tableau 9. Risque d'implantation de la moule zébrée en fonction du calcium dans la région hydrographique 8, Baies de Hannah et de Rupert	37
Tableau 10. Distribution des lacs à risque entre les régions hydrographiques..	38

MISE EN CONTEXTE

Dans le cadre d'un mandat octroyé par Pêches et Océans Canada portant sur la stratégie de lutte contre les moules zébrées, le RAPPEL a réalisé une analyse des concentrations en calcium d'environ 700 lacs répertoriés dans la banque de données du Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL) du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). L'objectif de cette analyse est de brosser un portrait des lacs les plus vulnérables à une potentielle invasion de moules zébrées, en établissant un classement de ceux-ci en fonction de leurs concentrations en calcium. Il est important d'identifier les lacs à risque qui présentent un niveau de calcium propice au développement de moules zébrées afin de mettre en place des mesures de prévention qui diminueront la probabilité d'une introduction. Il s'agit également de mettre en lumière les lacs à risque qui se situent dans des régions où la moule zébrée n'est pas encore présente. L'information sera synthétisée sous forme de tableaux et de cartes par régions hydrographiques présentant les niveaux de risque des lacs analysés.

1 MISES EN GARDE RELATIVES À CETTE ANALYSE

Voici quelques points dont il importe de tenir compte lors de la lecture et l'interprétation du présent rapport :

1. **Il ne s'agit pas d'une liste exhaustive des lacs à risque d'implantation de la moule zébrée.** Il s'agit de données provenant du Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL) du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP), et par conséquent, cette liste ne contient que les lacs inventoriés dans le cadre du RSVL. Pour adhérer à ce programme, le suivi d'un lac doit être pris en charge par une entité gouvernementale, non gouvernementale ou un individu. Ainsi, les lacs de régions moins peuplées pourraient être sous-représentés. Les données par région hydrographique ne sont donc pas nécessairement proportionnelles au nombre de lacs de la région.

Notons que depuis quelques années, pour être admis au RSVL, un lac doit présenter les caractéristiques suivantes :

- Une profondeur d'au moins 3 mètres.
 - Une superficie d'au moins 5 hectares (0,05 km²). Il y a une exception pour certains petits lacs si leur profondeur est suffisante.
 - Être d'origine naturelle (les réservoirs d'origine anthropique ne sont donc pas admis).
 - Être exempt de plantes aquatiques en surface sur plus de 50% de sa superficie.
 - Être situé près d'habitations ou être fréquenté sur une base régulière.
 - Être alimenté par au moins un tributaire ou source d'eau souterraine, et se drainer par au moins un exutoire.
2. **Cette liste ne contient que des lacs.** Il est possible pour la moule zébrée de coloniser des rivières si ces dernières présentent des caractéristiques physiques et chimiques propices.

3. **Plusieurs autres facteurs peuvent affecter la vulnérabilité d'un lac** à l'infestation par les moules envahissantes. Voici une liste non exhaustive de ceux-ci :

- Les paramètres en lien avec les conditions physicochimiques du lac, comme le pH, la productivité, la température, le taux d'oxygène ou la transparence (Cohen, 1991; Therriault *et al.*, 2013).
- Le type de substrat au fond du lac : les moules ont besoin d'un substrat dur et grossier pour s'établir, mais elles peuvent également s'agglomérer sur des substrats plus fins (Jones et Ricciardi, 2005; Mellina et Rasmussen, 1994).
- La taille et la bathymétrie du lac : les moules sont plus enclines à s'établir dans des lacs de grande taille avec une profondeur moyenne plus élevée (Strayer, 1991; Karatayev *et al.*, 2015).
- La probabilité d'introduction de moules zébrées est influencée par : la proximité d'un plan d'eau infesté, l'achalandage et la provenance des plaisanciers ainsi que la présence ou l'absence de stations de lavage d'embarcations ou d'autres mesures de prévention (Karatayev *et al.*, 2015).

Cette analyse ne tient compte que du calcium, lequel permet l'implantation des moules une fois que celles-ci ont été introduites. Il s'agit de la première variable à valider. Ensuite, pour les lacs propices à l'établissement de la moule zébrée, il est important de tenir compte des autres variables afin d'évaluer correctement le niveau de vulnérabilité d'un lac face à l'invasion.

4. Même si les données de calcium ont été regroupées par catégorie, il faut comprendre que **le niveau de risque associé aux concentrations en calcium est linéaire**. Par exemple, une valeur de calcium de 19 mg/L est beaucoup plus propice à la moule zébrée qu'une valeur de 12 mg/L, même si celles-ci se retrouvent dans la même catégorie de risque (risque modéré, voir section 4). Les catégories ont tout de même été utilisées afin de faciliter la compréhension et d'aider à reconnaître rapidement le risque que représente le niveau de calcium d'un plan d'eau. Il faut toutefois garder en tête que plus la physicochimie du lac est propice à

l'implantation, plus la moule zébrée risque d'atteindre de fortes densités rapidement et d'avoir des impacts importants. Cependant, même un lac qui possède un faible niveau de calcium peut devenir une source de contamination pour la région. Par conséquent, l'introduction doit être prévenue à tout prix, dans tous les lacs.

5. **Seuls les lacs présentant potentiellement les concentrations minimales viables pour la moule zébrée sont présentés dans les tableaux de ce rapport.** Les lacs pour lesquels le RSVL détient des données de concentration de calcium, mais qui ne présentent pas des quantités suffisantes à la survie de la moule zébrée, sont tout de même illustrés sur les cartes en annexe (risque nul).
6. **La présente analyse porte sur la moule zébrée, mais elle s'applique aussi à la moule quagga (*Dreissena bugensis*).** Celle-ci est une moule envahissante semblable à la moule zébrée avec des besoins similaires, quoique capable de coloniser des eaux plus froides et plus profondes.

2 MÉTHODOLOGIE ET ANALYSE DES DONNÉES

Les données de calcium des lacs ont été obtenues auprès du MELCCFP. La moyenne des données estivales a été calculée pour les besoins de l'analyse. De manière générale, trois données de calcium sont disponibles par lac. Celles-ci ont été prises en juin, en juillet et en août de la même année. Pour certains lacs, des données sont manquantes et, pour d'autres, des données sur plusieurs années sont disponibles. À partir de cette valeur moyenne, chaque lac s'est vu attribuer un niveau de risque. Puis, les lacs ont été regroupés par région hydrographique. Les lacs pour lesquels la concentration en calcium repose sur une seule donnée ont été identifiés par un astérisque dans les tableaux de la section 6. Ceux-ci devront faire l'objet de prises de données supplémentaires.

L'écart-type des concentrations en calcium a également été calculé. Les données de certains lacs présentaient une grande variabilité ou comportaient des valeurs aberrantes. Il a été considéré que les variations importantes étaient potentiellement liées à des erreurs de manipulation ou d'analyse, ou encore associées à des événements ponctuels. Les lacs présentant un écart-type de plus de 10 mg/L de calcium ont donc été identifiés en gris dans les tableaux (section 6). Il est recommandé de poursuivre l'acquisition de données pour ces lacs.

Le Québec compte 13 régions hydrographiques regroupant chacune plusieurs bassins versants (Gouvernement du Québec, 2023). Ces divisions tiennent compte des réalités hydrologiques et écologiques du territoire, plutôt que des limites administratives. C'est pourquoi la présente analyse a été réalisée par région hydrographique.

- 00 - Fleuve Saint-Laurent
- 01 - Baie des Chaleurs et Percé
- 02 - Saint-Laurent sud-est
- 03 - Saint-Laurent sud-ouest
- 04 - Outaouais et Montréal
- 05 - Saint-Laurent nord-ouest
- 06 - Saguenay et lac Saint-Jean
- 07 - Saint-Laurent nord-est
- 08 - Baies de Hannah et de Rupert
- 09 - Baies James et d'Hudson
- 10 - Baie d'Ungava
- 11 - Mer du Labrador
- 12 - Îles du fleuve Saint-Laurent
- 13 - Îles du golfe du Saint-Laurent



**FIGURE 1. CARTE DES RÉGIONS
HYDROGRAPHIQUES DU QUÉBEC**

Comme le fleuve Saint-Laurent n'est pas un lac et qu'il est déjà infesté par la moule zébrée, cette région hydrographique n'a pas été considérée. Les régions hydrographiques 9 à 13 ont également été exclues. Ces régions sont trop nordiques pour la moule zébrée et certaines ne comprennent aucun lac. Par conséquent, seules les données des régions hydrographiques 1 à 8 ont été analysées.

3 CONCENTRATIONS EN CALCIUM ET NIVEAUX DE RISQUE ASSOCIÉS

Le calcium des lacs provient principalement de la dissolution des minéraux du sol et de la roche dans le bassin versant. Ainsi, la nature de la géologie du bassin versant est un indicateur de la concentration en calcium retrouvée dans les lacs. Une géologie composée de calcaire, de marbre ou de dolomite est généralement associée à de plus hautes concentrations en calcium. La distribution de ces gisements est illustrée sur les cartes en annexe.

La littérature portant sur les concentrations minimales et optimales en calcium pour assurer le cycle de vie de la moule zébrée est abondante. Les moyennes des concentrations en calcium des lacs ont donc été classifiées selon différents niveaux de risque face à l'implantation de la moule zébrée. Ces catégories de risque sont détaillées à la section suivante.

Cette analyse est basée sur les catégories utilisées dans le rapport sur l'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, publié par Therriault *et al.* (2013), pour le Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS) du ministère Pêches et Océans Canada. Les travaux du professeur Anthony Ricciardi, de l'Université McGill, ont également été considérés dans le choix des niveaux de risque.

Ainsi, selon le rapport de Therriault *et al.* (2013), une concentration minimale de 12 mg/L de calcium est requise pour assurer la survie de la moule zébrée. Cependant, comme Jones et Ricciardi (2005) ont trouvé une population de moules zébrées à une concentration de 8 mg/L de calcium dans le fleuve Saint-Laurent, il a été décidé d'inclure une catégorie de risque faible pour les concentrations de 8 à 12 mg/L. La catégorie correspondant au risque nul d'implantation de la moule zébrée comprend donc les lacs ayant une concentration en calcium inférieure à 8 mg/L. Les autres catégories coïncident avec celles utilisées dans l'analyse de Therriault *et al.* (2013) : risque modéré (entre 12 et 20 mg/L), risque élevé (entre 20 et 25 mg/L) et risque très élevé (plus grand ou égal à 25 mg/L).

4 SIGNIFICATION DES NIVEAUX DE RISQUE

Risque nul

< 8 mg/L de calcium

Un risque nul d'implantation de moule zébrée correspond à une concentration de calcium à laquelle il n'y a aucune possibilité de survie ou de reproduction de la moule zébrée.

Risque faible

8 à < 12 mg/L de calcium

Il est assumé dans plusieurs ouvrages qu'aucune moule zébrée ne peut vivre dans un plan d'eau à une concentration de calcium entre 8 et 12 mg/L. Cependant, comme certains individus ont été trouvés à ces niveaux dans le fleuve Saint-Laurent (Jokela et Ricciardi, 2008; Jones et Ricciardi, 2005), ceux-ci ont été considérés dans l'analyse. Lors d'une expérience en laboratoire, une croissance positive a aussi été observée chez des moules zébrées juvéniles à partir d'une concentration de 8,5 mg/L en calcium (Hincks et Mackie, 1997). Il est cependant peu probable que des populations puissent s'installer ou se reproduire à de tels niveaux, mais il est envisageable qu'en présence d'un apport fréquent de véligères, certaines moules zébrées puissent survivre. Ainsi, lorsqu'un lac présente entre 8 et 12 mg/L de calcium, il importe de vérifier si certains secteurs possèdent des concentrations plus élevées et de faire une analyse de vulnérabilité plus complète.

Risque modéré

12 à < 20 mg/L de calcium

Une concentration minimale de 12 mg/L de calcium est souvent observée ou utilisée comme limite inférieure de calcium permettant la survie et la reproduction de la moule zébrée (Cohen, 2007; Cohen et Weinstein, 2001; Neary et Leach, 1992; Therriault *et al.*, 2013; Whittier *et al.*, 2008). Dans la littérature, il est aussi généralement admis que des populations denses peuvent se développer à partir de 20 mg/L (Jones et Ricciardi, 2005; Mellina et Rasmussen, 1994; Neary et Leach, 1992).

Risque élevé**20 à < 25 mg/L de calcium**

À partir de 20 mg/L, la moule zébrée peut s'implanter, former des colonies de bonne taille et compléter son cycle de vie (Cohen et Weinstein, 2001; Therriault *et al.*, 2013).

Risque très élevé**≥ 25 mg/L de calcium**

Les lacs ayant une teneur en calcium supérieure ou égale à 25 mg/L présentent des conditions optimales à la reproduction et à la croissance des moules zébrées. Si les autres variables influençant la vulnérabilité du lac sont aussi favorables à l'espèce, elle pourrait atteindre des densités très importantes et engendrer des impacts négatifs majeurs et permanents (Hincks et Mackie, 1997; Therriault *et al.*, 2013).

TABEAU 1. DESCRIPTION DES NIVEAUX DE RISQUE D'IMPLANTATION DE LA MOULE ZÉBRÉE DANS UN LAC EN FONCTION DE SA CONCENTRATION EN CALCIUM

Niveaux de risque d'implantation de la moule zébrée	Définition	Concentration en calcium (mg/L)
Risque nul	Les adultes ne peuvent pas survivre	< 8
Risque faible	Possibilité de survie de moules zébrées, mais conditions sous-optimales	8 à < 12
Risque modéré	La survie et la reproduction des adultes sont supportées à un niveau minimal	12 à < 20
Risque élevé	La survie et la reproduction sont supportées pour des populations de bonnes tailles	20 à < 25
Risque très élevé	Concentrations de calcium optimales pour tous les stades du cycle biologique des moules	≥ 25

5 PLAN D'ACTION POUR LES LACS AYANT UNE CONCENTRATION EN CALCIUM SUFFISANTE POUR LA MOULE ZÉBRÉE

Pour tous les lacs où le niveau de calcium permettrait l'implantation de la moule zébrée, certaines mesures devraient être prises. Il est d'abord important de faire une analyse complète de la vulnérabilité du lac, puis d'instaurer des mesures de prévention et de surveillance.

5.1 Évaluer la vulnérabilité du lac

Tout d'abord, il importe d'évaluer la vulnérabilité du lac en considérant les autres facteurs. Ceux-ci incluent les éléments relatifs à l'introduction de la moule zébrée comme l'achalandage du lac, sa proximité avec un plan d'eau contaminé ou encore la présence ou l'absence d'une station de lavage d'embarcations. Il est également important de considérer les éléments qui influencent l'implantation de l'espèce, c'est-à-dire sa capacité à y compléter son cycle de vie (survie, croissance, reproduction), comme les autres variables physico-chimiques ou la taille du substrat. Il a d'ailleurs été démontré que la taille du substrat exerce une forte influence sur la densité de population de moules zébrées. En effet, un substrat plus gros, constitué de roc ou de pierres, est plus propice aux moules zébrées que le substrat fin, comme le sable ou l'argile (Depew *et al.*, 2021; Jones et Ricciardi, 2005; Mellina et Rasmussen, 1994).

Il est aussi important de considérer les impacts environnementaux et socio-économiques potentiels associés à une invasion de moules zébrées dans un lac. De façon générale, ceux-ci sont proportionnels à la densité des populations de moules. Il a été démontré que plus l'infestation par la moule zébrée sera importante, plus ses effets négatifs sur les moules indigènes seront grands (Jokela et Ricciardi, 2008). Les moules zébrées s'accrochent aux moules indigènes et compétitionnent avec elles pour la nourriture, en plus de nuire à leurs déplacements et à leur reproduction. Ainsi, les impacts pourraient être plus importants s'il existe des espèces sensibles dans le lac, de même que des infrastructures comme des barrages ou prises d'eau qui pourraient être obstrués par les moules zébrées.

5.2 Mesures de prévention

Dans les lacs à risque d'introduction et d'implantation de la moule zébrée, un programme de prévention devrait être mis en place. Les méthodes de prévention généralement utilisées sont l'instauration du lavage obligatoire des embarcations pour les usagers du lac, accompagné d'une campagne de sensibilisation de la population aux risques que pose l'espèce.

Les moules zébrées voyagent d'un réseau hydrographique à un autre par voie anthropique sous forme adulte, en s'accrochant, par exemple, aux embarcations, ou, sous forme larvaire, dans l'eau résiduelle de l'équipement nautique et des bateaux (ballasts, viviers, etc.). Le lavage des embarcations qui transitent d'un plan d'eau à l'autre est une méthode efficace pour freiner la propagation des espèces aquatiques envahissantes (EAE). L'utilisation d'une laveuse à pression à l'eau chaude (60 °C) est recommandée afin de tuer efficacement les moules zébrées. Il est toutefois important de jumeler l'installation de stations de lavage à une campagne de sensibilisation afin d'informer le public à l'enjeu. Il est aussi important que les usagers participent à la décontamination en nettoyant et en faisant sécher tout équipement ayant été en contact avec l'eau, en plus de leur embarcation, pour tuer les véligères qui pourraient se loger à des endroits difficiles à laver.

Il existe deux ouvrages traitant de l'installation d'une station de lavage d'embarcation et des bonnes pratiques de décontamination soit, le Guide des bonnes pratiques en milieu aquatique (MFFP, 2018) et le Guide d'implantation de station de lavage (RAPPEL, 2021).

5.3 Détection précoce

En second lieu, il serait primordial de mettre sur pied un programme de surveillance des lacs à risque d'implantation de la moule zébrée. Plusieurs méthodes existent pour détecter l'espèce : l'analyse d'ADN environnemental, l'installation de substrats artificiels, la recherche active et l'utilisation d'un filet à véligères. Une campagne de sensibilisation chez les usagers du lac et ses riverains devrait aussi être mise en place afin de les informer sur la moule zébrée et ses vecteurs de propagation, ainsi que pour leur apprendre où la trouver et comment l'identifier. Il est important de détecter la moule zébrée très tôt à la suite d'une invasion, car c'est à cette étape que l'on peut organiser des opérations de retrait afin de l'éradiquer ou de ralentir son invasion.

Autant dans le cas de la prévention que de la détection précoce, la sensibilisation peut prendre diverses formes, telles qu'une campagne médiatique (radio, télévision, médias sociaux, journaux, etc.), la tenue de kiosques d'information lors d'activités en lien avec le lac ou la distribution de dépliants d'information chez les riverains, aux stations de lavage d'embarcations ou aux descentes de bateaux.

6 RÉSULTATS

LES LACS AYANT UNE CONCENTRATION EN CALCIUM PERMETTANT
LA SURVIE DE LA MOULE ZÉBRÉE AU QUÉBEC

RÉGION HYDROGRAPHIQUE 1 BAIE DES CHALEURS ET PERCÉ

La région hydrographique de la baie des Chaleurs et de Percé (01) comprend le versant du golfe du Saint-Laurent au sud du Rocher Percé, celui de la baie des Chaleurs et de la rivière Saint-Jean (Nouveau Brunswick). Elle couvre trois régions administratives soit : le sud de la Gaspésie-Îles-de-la-Madelaine, le sud du Bas-Saint-Laurent et le nord-est de Chaudière-Appalaches.

Le MELCCFP détient les données de calcium pour 17 lacs de cette région hydrographique. De ces lacs, 14 (82 %) contiennent des concentrations en calcium permettant la survie de la moule zébrée. De ceux-ci, 5 lacs présentent un faible risque d'implantation de la moule zébrée, un seul présente un risque modéré, 4 présentent un risque élevé et 4 un risque très élevé.

Un lac, le lac des Huit Milles (Nemtayé), présente potentiellement un niveau de calcium suffisant à l'établissement de la moule zébrée, mais la grande variabilité des données rend impossible l'évaluation du niveau de risque réel.

Il est aussi à noter que la moule zébrée a été découverte au lac Témiscouata au cours de l'été 2022. Ainsi, les lacs avoisinants ayant un niveau de calcium propice à l'implantation de l'espèce devraient faire l'objet d'analyses plus poussées. Des mesures préventives et de surveillance devraient également être mises en place dans les plus brefs délais.

La répartition des niveaux de risque de cette région est présentée dans le tableau 2 et illustrée dans les cartes en annexe.

TABLEAU 2. RISQUE D'IMPLANTATION DE LA MOULE ZÉBRÉE EN FONCTION DU CALCIUM DANS LA RÉGION HYDROGRAPHIQUE 1, BAIE DES CHALEURS ET PERCÉ

N° STATION	Lac	Moyenne calcium (mg/L)	Niveau de risque
01150009	LAC AU SAUMON	32,8	Risque très élevé
01150038	LAC SAINT-PIERRE	31,3	Risque très élevé
01150042	LAC MATAPÉDIA	28,0	Risque très élevé
01150006	LAC HUMQUI	25,7	Risque très élevé
01150024	LAC HUIT MILLE	24,0	Risque élevé
01150039	LAC INDIEN	23,3	Risque élevé
01B30001	LAC VACHON	22,3	Risque élevé
01170045	LAC TÉMISCOUATA	20,3	Risque élevé
01170052	LAC LONG	12,7	Risque modéré
01380006	LAC JALLY	11,2	Risque faible
01150008	LAC DU PORTAGE	10,9	Risque faible
01310007	LAC POHÉNÉGAMOOK	10,3	Risque faible
01810002	LAC JOLI	9,5	Risque faible
01380003	LAC FRONTIÈRE	8,6	Risque faible
01150012	LAC DES HUIT MILLES (NEMTAYÉ)	NA	Risque incertain

RÉGION HYDROGRAPHIQUE 2 SAINT-LAURENT SUD-EST

La région hydrographique du Saint-Laurent sud-est comprend le versant du golfe du Saint-Laurent au nord du Rocher Percé et celui du sud du fleuve Saint-Laurent jusqu'à la rivière Godefroy, inclusivement. Elle longe le côté nord de la région hydrographique de la Baie des Chaleurs et Percé (1) et couvre plusieurs régions administratives soit : le nord de la Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine et du Bas-Saint-Laurent, Chaudière-Appalaches, le nord-est du Centre-du-Québec, et une portion à l'est de l'Estrie, près de Mégantic.

Le MELCCFP détient des données de concentration en calcium pour 33 lacs de cette région hydrographique. De ces lacs, 16 (48 %) contiennent des concentrations en calcium permettant la survie de la moule zébrée. De ceux-ci, 5 lacs présentent un faible risque d'implantation de la moule zébrée, 8 un risque modéré, un seul présente un risque élevé et 2 un risque très élevé.

Pour deux lacs, les données de calcium montrent une forte variabilité. Ainsi, d'autres mesures seront nécessaires afin de permettre l'évaluation du niveau de risque.

La répartition des niveaux de risque de cette région est présentée dans le tableau 3 et illustrée dans les cartes en annexe.

TABLEAU 3. RISQUE D'IMPLANTATION DE LA MOULE ZÉBRÉE EN FONCTION DU CALCIUM DANS LA RÉGION HYDROGRAPHIQUE 2, SAINT-LAURENT SUD-EST

N° STATION	Lac	Moyenne calcium (mg/L)	Niveau de risque
02200037	LAC PLOURDE	35,3	Risque très élevé
02190013	LAC NOIR	25,0	Risque très élevé
02410004	LAC À L'ANGUILLE	20,7	Risque élevé
02340213	LAC ALGONQUIN	17,0	Risque modéré
02310043	LAC BRINGÉ	16,0	Risque modéré
02260001	LAC SAINT-PIERRE	14,7	Risque modéré
02340020	LAC POULIN	14,3	Risque modéré
02400066	LAC À LA TRUITE	14,0	Risque modéré
02330056	LAC PIERRE-PAUL	13,7	Risque modéré
02340015	LAC DES ABÉNAQUIS	12,3	Risque modéré
02400044	LAC JOSEPH	12,0	Risque modéré
02340154	LAC SARTIGAN	10,2	Risque faible
02400067	LAC WILLIAM	9,6	Risque faible
02340227	LAC DU CLUB DE CONSERVATION	8,9	Risque faible
02340207	LAC AUX CYGNES	8,7	Risque faible
02340097	LAC RAQUETTE	8,4	Risque faible
02170003	LAC MICHAUD	NA	Risque incertain
02340209	LAC DES TROIS MILLES	NA	Risque incertain

RÉGION HYDROGRAPHIQUE 3 SAINT-LAURENT SUD-OUEST

La région hydrographique du Saint-Laurent sud-ouest se trouve au sud du Québec et couvre quatre régions administratives soit : le sud-ouest du Centre-du-Québec, l'Estrie à l'exception du secteur Mégantic, la portion au sud de Chaudière-Appalaches, qui comprend le lac Aylmer et le Grand-Lac-Saint-François, ainsi que la totalité de la Montérégie, à l'exception de la région de Vaudreuil-Soulanges.

Le MELCCFP détient des données de calcium pour 48 lacs de cette région hydrographique. De ces lacs, 29 (60 %) contiennent des concentrations en calcium permettant la survie de la moule zébrée. De ceux-ci, 6 lacs présentent un faible risque d'implantation de la moule zébrée et 21 un risque modéré. Seulement 1 lac présente un risque élevé et 1 autre, un risque très élevé.

Les données de calcium de trois lacs montrent une forte variabilité. Ainsi, d'autres mesures seront nécessaires afin de permettre l'évaluation du niveau de risque.

À noter que le lac Magog est déjà infesté de moules zébrées, ainsi que le lac Memphrémagog, le lac Massawippi et la baie Missisquoi (une extension du lac Champlain). Ceux-ci ne figurent pas dans la liste fournie par le MELCCFP.

La répartition des niveaux de risque de cette région est présentée dans le tableau 4 et illustrée dans les cartes en annexe.

TABLEAU 4. RISQUE D'IMPLANTATION DE LA MOULE ZÉBRÉE EN FONCTION DU CALCIUM DANS LA RÉGION HYDROGRAPHIQUE 3, SAINT-LAURENT SUD-OUEST

N° STATION	Lac	Moyenne calcium (mg/L)	Niveau de risque
03020523	LAC LOUISE	28,0*	Risque très élevé
03020533	ÉTANG O'MALLEY	22,0	Risque élevé
03040036	LAC À LA TORTUE	19,0	Risque modéré
03020138	LAC MAGOG	18,3	Risque modéré
03020542	LAC LINDSAY	18,3	Risque modéré
03040020	LAC SELBY	17,7	Risque modéré
03040208	ÉTANG SALLY	16,3	Risque modéré
03030153	LAC ROXTON	16,0	Risque modéré
03030146	LAC DAVIGNON	15,0	Risque modéré
03030168	LAC WATERLOO	14,7	Risque modéré
03030114	LAC BOIVIN	14,5	Risque modéré
03020166	LAC NICK	14,3	Risque modéré
03040207	LAC DU MOULIN	14,3	Risque modéré
03030144	LAC BROMONT	13,8	Risque modéré
03030148	LAC BROME	13,7	Risque modéré
03020530	LAC LYSER	13,3	Risque modéré
03040196	LAC DES BOULEAUX	13,0	Risque modéré
03030316	LAC GALE	12,7	Risque modéré

03020067	LAC RUEL	12,3	Risque modéré
03030181	RÉSERVOIR CHOINIÈRE	12,3	Risque modéré
03030508	LAC SANS TOPONYME	12,3	Risque modéré
03010105	LES TROIS LACS	12,0	Risque modéré
03020431	PETIT LAC LAMBTON	12,0	Risque modéré
03040318	LAC TROUSERS	11,7	Risque faible
03020298	LAC PEASLEY	11,3	Risque faible
03040273	LAC LONG POND	11,3	Risque faible
03020068	LAC BOISSONNEAULT	9,9	Risque faible
03020447	GRAND LAC SAINT-FRANÇOIS	8,6	Risque faible
03020108	LAC BRAN DE SCIE	8,2	Risque faible
03020104	LAC BOLDUC	NA	Risque incertain
03020450	PETIT LAC SAINT-FRANÇOIS	NA	Risque incertain
03040205	LAC SEIGNEURIAL	NA	Risque incertain

* Concentration en calcium issue d'une seule mesure. Plus de données seront nécessaires pour confirmer cette valeur.

RÉGION HYDROGRAPHIQUE 4 OUTAOUAIS ET MONTRÉAL

La région hydrographique Outaouais et Montréal comprend le versant de la rivière des Outaouais, des Mille-Îles et des Prairies et celui du lac des Deux-Montagnes, le versant nord du lac Saint-François, du canal de Beauharnois et les îles de Montréal, Jésus et Perrot. Elle se situe au sud-ouest de la province de Québec. Elle englobe les îles de Montréal et Laval, ainsi que les régions administratives des Laurentides, de l'Outaouais et le sud de l'Abitibi-Témiscamingue. Elle empiète aussi sur la région de Lanaudière dans le secteur de Mascouche, et sur la région de la Mauricie dans le secteur de Parent.

Le MELCCFP détient des données de calcium pour 340 lacs de cette région hydrographique. De ces lacs, 148 (44 %) contiennent des concentrations en calcium permettant la survie de la moule zébrée. De ceux-ci, 65 lacs présentent un risque faible d'implantation de la moule zébrée, 51 un risque modéré, 16 un risque élevé et 16 un risque très élevé.

Les données de calcium de 27 lacs montrent une forte variabilité. Ainsi, d'autres mesures seront nécessaires afin de permettre l'évaluation du niveau de risque.

La répartition des niveaux de risque de cette région est présentée dans le tableau 5 et illustrée dans les cartes en annexe.

TABLEAU 5. RISQUE D'IMPLANTATION DE LA MOULE ZÉBRÉE EN FONCTION DU CALCIUM DANS LA RÉGION HYDROGRAPHIQUE 4, OUTAOUAIS ET MONTRÉAL

N° STATION	Lac	Moyenne calcium (mg/L)	Niveau de risque
04300089	LAC ROUYN	38,0	Risque très élevé
04080308	LAC À BEAUDRY	34,3	Risque très élevé
04080306	LAC LAVERDURE	33,7	Risque très élevé
04080258	LAC JOHNSTON	33,3	Risque très élevé
04080317	LAC CLÉMENT	31,3	Risque très élevé
04080310	LAC BOIS FRANC	31,0	Risque très élevé
04080278	LAC DES TRENTE ET UN MILLES	30,7	Risque très élevé
04080314	LAC ROBERGE	30,3	Risque très élevé
04060150	LAC DE L'ORIGNAL	29,7	Risque très élevé
04080241	LAC BLUE SEA	28,3	Risque très élevé
04070002	LAC À LA PERDRIX	28,0	Risque très élevé
04300332	LAC NORANDA	28,0	Risque très élevé
04080276	LAC SINCLAIR	26,7	Risque très élevé
04080271	LAC EDJA	26,3	Risque très élevé
04080305	LAC GRANT	26,0	Risque très élevé
04080300	GRAND LAC ROND	25,7	Risque très élevé
04040052	LAC VERT	24,0	Risque élevé
04080287	PETIT LAC DU CASTOR BLANC	23,5	Risque élevé

04080253	LAC PEMICHANGAN	23,3	Risque élevé
04010165	LAC GUINDON	23,0	Risque élevé
04060155	LAC SAINT-PAUL	23,0*	Risque élevé
04060181	LAC O'NEIL	23,0	Risque élevé
04080261	LAC MAHON	23,0	Risque élevé
04080282	LAC LACAILLE	23,0	Risque élevé
04010168	LAC VIOLON	21,7	Risque élevé
04010180	LAC ROND	21,0	Risque élevé
04300460	LAC LAPERRIÈRE	21,0	Risque élevé
04010166	LAC DES SEIGNEURS	20,7	Risque élevé
04020041	LAC DUHAMEL	20,7	Risque élevé
04060141	LAC DU CARDINAL	20,7	Risque élevé
04080326	LAC CAYA	20,7	Risque élevé
04010161	PETIT LAC SAINTE-MARIE	20,0	Risque élevé
04020180	LAC DES PINS	19,7	Risque modéré
04300507	LAC OSISKO	19,3	Risque modéré
04010164	LAC SAINT-AMOUR	19,0	Risque modéré
04060167	LAC DE L'AIGLE	19,0	Risque modéré
04300433	LAC FORTUNE	19,0	Risque modéré
04300445	LAC KING OF THE NORTH	19,0	Risque modéré
04080288	LAC GEORGES	18,7	Risque modéré

04020326	LAC MASKINONGÉ	18,5*	Risque modéré
04060201	EXUTOIRE DU LAC O'NEIL	18,5*	Risque modéré
04020278	LAC HARRINGTON	18,0	Risque modéré
04060145	LAC SAINT-PAUL	18,0*	Risque modéré
04010263	LAC DÉPATIE	17,7	Risque modéré
04010197	LAC JOHANNE	17,3	Risque modéré
04080257	LAC DES ÎLES	17,0	Risque modéré
04010237	LAC CORBEIL	16,9	Risque modéré
04020273	LAC MASKINONGÉ	16,7	Risque modéré
04010117	LAC DES PINS	16,5	Risque modéré
04010294	LAC DES SOURCES	16,0	Risque modéré
04010061	LAC ÉCHO	15,7	Risque modéré
04020192	LAC DE LA MINE	15,7	Risque modéré
04010071	LAC MAROIS	15,3	Risque modéré
04010208	LAC BELLEVUE	15,3	Risque modéré
04080240	PETIT LAC DES CÈDRES	15,3	Risque modéré
04010236	LAC COOK	15,1	Risque modéré
04010169	LAC LOISELLE	15,0	Risque modéré
04020148	LAC GAGNON	15,0	Risque modéré
04080289	LAC MURRAY	14,7	Risque modéré
04010216	LAC ÉCHO	14,5	Risque modéré

04060123	LAC VERT (VAL DES BOIS)	14,5	Risque modéré
04060197	EXUTOIRE DU LAC DES CÈDRES	14,5*	Risque modéré
04010210	LAC MILLETTE	14,3	Risque modéré
04060132	PETIT LAC FRANÇOIS	14,3	Risque modéré
04080226	PETIT LAC HUGHES	14,3	Risque modéré
04020138	LAC ROND (BATESVILLE)	14,3	Risque modéré
04010243	LAC ÉCHO, FOSSE À 11 M DANS LE SECTEUR S-E	14,0*	Risque modéré
04010338	LAC ÉCHO	14,0*	Risque modéré
04010340	LAC À LA TRUITE	14,0*	Risque modéré
04020341	LAC MARIE-LOUISE	14,0	Risque modéré
04060194	EXUTOIRE DU LAC DU NEUF	14,0*	Risque modéré
04040059	PETIT LAC PRESTON	13,5	Risque modéré
04060198	EXUTOIRE DU LAC BONNÉCAL	13,5*	Risque modéré
04010151	LAC WENTWORTH (FOSSE)	13,0	Risque modéré
04010248	LAC RENAUD	13,0	Risque modéré
04040068	LAC NAPOLÉON	12,8	Risque modéré
04020280	LAC CLÉMENT	12,8	Risque modéré
04010196	LAC COLETTE	12,7	Risque modéré
04080263	LAC NORTHFIELD	12,7	Risque modéré
04060173	LAC DE L'ARGILE	12,5	Risque modéré
04080116	LAC HUGHES	12,5	Risque modéré

04060186	LAC DE L'ÉPINETTE	12,3	Risque modéré
04010178	LAC SAINT-LOUIS	12,0	Risque modéré
04020194	GRAND LAC MACDONALD	11,7	Risque faible
04040069	LAC SCHRYER	11,7	Risque faible
04080273	GRAND LAC DES CÈDRES	11,7	Risque faible
04020316	LAC CARRÉ	11,5*	Risque faible
04080320	EXUTOIRE DU LAC GATINEAU	11,5*	Risque faible
04010212	LAC BOUCANÉ	11,3	Risque faible
04010217	LAC GÉMONT	11,3	Risque faible
04010220	LAC RENÉ	11,3	Risque faible
04020190	LAC VÉZEAU	11,3	Risque faible
04020249	LAC FRASER	11,3	Risque faible
04080294	LAC MCCUAIG	11,3	Risque faible
04020321	LAC GAGNON	11,0*	Risque faible
04060161	LAC GAUVIN	11,0	Risque faible
04060189	LAC SAINT-PAUL	11,0*	Risque faible
04050013	LAC LA BLANCHE	10,9	Risque faible
04020021	LAC SUPÉRIEUR	10,9	Risque faible
04040055	LAC VICEROY	10,9	Risque faible
04010332	LAC EVANS	10,7	Risque faible
04080284	LAC DU CASTOR BLANC	10,7	Risque faible

04010238	LAC BRÛLÉ	10,6	Risque faible
04060027	LAC FRANÇOIS	10,4	Risque faible
04010211	LAC BEAULNE	10,3	Risque faible
04010201	LAC SUZANNE	10,2	Risque faible
04010350	LAC L'HEUREUX	10,1	Risque faible
04080295	LAC DE LA FERME	10,1	Risque faible
04020275	LAC JOLY	10,1	Risque faible
04020315	LAC BEAVEN	9,9*	Risque faible
04060125	LAC DES ÎLES - NORD EST	9,8	Risque faible
04020253	LAC GARRY	9,8	Risque faible
04020114	LAC PETIT LAC NOMININGUE	9,7	Risque faible
04060176	LAC ROND	9,6	Risque faible
04010077	LAC DU COEUR	9,5	Risque faible
04010125	LAC GODON	9,4	Risque faible
04010209	LAC MELANÇON	9,4	Risque faible
04010213	LAC INDIEN	9,3	Risque faible
04040050	LAC HOTTE	9,3	Risque faible
04020120	LAC SPECTACLES	9,3	Risque faible
04020196	LAC BEAVEN	9,3	Risque faible
04010250	LAC DES BECS-SCIE	9,3	Risque faible
04060170	LAC AUX BROCHETS	9,2	Risque faible

04010239	LAC NOIR	9,2	Risque faible
04060116	PETIT LAC DU CERF	9,2	Risque faible
04060202	EXUTOIRE DU LAC DES ÎLES	9,2*	Risque faible
04060187	LAC GAUVIN	9,2*	Risque faible
04010251	LAC PURVIS	9,1	Risque faible
04060193	EXUTOIRE DU LAC PARADIS	9,1*	Risque faible
04010119	LAC BIXLEY	9,0	Risque faible
04010199	LAC PARENT	8,9	Risque faible
04010074	LAC OUMET	8,9	Risque faible
04020245	LAC OUMET	8,9	Risque faible
04020262	LAC XAVIER	8,9	Risque faible
04020305	LAC BOILEAU	8,8	Risque faible
04060111	LAC BIGELOW	8,7	Risque faible
04020100	LAC LAUREL	8,6	Risque faible
04010167	LAC SCHRYER	8,6	Risque faible
04060192	LAC DU CLUB	8,5*	Risque faible
04020168	LAC MUNICH	8,4	Risque faible
04020034	LAC CHAPLEAU	8,3	Risque faible
04010274	LAC LÉONARD	8,3	Risque faible
04290005	LAC CAMERON	8,2	Risque faible
04010202	LAC CANARD	8,2	Risque faible

04010144	LAC BARRON	8,1	Risque faible
04010157	LAC ROCHON	8,1	Risque faible
04040049	LAC HACQUARD	8,0	Risque faible
04060196	EXUTOIRE DU GRAND LAC DU CERF	8,0*	Risque faible
4300455	LAC PELLETIER	NA	Risque incertain
04080316	LAC DU CASTOR BLANC	NA	Risque incertain
04060159	LAC LEFEBVRE	NA	Risque incertain
04040042	LAC LESAGE	NA	Risque incertain
04060160	LAC LONG	NA	Risque incertain
04080307	LAC PROFOND	NA	Risque incertain
04300446	LAC MUD	NA	Risque incertain
04040083	LAC FARRAND	NA	Risque incertain
04300010	LAC OPASATICA	NA	Risque incertain
04010333	LAC CAROLINE	NA	Risque incertain
04040012	LAC IROQUOIS	NA	Risque incertain
04020287	LAC DES ESCLAVES	NA	Risque incertain
04020171	LAC FRANCIS	NA	Risque incertain
04020325	LAC LAUREL	NA	Risque incertain
04010356	LAC FREDERIC	NA	Risque incertain
4010331	LAC SOLAR	NA	Risque incertain

04020025	LAC DES TROIS MONTAGNES (SIMON)	NA	Risque incertain
04080296	LAC CAYAMANT	NA	Risque incertain
04020018	LAC DE LA SUCRERIE	NA	Risque incertain
04010292	LAC MACSHANE	NA	Risque incertain
04020135	LAC ÉQUERRE	NA	Risque incertain
04010171	LAC LOUISE	NA	Risque incertain
04020043	LAC CAMERON	NA	Risque incertain
04020175	LAC DU BROCHET	NA	Risque incertain
04020197	LAC LANTHIER	NA	Risque incertain
4010327	LAC LÉON	NA	Risque incertain
04010162	LAC MOHAWK	NA	Risque incertain

* Concentration en calcium issue d'une seule mesure. Plus de données seront nécessaires pour confirmer cette valeur.

RÉGION HYDROGRAPHIQUE 5 SAINT-LAURENT NORD-OUEST

La région hydrographique du Saint-Laurent nord-ouest comprend le versant nord du Saint-Laurent, de la rivière L'Assomption jusqu'à la rivière Saguenay, et s'étend au nord pour inclure le réservoir Gouin. Elle s'étend sur la majeure partie des régions administratives de la Mauricie, de Lanaudière et de la Capitale-Nationale ainsi que sur la limite sud-ouest du Saguenay-Lac-Saint-Jean.

Le MELCCFP détient des données de concentration en calcium pour 182 lacs de cette région hydrographique. De ces lacs, 23 (13 %) contiennent des concentrations en calcium supportant la survie de la moule zébrée. De ceux-ci, 11 lacs présentent un risque faible d'implantation de la moule zébrée, 12 un risque modéré et aucun ne présente un risque élevé ou très élevé.

Les données de calcium de 14 lacs montrent une forte variabilité. Ainsi, d'autres mesures seront nécessaires afin de permettre l'évaluation du niveau de risque.

La répartition des niveaux de risque de cette région est présentée dans le tableau 6 et illustrée dans les cartes en annexe.

TABLEAU 6. RISQUE D'IMPLANTATION DE LA MOULE ZÉBRÉE EN FONCTION DU CALCIUM DANS LA RÉGION HYDROGRAPHIQUE 5, SAINT-LAURENT NORD-OUEST

N° STATION	Lac	Moyenne calcium (mg/L)	Niveau de risque
05220113	LAC PIERRE	18,3	Risque modéré
05220497	LAC MARCHAND	17,7	Risque modéré
05300006	LAC DES SIX	16,1	Risque modéré
05220482	LAC LOYER	14,7	Risque modéré
05150003	LAC NAIRNE (SAINTE-AGNÈS)	14,3	Risque modéré
05220502	LAC BASTIEN	14,3	Risque modéré
05220087	LAC PATRICK	14,3	Risque modéré
05010111	LAC DES ÉRABLES	13,7	Risque modéré
05220525	LAC BEAULAC	13,7	Risque modéré
05220394	LAC MORENCY	12,3	Risque modéré
05220634	LAC DU ROCHER	12,3	Risque modéré
05090004	LAC BEAUPORT	12,0	Risque modéré
05220508	LAC LOUISE	10,3	Risque faible
05220514	LAC BEAU BASSIN	10,3	Risque faible
05220523	LAC BRÛLÉ	9,7	Risque faible
05220583	LAC RAWDON	9,2	Risque faible
05010563	LAC VINCENT	9,0	Risque faible
05220462	LAC CLOUTIER	8,7	Risque faible

05220517	LAC DANIEL	8,5	Risque faible
05010545	PETIT LAC COLLIN	8,4	Risque faible
05220505	LAC ROUGE	8,4	Risque faible
05220512	LAC LASALLE	8,2	Risque faible
05220622	LAC CONNELLY	8,1*	Risque faible
05010503	LAC DU MISSIONNAIRE SUD	NA	Risque incertain
05220633	LAC CORNU	NA	Risque incertain
05220131	LAC CRISTAL	NA	Risque incertain
05010544	LAC COLLIN	NA	Risque incertain
05220546	LAC BLEU	NA	Risque incertain
05220091	LAC DES FRANÇAIS	NA	Risque incertain
05010560	LAC À LA TRUITE	NA	Risque incertain
05010526	LAC EN CROIX	NA	Risque incertain
05220082	LAC ARCHAMBAULT	NA	Risque incertain
05010525	LAC BARNARD	NA	Risque incertain
05030218	LAC ARCHANGE	NA	Risque incertain
05040189	LAC LONG	NA	Risque incertain
05030220	LAC BRULÉ	NA	Risque incertain
05300032	LAC À LA PÊCHE	NA	Risque incertain

* Concentration en calcium issue d'une seule mesure. Plus de données seront nécessaires pour confirmer cette valeur.

RÉGION HYDROGRAPHIQUE 6 SAGUENAY ET LAC SAINT-JEAN

La région hydrographique du Saguenay et du lac Saint-Jean comprend tout le bassin de drainage du lac Saint-Jean et de la rivière Saguenay. Elle parcourt principalement la région administrative de Saguenay-Lac-Saint-Jean, et empiète sur la région de la Capitale-Nationale dans le secteur de la rivière Pikauba, et sur la région de la Côte-Nord afin d'inclure la rivière Sainte-Marguerite Nord-Est.

Le MELCCFP détient des données de concentration en calcium pour 36 lacs de cette région hydrographique. De ces lacs, 13 (36 %) contiennent des concentrations en calcium supportant la survie de la moule zébrée. De ceux-ci, 8 lacs présentent un risque faible d'implantation de la moule zébrée, 3 un risque modéré, 2 un risque élevé et aucun ne présente un risque très élevé.

La répartition des niveaux de risque de cette région est présentée dans le tableau 7 et illustrée dans les cartes en annexe.

TABLEAU 7. RISQUE D'IMPLANTATION DE LA MOULE ZÉBRÉE EN FONCTION DU CALCIUM DANS LA RÉGION HYDROGRAPHIQUE 6, SAGUENAY ET LAC SAINT-JEAN

N° STATION	Lac	Moyenne calcium (mg/L)	Niveau de risque
06270012	PETIT LAC CLAIR	24,0	Risque élevé
06270011	LAC MIAL	23,0	Risque élevé
06270010	LAC CLAIR	14,7	Risque modéré
06160021	LAC OUIATCHOUAN	14,1	Risque modéré
06160020	LAC BOUCHETTE	12,9	Risque modéré
06100020	LAC KÉNOGAMI	11,0*	Risque faible
06160017	LAC ROND	11,0	Risque faible
06260003	LAC DOCTEUR	11,0	Risque faible
06100052	LAC DU CAMP	10,4	Risque faible
06A70001	LAC DE L'ANSE À L'EAU	10,4	Risque faible
06270006	LAC DES COPAINS	9,5	Risque faible
06150039	LAC À LA CARPE	9,0	Risque faible
06270013	LAC EMMURAILLÉ	8,0	Risque faible

* Concentration en calcium issue d'une seule mesure. Plus de données seront nécessaires pour confirmer cette valeur.

RÉGION HYDROGRAPHIQUE 7 SAINT-LAURENT NORD-EST

La région hydrographique du Saint-Laurent nord-est comprend le versant nord du fleuve Saint-Laurent à l'est de la rivière Saguenay et le versant nord du golfe du Saint-Laurent. Elle s'étend sur la majeure partie de la région administrative de la Côte-Nord, à l'exception de l'île d'Anticosti et du secteur du réservoir Caniapiscau.

Le MELCCFP détient des données de concentration en calcium pour 16 lacs de cette région hydrographique. De ces lacs, un seul (6 %) contient des concentrations en calcium supportant la survie de la moule zébrée. Celui-ci présente un risque faible d'implantation de la moule zébrée.

Les données de calcium d'un lac montrent une forte variabilité. Ainsi, d'autres mesures seront nécessaires afin de permettre l'évaluation du niveau de risque.

La répartition des niveaux de risque de cette région est présentée dans le tableau 8 et illustrée dans les cartes en annexe.

TABLEAU 8. RISQUE D'IMPLANTATION DE LA MOULE ZÉBRÉE EN FONCTION DU CALCIUM DANS LA RÉGION HYDROGRAPHIQUE 7, SAINT-LAURENT NORD-EST

N° STATION	Lac	Moyenne calcium (mg/L)	Niveau de risque
07120016	LAC DENISE	9,0	Risque faible
07120009	LAC SAINT-JOSEPH	NA	Risque incertain

RÉGION HYDROGRAPHIQUE 8 BAIES DE HANNAH ET DE RUPERT

La région hydrographique des Baies de Hannah et de Rupert comprend les versants des baies de Hannah et de Rupert, lesquelles se trouvent à l'extrémité nord de la Baie James. Elle comprend le nord de la région administrative de l'Abitibi-Témiscamingue ainsi que le sud de la région du Nord-du-Québec.

Le MELCCFP détient des données de concentration en calcium pour 11 lacs de cette région hydrographique. De ces lacs, 4 (36 %) contiennent des concentrations en calcium supportant la survie de la moule zébrée. De ceux-ci, aucun lac ne présente un risque faible d'implantation de la moule zébrée, 4 présentent un risque modéré et aucun ne présente un risque élevé ou très élevé.

Les données de calcium d'un lac montrent une forte variabilité. Ainsi, d'autres mesures seront nécessaires afin de permettre l'évaluation du niveau de risque.

La répartition des niveaux de risque de cette région est présentée dans le tableau 9 et illustrée dans les cartes en annexe.

TABEAU 9. RISQUE D'IMPLANTATION DE LA MOULE ZÉBRÉE EN FONCTION DU CALCIUM DANS LA RÉGION HYDROGRAPHIQUE 8, BAIES DE HANNAH ET DE RUPERT

N° STATION	Lac	Moyenne calcium (mg/l)	Niveau de risque
08010011	LAC MALARTIC	13,5	Risque modéré
08A10009	LAC MACAMIC	12,9	Risque modéré
08070211	LAC CAVAN	12,6	Risque modéré
08010114	LAC BLOUIN	12,3	Risque modéré
08A10001	LAC ABITIBI	NA	Risque incertain

7 DISCUSSION

7.1 Comparaison des régions hydrographiques

Le tableau suivant illustre la répartition des lacs de chaque région hydrographique dans les différentes catégories de risque liées au calcium. La catégorie de risque « Incertain » comprend les lacs pour lesquels les concentrations de calciums mesurées sont très variables (écart type de plus de 10 mg/L).

TABEAU 10. DISTRIBUTION DES LACS À RISQUE ENTRE LES RÉGIONS HYDROGRAPHIQUES

No région hydrographique	Concentration calcium (mg/L)	Nombre de lacs	Pourcentage de lacs	% de lacs permettant la survie
1 Baie des Chaleurs et Percé	<8	2	12%	83%
	8 à < 12	5	29%	
	12 à < 20	1	6%	
	20 à < 25	4	24%	
	≥ 25	4	24%	
	Incertain	1	6%	
	TOTAL	17		
2 Saint-Laurent sud-est	<8	15	45%	48%
	8 à < 12	5	15%	
	12 à < 20	8	24%	
	20 à < 25	1	3%	
	≥ 25	2	6%	
	Incertain	2	6%	
	TOTAL	33		

3	Saint-Laurent sud-ouest	<8	16	33%	61%
		8 à < 12	6	13%	
		12 à < 20	21	44%	
		20 à < 25	1	2%	
		≥ 25	1	2%	
		Incertain	3	6%	
		TOTAL	48		
4	Outaouais et Montréal	<8	165	49%	44%
		8 à < 12	65	19%	
		12 à < 20	51	15%	
		20 à < 25	16	5%	
		>25	16	5%	
		Incertain	27	8%	
		TOTAL	340		
5	Saint-Laurent nord-ouest	<8	145	80%	13%
		8 à < 12	11	6%	
		12 à < 20	12	7%	
		20 à < 25	0	0%	
		≥ 25	0	0%	
		Incertain	27	8%	
		TOTAL	182		

6	Saguenay et Lac Saint-Jean	<8	23	64%	36%
		8 à < 12	8	22%	
		12 à < 20	3	8%	
		20 à < 25	2	6%	
		≥ 25	0	0%	
		Incertaine	0	0%	
		TOTAL	36		
7	Saint-Laurent nord-est	<8	14	88%	6%
		8 à < 12	1	6%	
		12 à < 20	0	0%	
		20 à < 25	0	0%	
		≥ 25	0	0%	
		Incertaine	1	6%	
		TOTAL	16		
8	Baies de Hannah et de Rupert	<8	6	55%	36%
		8 à < 12	0	0%	
		12 à < 20	4	36%	
		20 à < 25	0	0%	
		≥ 25	0	0%	
		Incertaine	1	9%	
		TOTAL	11		

Tous les lacs où la survie de la moule zébrée est possible devraient faire l'objet d'une analyse de vulnérabilité plus poussée afin d'évaluer leur niveau de risque à l'invasion par la moule zébrée, en considérant les autres variables qui influencent celui-ci (point 3 de la mise en contexte). **Ce n'est pas parce qu'un lac présente une concentration en calcium propice que celui-ci est automatiquement à risque d'invasion par la moule zébrée. Il faut absolument tenir compte des autres facteurs de vulnérabilité.**

La région hydrographique 4, de l'Outaouais et Montréal, est celle où l'on retrouve le plus grand nombre de lacs où le niveau de calcium permet la survie des moules zébrées (148 lacs). Parmi ceux-ci, 32 lacs montrent un risque élevé ou très élevé, ce qui correspond à 10% des lacs de la région. Rappelons toutefois que cette région comprend la moitié des lacs analysés dans le cadre de cette étude.

Une autre observation intéressante est que la région hydrographique 1, Baie des Chaleurs et Percé, présente la plus grande proportion de lacs permettant la survie de la moule zébrée. Ceci est probablement dû à la géologie calcaire de la région, comme on peut l'observer sur la carte en annexe. Cette région devrait assurément faire l'objet d'analyses plus poussées étant donné le volume de touristes s'y déplaçant annuellement. Il faut toutefois noter que le MELCCFP détient seulement les données de calcium pour 17 lacs de cette région.

D'ailleurs, les lacs ayant un bassin versant constitué de roches calcosilicatées ou de marbre devraient faire l'objet d'une attention particulière. Ceux-ci possèdent généralement une teneur plus élevée en calcium et sont donc propices à l'établissement de la moule zébrée, sur la base de ce facteur.

8 CONCLUSION

Cette analyse de vulnérabilité des lacs participant au programme RSVL du MELCCFP a mis en lumière que plusieurs d'entre eux sont vulnérables à une invasion de moules zébrées. Sachant que cette espèce envahissante est actuellement en pleine expansion au Québec, il est primordial de prendre des mesures de prévention et de sensibilisation pour les lacs à risque. La précaution est de mise même dans les zones où la moule zébrée n'est pas encore présente, car il suffit d'un seul geste pour déclencher une invasion.

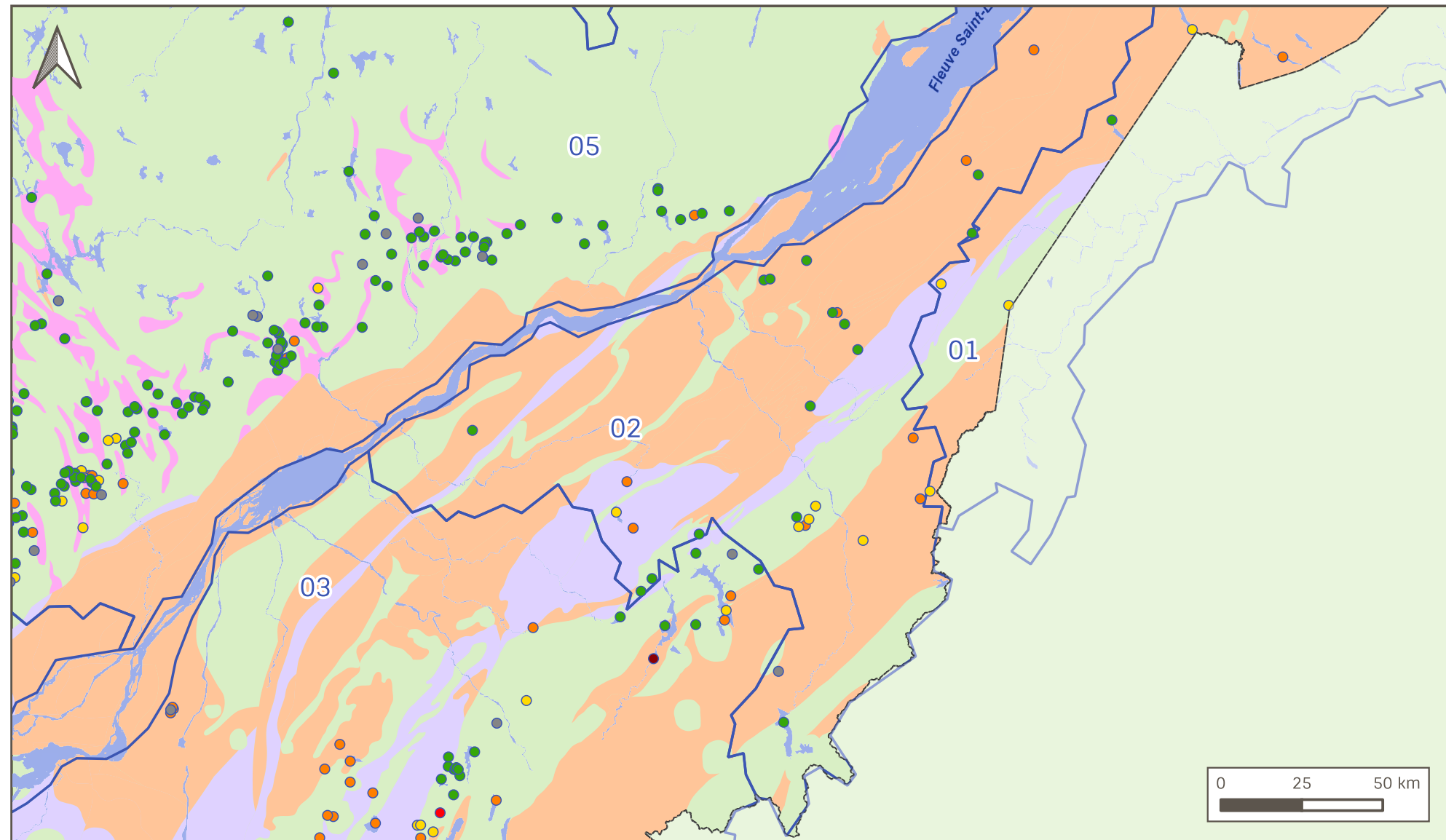
RÉFÉRENCES

- Cohen, A. N. (2007) Potential Distribution of Zebra Mussels (*Dreissena polymorpha*) and Quagga Mussels (*Dreissena bugensis*) in California, Phase 1 Report. California Department of Fish and Game. 29 p.
- Cohen, A. N. (2005). A review of Zebra mussels' environmental requirements. San Francisco Estuary Institute, 33p.
- Cohen, A. N. et Weinstein, A. (2001) Zebra Mussel's Calcium Threshold and Implications for its Potential Distribution in North America San Francisco Estuary Institute. San Fransisco Estuary Institute, n°June.
- Depew, D. C., Krutzemann, E., Watchorn, K. E., Caskenette, A. et Enders, E. C. (2021) The distribution, density, and biomass of the zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) on natural substrates in Lake Winnipeg 2017–2019. Journal of Great Lakes Research, 47 (3) : 556-566.
- Gouvernement du Québec (2023). Rivières (Bassins versants) - Les régions hydrographiques. En ligne
[<https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/bassinversant/regionshydro/index.htm>]
- Hincks, S. S. et Mackie, G. L. (1997) Effects of pH, calcium, alkalinity, hardness, and chlorophyll on the survival, growth, and reproductive success of zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) in Ontario lakes. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 54 (9) : 2049-2057.
- Jokela, A. et Ricciardi, A. (2008) Predicting zebra mussel fouling on native mussels from physicochemical variables. Freshwater Biology, 53 (9) : 1845-1856.
- Jones, L. A. et Ricciardi, A. (2005) Influence of physicochemical factors on the distribution and biomass of invasive mussels (*Dreissena polymorpha* and *Dreissena bugensis*) in the St. Lawrence River. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 62 (9) : 1953-1962.
- Karatayev, A. Y., Burlakova, L. E., Mastitsky, S. E., & Padilla, D. K. (2015). Predicting the spread of aquatic invaders: insight from 200 years of invasion by zebra mussels. Ecological Applications, 25 (2) : 430-440.
- Mellina, E. et Rasmussen, J. B. (1994) Patterns in the distribution and abundance of zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) in rivers and lakes in relation to substrate and other physicochemical factors. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 51 : 1024–1036.
- Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) (2018) Guide des bonnes pratiques en milieu aquatique dans le but de prévenir l'introduction et la propagation d'espèces aquatiques envahissantes, 32p.

- Neary, B. P. et Leach, J. H. (1992) Mapping the potential spread of the zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) in Ontario. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 49 (2) : 406-415.
- Regroupement des associations pour la protection de l'environnement des lacs et des bassins versants (RAPPEL) (2021) Guide d'implantation de station de lavage, 35p.
- Strayer, D. L. (1991). Projected distribution of the zebra mussel, *Dreissena polymorpha*, in North America. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 48 (8) : 1389-1395.
- Therriault, T. W., Weise, A. M., Higgins, S. N. et Guo, Y. (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, vol. 3848.
- Whittier, T. R., Ringold, P. L., Herlihy, A. T. et Pierson, S. M. (2008) A calcium-based invasion risk assessment for zebra and quagga mussels (*Dreissena spp*). Frontiers in Ecology and the Environment, 6 (4) : 180-184.

ANNEXE :

CARTES DES RISQUES D'IMPLANTATION DE LA MOULE ZÉBRÉE EN FONCTION DES
CONCENTRATIONS EN CALCIUM DES LACS DU RSVL



Site d'échantillonnage du taux de calcium et risque associé

- Risque nul
- Risque faible
- Risque modéré
- Risque élevé
- Risque très élevé
- Risque incertain

Zone géologique

- Sols calcaires
- Marbre
- Dolomite
- Frontière du Québec
- Limite des régions hydrographiques

Sources : RSVL (MELCCFP)
SIGÉOM (MRNF)

GRHQ
Statistique Canada

Projection : NAD83(CSR98) / MTM zone 7
Échelle : 1 : 1 700 000

Projet :

Analyse de vulnérabilité des lacs du Québec face à l'implantation de la moule zébrée en fonction du taux de calcium

Titre du plan :

Régions hydrographiques 01 et 02 (secteur ouest)

Feuille :

Dossier :



RAPPEL
Experts-conseils en environnement
et en gestion de l'eau

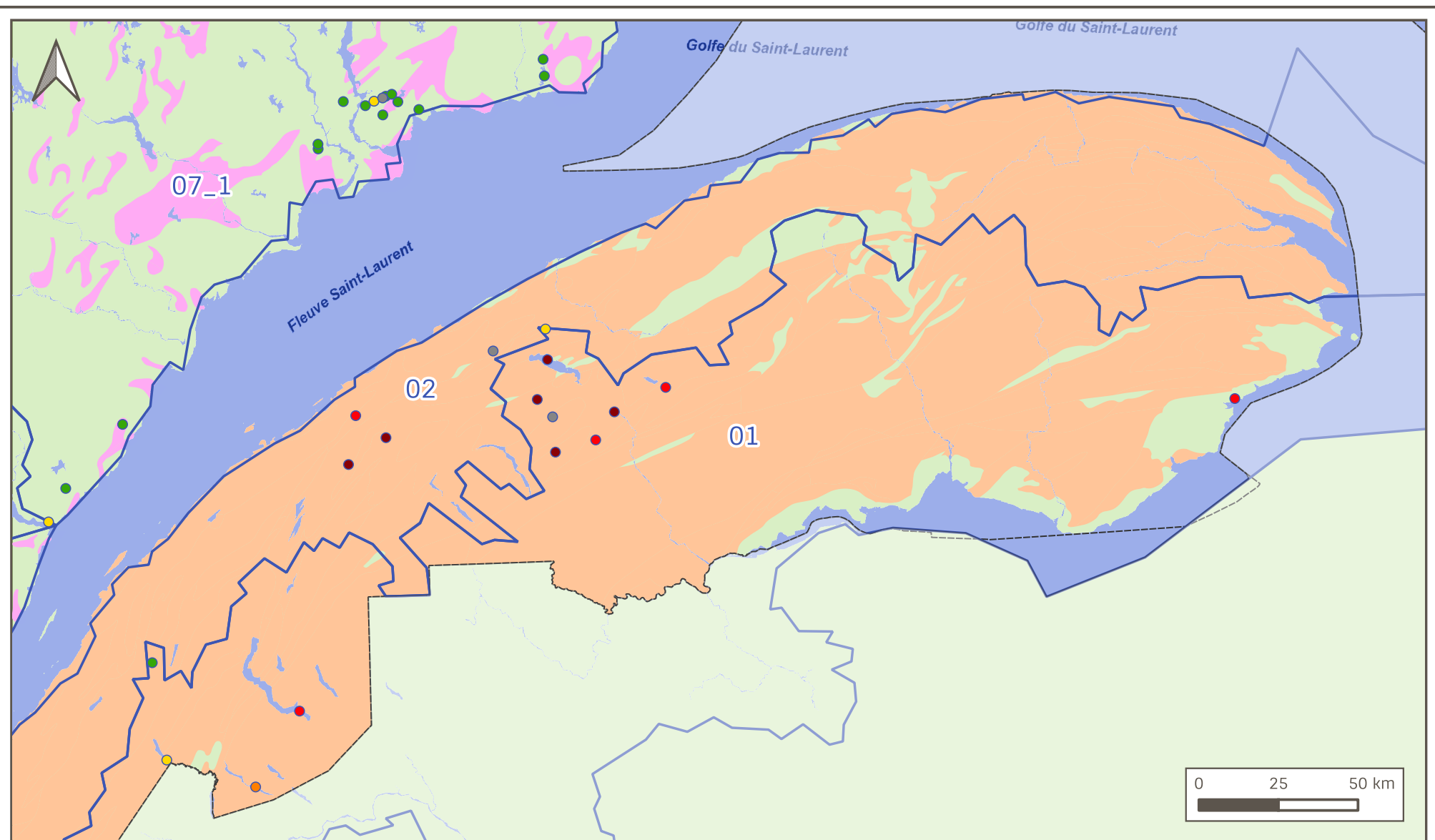
Date : Février 2023

Préparé par :

Camille Gosselin-Bouchard

Approuvé par :

Mélissa Laniel



Site d'échantillonnage du taux de calcium et risque associé

- Risque nul
- Risque faible
- Risque modéré
- Risque élevé
- Risque très élevé
- Risque incertain

Zone géologique

- Sols calcaires
- Marbre
- Dolomite
- Frontière du Québec
- Limite des régions hydrographiques

Sources : RSVL (MELCCFP)
SIGÉOM (MRNF)

GRHQ
Statistique Canada

Projection : NAD83(CSRS98) / MTM zone 7
Échelle : 1 : 1 700 000

Projet :

Analyse de vulnérabilité des lacs du Québec face à l'implantation de la moule zébrée en fonction du taux de calcium

Titre du plan :

Régions hydrographiques 01 et 02 (secteur est)

Feuillet :

Dossier :

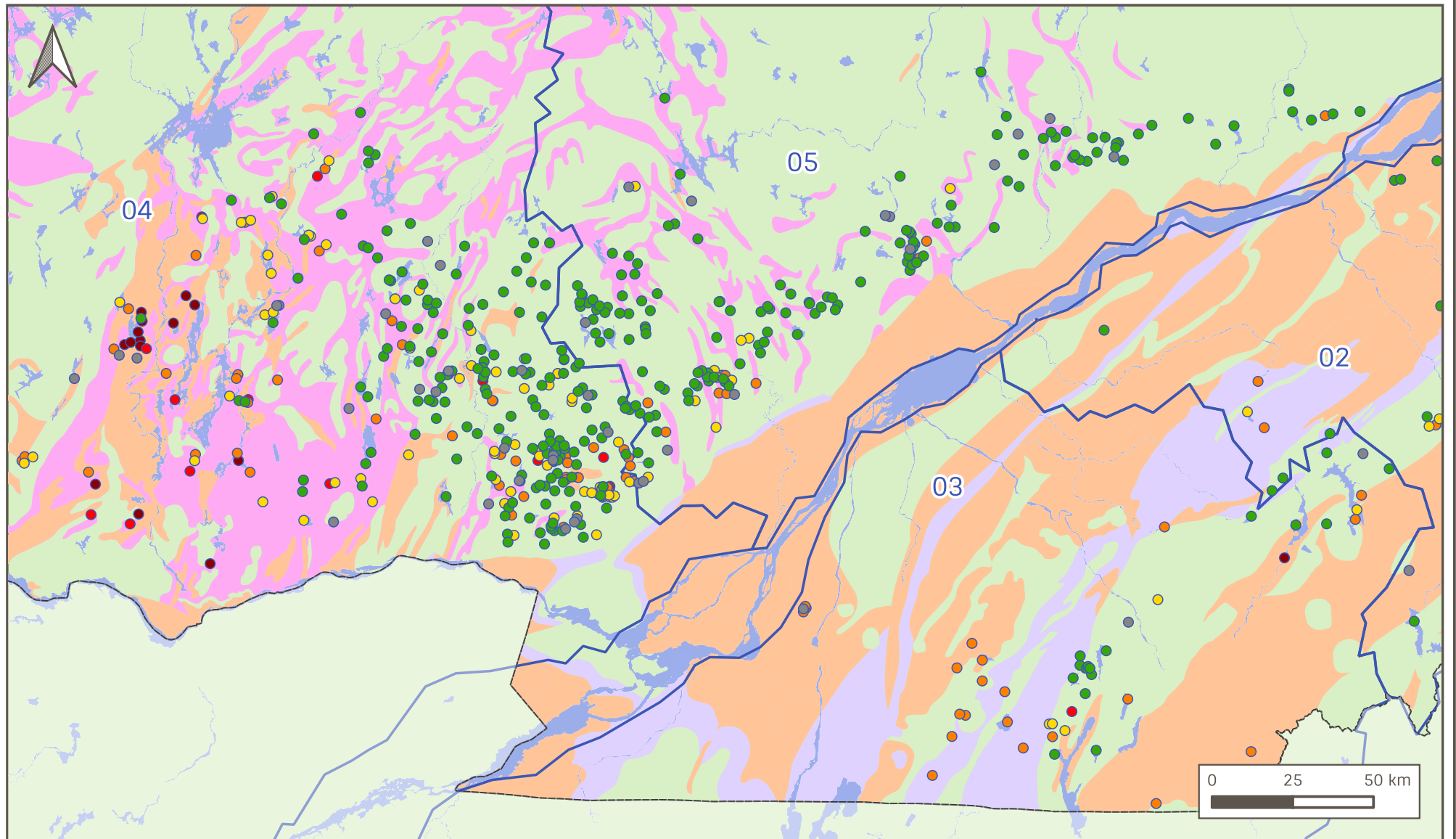


RAPPEL
Experts-conseils en environnement
et en gestion de l'eau

Date : Février 2023

Préparé par :
Camille Gosselin-Bouchard

Approuvé par :
Mélicca Laniel



Site d'échantillonnage du taux de calcium et risque associé

- Risque nul
- Risque faible
- Risque modéré
- Risque élevé
- Risque très élevé
- Risque incertain

Zone géologique

- Sols calcaires
- Marbre
- Dolomite
- Frontière du Québec
- Limite des régions hydrographiques

Sources : RSVL (MELCCFP)
SIGÉOM (MRNF)

GRHQ
Statistique Canada

Projection : NAD83(CSR98) / MTM zone 7
Échelle : 1 : 1 700 000

Projet :

Analyse de vulnérabilité des lacs du Québec face à l'implantation de la moule zébrée en fonction du taux de calcium

Titre du plan :

Régions hydrographiques 03 et 04 (secteur sud)

Feuillet :

Dossier :

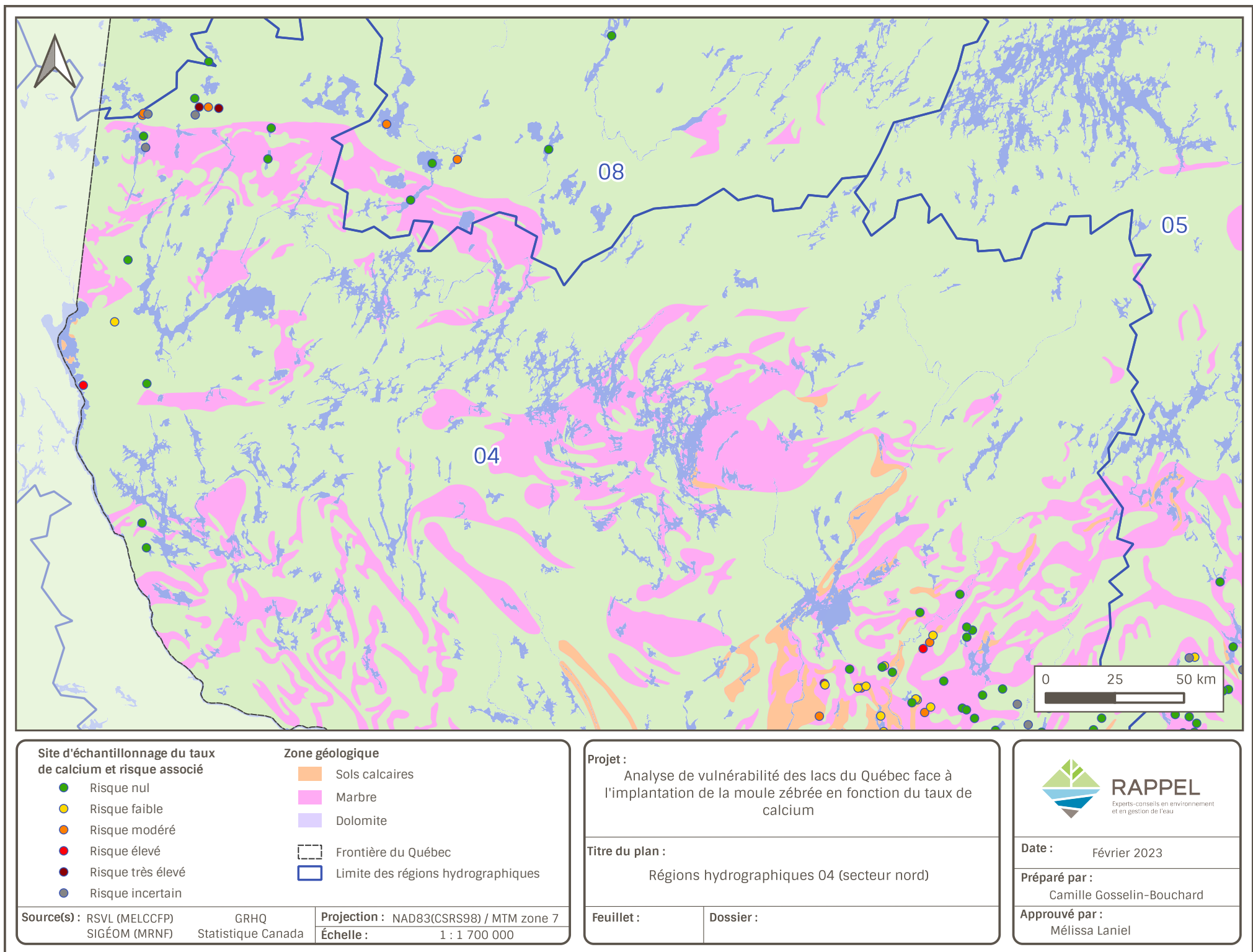


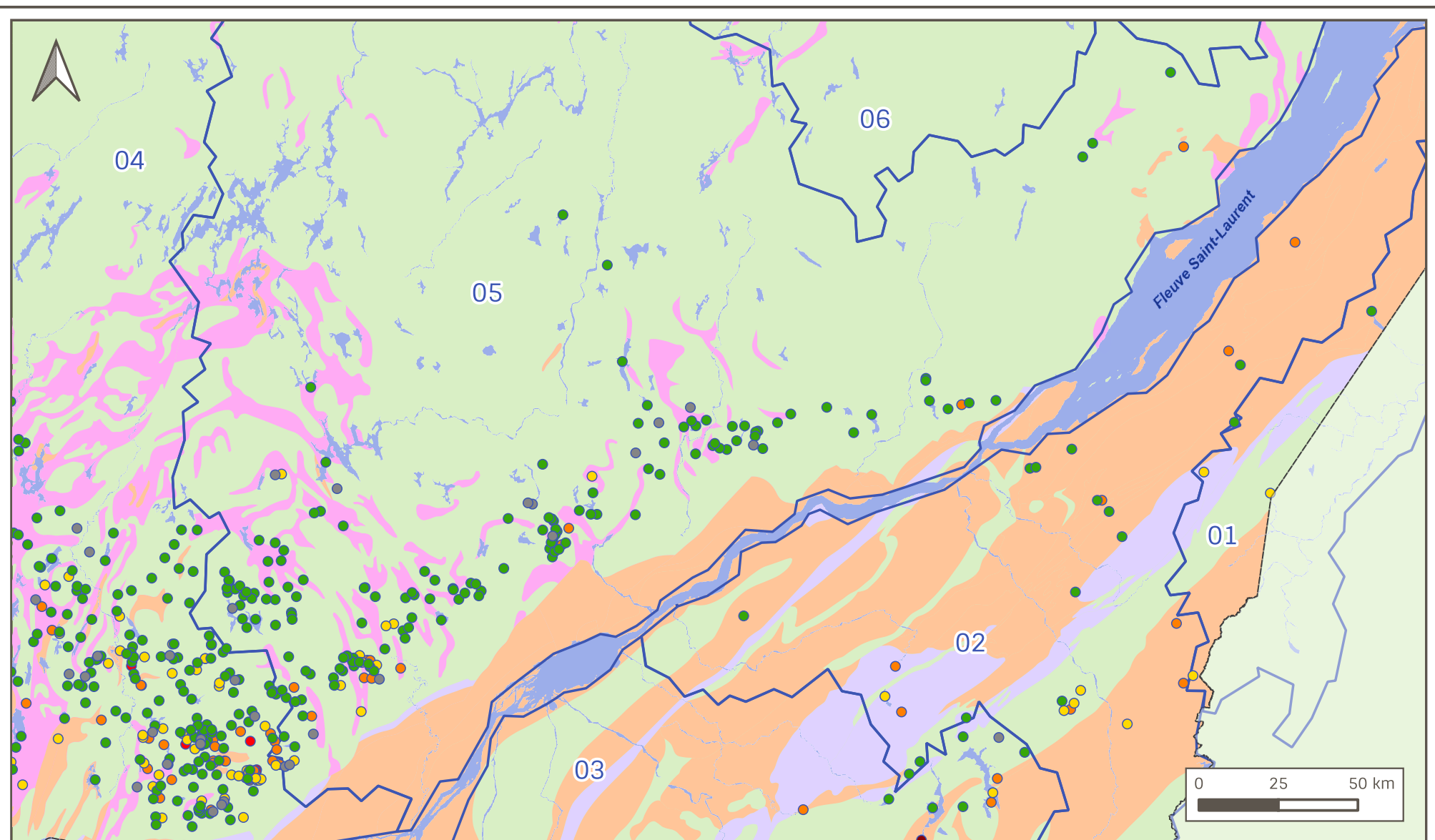
RAPPEL
Experts-conseils en environnement
et en gestion de l'eau

Date : Février 2023

Préparé par :
Camille Gosselin-Bouchard

Approuvé par :
Méliissa Laniel





Site d'échantillonnage du taux de calcium et risque associé

- Risque nul
- Risque faible
- Risque modéré
- Risque élevé
- Risque très élevé
- Risque incertain

Zone géologique

- Sols calcaires
- Marbre
- Dolomite
- Frontière du Québec
- Limite des régions hydrographiques

Sources : RSVL (MELCCFP)
SIGÉOM (MRNF)

GRHQ
Statistique Canada

Projection : NAD83(CSR98) / MTM zone 7
Échelle : 1 : 2 000 000

Projet :

Analyse de vulnérabilité des lacs du Québec face à l'implantation de la moule zébrée en fonction du taux de calcium

Titre du plan :

Région hydrographique 05

Feuillelet :

Dossier :

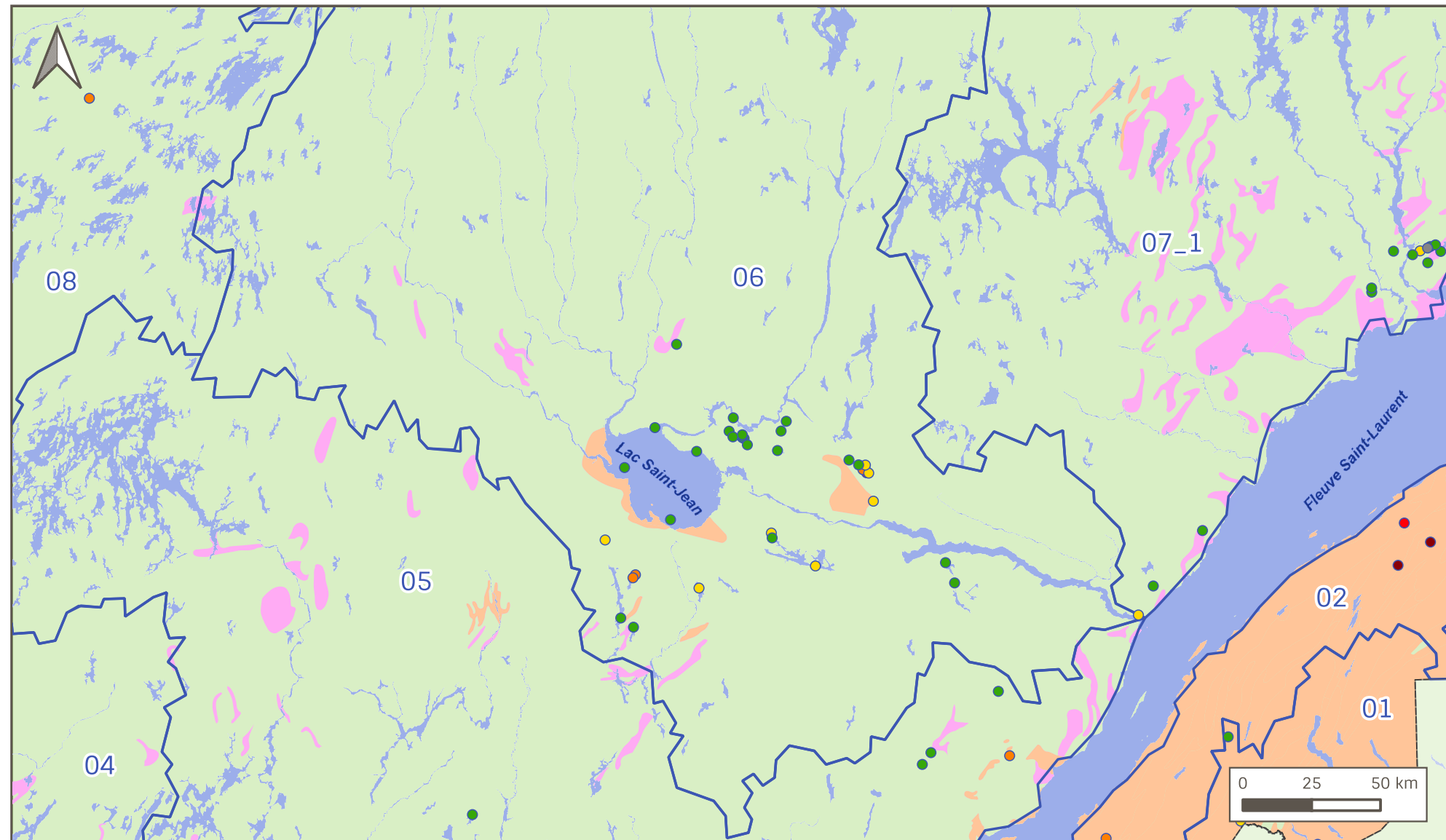


RAPPEL
Experts-conseils en environnement
et en gestion de l'eau

Date : Février 2023

Préparé par :
Camille Gosselin-Bouchard

Approuvé par :
Méliissa Laniel



Site d'échantillonnage du taux de calcium et risque associé

- Risque nul
- Risque faible
- Risque modéré
- Risque élevé
- Risque très élevé
- Risque incertain

Zone géologique

- Sols calcaires
- Marbre
- Dolomite
- Frontière du Québec
- Limite des régions hydrographiques

Sources : RSVL (MELCCFP)
SIGÉOM (MRNF)

GRHQ
Statistique Canada

Projection : NAD83(CSR98) / MTM zone 7
Échelle : 1 : 2 000 000

Projet :

Analyse de vulnérabilité des lacs du Québec face à l'implantation de la moule zébrée en fonction du taux de calcium

Titre du plan :

Région hydrographique 06

Feuillet :

Dossier :

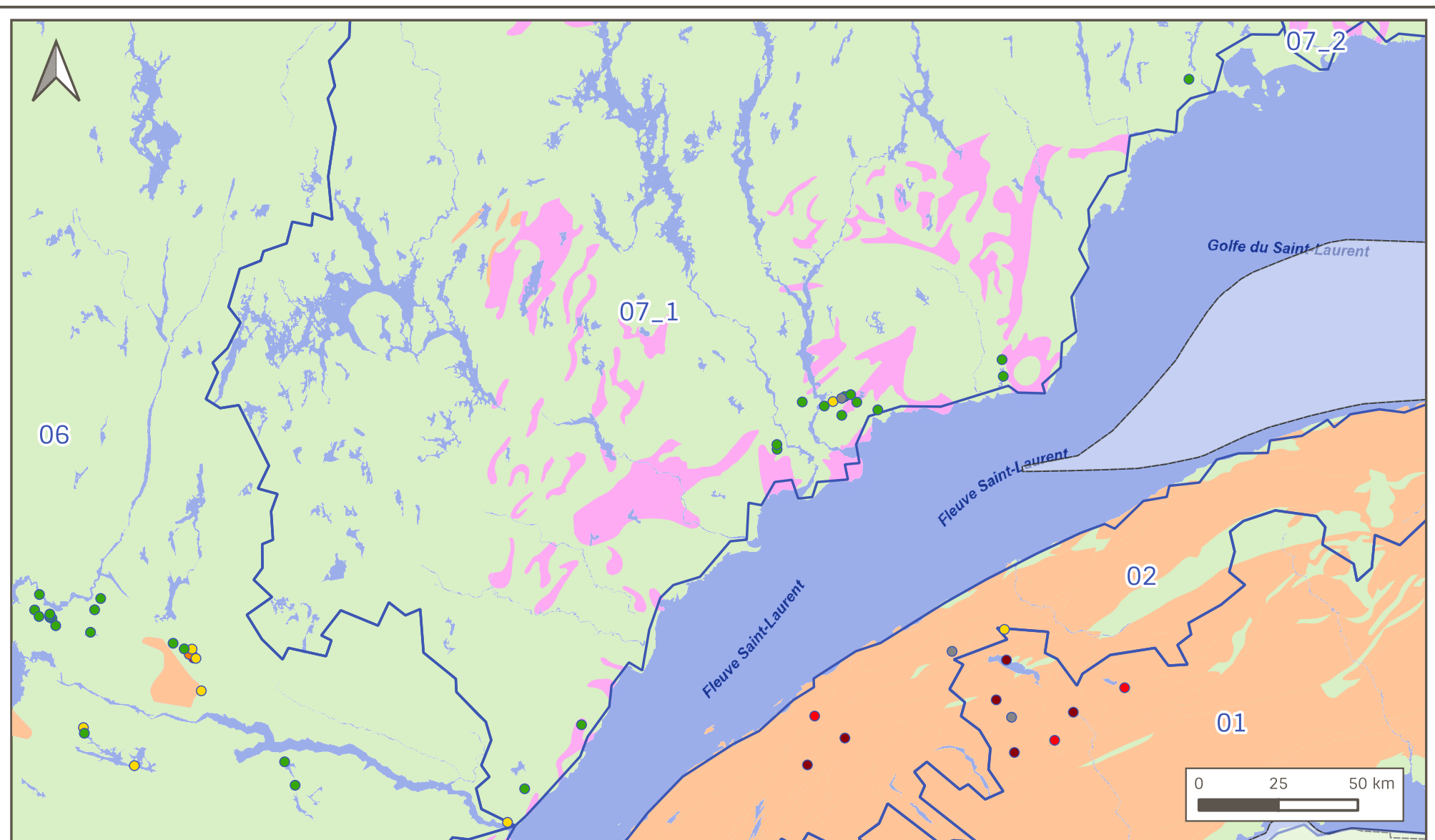


RAPPEL
Experts-conseils en environnement
et en gestion de l'eau

Date : Février 2023

Préparé par :
Camille Gosselin-Bouchard

Approuvé par :
Mélessa Laniel



Site d'échantillonnage du taux de calcium et risque associé

- Risque nul
- Risque faible
- Risque modéré
- Risque élevé
- Risque très élevé
- Risque incertain

Zone géologique

- Sols calcaires
- Marbre
- Dolomite
- Frontière du Québec
- Limite des régions hydrographiques

Sources : RSVL (MELCCFP)
SIGÉOM (MRNF)

GRHQ
Statistique Canada

Projection : NAD83(CSRS98) / MTM zone 7
Échelle : 1 : 1 700 000

Projet :

Analyse de vulnérabilité des lacs du Québec face à l'implantation de la moule zébrée en fonction du taux de calcium

Titre du plan :

Région hydrographique 07

Feuillet :

Dossier :

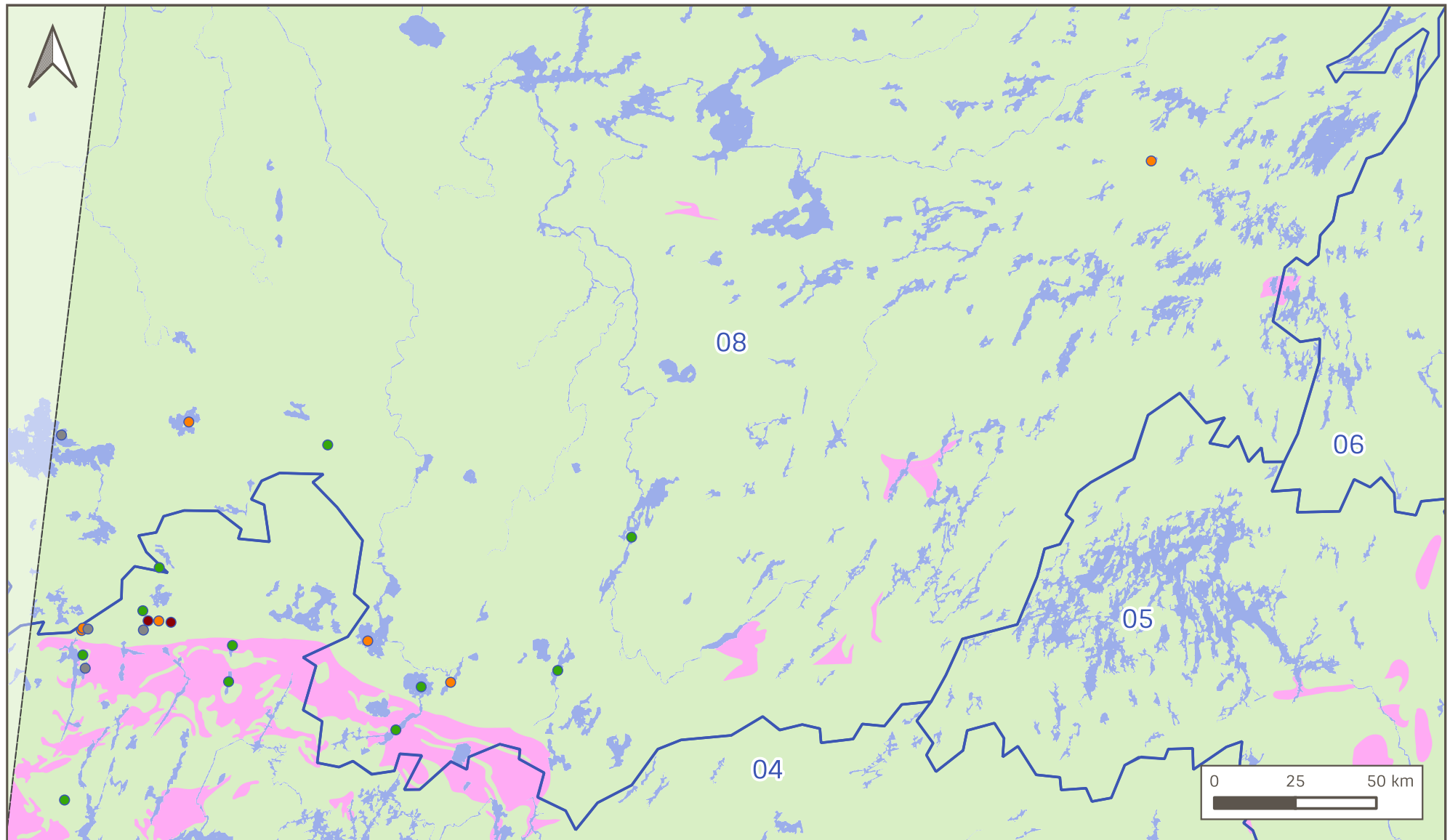


RAPPEL
Experts-conseils en environnement
et en gestion de l'eau

Date : Février 2023

Préparé par :
Camille Gosselin-Bouchard

Approuvé par :
Mélissa Laniel



Site d'échantillonnage du taux de calcium et risque associé

- Risque nul
- Risque faible
- Risque modéré
- Risque élevé
- Risque très élevé
- Risque incertain

Zone géologique

- Sols calcaires
- Marbre
- Dolomite
- Frontière du Québec
- Limite des régions hydrographiques

Sources : RSVL (MELCCFP)
SIGÉOM (MRNF)

GRHQ
Statistique Canada

Projection : NAD83(CSR98) / MTM zone 7
Échelle : 1 : 1 700 000

Projet :

Analyse de vulnérabilité des lacs du Québec face à l'implantation de la moule zébrée en fonction du taux de calcium

Titre du plan :

Région hydrographique 08

Feuillet :

Dossier :



RAPPEL
Experts-conseils en environnement
et en gestion de l'eau

Date : Février 2023

Préparé par :
Camille Gosselin-Bouchard

Approuvé par :
Mélinna Laniel